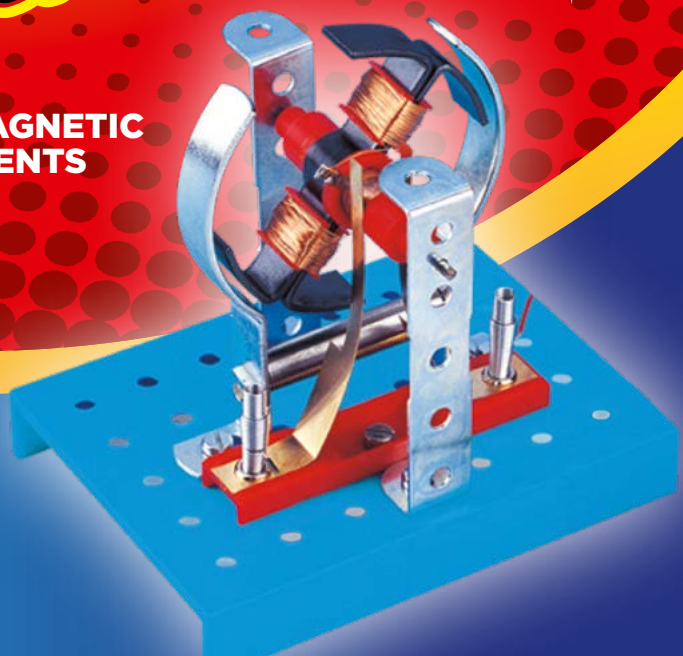


153 EXPERIMENTS
IN ONE SINGLE BOX

MEHANO ELECTRO PIONEER Classic

ELECTRO MAGNETIC
EXPERIMENTS



SLOVENSKO
HRVATSKI
SRPSKI
ENGLISH
DEUTSCH
FRANCAIS

MEHANO

ELECTRO PIONEER

SLOVENSKO *1*

HRVATSKI *29*

SRPSKI *57*

ENGLISH *85*

DEUTSCH *113*

FRANCAIS *141*

ELECTRO PIONEER

153 poskusov s področja elektrike in magnetizma

Deluje z eno baterijo 9V ⎓ IEC 6LR61-9V ⎓ (ni priložena)

Izdajatelj in nosilec avtorskih pravic: Mehano, d.o.o. • Polje 9 • SI - 6310 Izola • Slovenija

KAZALO

ELEKTROSTATIKA ..... 3 - 8
MAGNETIZEM ..... 8 - 13
BATERIJE IN ELEMENTI ..... 13 - 19
ELEKTROMAGNETIZEM ..... 19 - 22
ELEKTROMAGNET V TEHNIKI ..... 22 - 25
GENERATORJI IN ELEKTROMOTORJI ..... 25 - 26

PRAVICE IN ODGOVORNOSTI

Vsebina te knjige je zaščitena v skladu z zakoni o avtorskih pravicah. Ničesar iz nje ne smete kopirati, prepisovati, fotokopirati ali prenašati na kakršenkoli medij za shranjevanje informacij brez predhodnega izrecnega pisnega dovoljenja nosilca avtorskih pravic.
Vsi poskusi, opisani v tej knjigi, so skrbno preverjeni in preizkušeni. Ne glede na to, nosilec avtorskih pravic ni odgovoren za nikakršno fizično in/ali materialno škodo, kakor tudi ne za fizične poškodbe, ki bi nastopile pri izdelavi poskusov, navedenih v tej knjigi.

POZDRAVLJENI, MLADI BRALCI IN MLADE BRALKE

Veseli nas, da ste sklenili vstopiti v čudoviti svet elektrotehnike ravno s pomočjo naše knjige. Upamo, da vam bo izdelava poskusov v zabavo. Vsekakor pa to ne bo samo zabava, temveč tudi nabiranje novih znanj, ki bodo drobci temeljnega kamna za tisto, kar se boste o elektrotehniki naučili potem, ko boste knjigo, ki jo držite v roki, temeljito poznali, in jo s svojim znanjem kasneje prerastli.
Nikar se ne bojte poskusov, kajti en sam poskus je vreden več kot mnenja tisočerih strokovnjakov. Zato vse svoje nove zamisli sproti preverite. Če poskus ne bo deloval, ne bodite razočarani. če boste ugotovili, kaj je narobe, bo tudi negativen izid vaše zamisli postal pozitiven, kajti tudi ob takšnem poskusu se boste učili in zvedeli nekaj novega.
Vsi poskusi, predlagani v tej knjigi, so pripravljeni tako, da se ne morete poškodovati ali povzročiti kakšne večje škode, če ne štejemo morebitne manjše praske na prstih. V knjigi je opisana zajetna množica različnih poskusov. Nekateri so tako enostavni, da razlage zanje niti ne potrebujete. Nekateri so zapleteni in morda sploh ne boste razumeli, kako delujejo. Ne obupajte. Morda vam bo naslednjič, ob pozornejšem drugem branju vse jasno. če pa kakšnega odstavka ne razumete ali pa vas morda ne zanima, ne bo nič hudega, če ga preskočite.
Prav obilica poskusov omogoča, da bo vsakdo našel nekaj zase primernega. Zaradi podrobno opisanega delovanja poskusov boste knjigo morda lahko uporabili kot pripomoček v šoli.

DRAGI STARŠI

S to knjigo tudi sami (znova) vstopate v svet elektrotehnike. Če ste v tem svetu že doma, bodite mlademu raziskovalcu v spodbudo in pomoč. Če je ta svet tudi za vas nov, naj vam nikar ne bo nerodno pridružiti se mlademu in nadebudnemu raziskovalcu. Svet elektrotehnike je poln odkritij, ki čakajo tako na mlade kakor tudi na starejše raziskovalce.

OPOZORILO ZA STARŠE!

PRED UPORABO NAJ OTROK PAZLJIVO PREBERE NAVODILA IN JIH UPOŠTEVA.
ZBIRKA JE NAMENJENA OTROKOM OBEH SPOLOV OD 9 LET NAPREJ.
IZ VARNOSTNIH RAZLOGOV SO VSI POSKUSI PRIREJENI ZA NAPETOST 9V (9V BATERIJA IEC 6LR61).
IZVAJA NAJ SAMO TISTE POSKUSE, KI SO NATANčNO RAZLOŽENI V NAVODILIH. ZAŽELENO JE, DA SE POSKUSI IZVAJAJO V VAŠI PRISOTNOSTI.
NAVODILA SHRANITE, KER VSEBUJEJO POMEMBNE INFORMACIJE.

OPOZORILO

Ne uporabljajte baterij, ki se polnijo (npr. Ni-Cd baterije).
Za napajanje igrače se lahko uporabljajo izključno samo baterije istega ali ekvivalentnega tipa, kakor so predpisane.
Priporočamo uporabo alkalnih baterij.
Baterije morajo biti vstavljene s pravilno polariteto.
Zamenjajte vse baterije, ne mešajte starih in novih baterij, kakor tudi ne različne tipe baterij (npr. alkalne in cink karbonske).
Baterije mora zamenjati odrasla oseba.
Izrabljenih baterij ne puščajte v ležišču igrače.
Če igrače ne nameravate uporabljati dlje časa, odstranite baterije.
Baterij ne postavljajte v dotik s kovinskimi deli, kjer obstaja možnost, da pride do požara ali eksplozije.
Nikoli ne poskušajte polniti baterij, ki niso namenjene za polnjenje.
Baterije, ki so namenjen za polnjenje morajo biti odstranjene iz igrače (če so odstranljive) pred pričetkom polnjenja.
Baterije, ki so namenjen za polnjenje se lahko polnijo (če so odstranljive) samo pod nadzorstvom odrasle osebe.
Baterij ne mečite v ogenj.
Iztrošene baterije odvrzite v za to namenjene zabojnike.
Napajalnih priključkov ni dovoljeno kratkostičiti.
Barva izolacije električnih vodikov se lahko razlikuje od barve prikazane na slikah v navodilih.

UVOD!

V tej zbirki je opisanih 153 poskusov in teoretičnih opisov. Za njihovo izvedbo vsebuje zbirka vse potrebne sestavne dele z izjemo tistih delov, ki niso priloženi in se jih dobi v vsakem gospodinjstvu.
Ti deli so:
listi iz beležnice, koščki papirja, glavnik, lesen svinčnik, kozarec vode, bucika, kazalec iz papirja, staniol/alu-folija, bombažna nit, žebelj, vžigalice, lepenka, šivanka, pločevinasta posoda (konzerva), kosi stiropora (ali bezeg), pletilna igla (železna), sveča, žepni nož, zemljevid Evrope, leseno ravniko, knjiga, kladivo, posoda za vodo, plutovinasti čepi, lesena deščica, žica (železna), sol kuhinjska, pesek, mine za tehnične svinčnike ø 0,5mm in več ali slikarsko oglje (ali ogljeni palčici iz baterije), pločevina 40x5mm, gumica (elastika), čepna ura, pila, vrvica, lonček za jogurt, kovanec.
Zbirka je namenjena otrokom obeh spolov od 9 let naprej. Primerna je tako za posamično kot tudi za skupinsko delo ter se lahko uspešno uporablja na osnovnih šolah, čeprav je prirejena za izvenšolske aktivnosti.
To zbirko uporabljajo tudi šole v svojih aktivnostih izven pouka. Zaradi tega je opisanih tudi nekaj poskusov, za katere je potrebno kupiti ali sposoditi nekoliko več pribora in sicer:
- št. 35 žarnica 12V/0,05A navoj E10 (1 kos za poskus št. 87, 2 kos za poskuse št. 89 in št. 90)
- št. 14 Stojalo za žarnico E10H1 (1 kos za poskus št. 87, 2 kos za poskuse št. 89 in št. 90)
- št. 33 Priključek za baterijo 9V (1 kos za poskuse št. 91, št. 110 in št. 140, 2 kos za poskus št. 92)

SPLOŠNA NAVODILA

Vsi deli v zbirki so navedeni, oštevilčeni in narisani na zadnji strani.
Pred pričetkom izvajanja si moraš priskrbeti baterijo napetosti 9V (IEC 6LR61).
Pri vsakem poskusu so z ustreznimi številkami navedeni vsi sestavni deli zbirke, ki so potrebni za izvedbo poskusa in sicer v istem zaporedju, kot se uporabljajo. Koristno je, če navedene dele poiščeš v zbirki, jih razvrstiš na mizi v nakazanem zaporedju in šele nato začneš izvajati opisane poskuse. Po opravljenem poskusu vrneš sestavne dele spet na njihova mesta.

KAKO NAJ SE LOTIŠ POSKUSOV

Vsak poskus je označen z zaporedno številko. Čeprav ni nujno, da opravljaš poskuse po označenem vrstnem redu, je le bolje, da se ga držiš. Potek poskusov bomo predstavili ob primeru električnega zvonca, opisanega pod zaporedno številko 130/131. V tekstu so potrebni deli označeni s številkami, da lahko sestaviš zvonec. Slike in nazive teh delov lahko najdeš na strani 27 tega navodila v seznamu sestavnih delov. V tvojem primeru so to številke: 5-6-7-8-11-12-13-16-17-25-28-31-33 itd.
Po teh številkah boš pripravil (-a) in razvrstil (-a) sledeče dele:

4 x 7 = vzmetna sponka	12 = os z navojem	3 x 28 = kotnik 25 x 25 mm
8 = plastični podstavek	13 = zvonec	31 = kladivce
6 x 5 = vijak	16 = železno jedro	33 = spojna žica
13 x 6 = matica	17 = oklep jedra	
11 = tuljava	25 = vijak	

• 2 x 5 - pomeni, da potrebuješ 2 sestavna dela št. 5
• (20) - številka v oklepaju pomeni, da potrebuješ enake dele kot pri poskusu št. 20.
• list iz beležnice, glavnik - pomeni, da ti deli niso priloženi in jih dobimo v vsakem gospodinjstvu.

Primer: Z vijakom in matico pritrdiš kotnik na plastični podstavek. Nato pričvrstiš železno jedro z oklepom in na jedro nasadiš tuljavo itd. Vse sestavne dele moraš pritrditi natančno in čvrsto. Če posamezni poskusi ne bi začeli takoj pravilno delovati, je treba pomanjkljivosti odpraviti. Najbolje je, če poskuse s področja elektrostatike delaš ob suhem vremenu, zlasti pozimi, in s suhimi rokami.
Želimo ti veliko uspeha pri eksperimentiranju...

ELEKTROSTATIKA

1. ELEKTRIKA IZ PAPIRJA.

Iz beležnice iztrgaj list papirja ter ga dobro posuši na peči ali na štedilniku. Nato ga položi na beležnico ter z roko krepko potegni čezenj (slika 1). Dvigni papir z levo roko ter mu s spodnje strani približaj členek desne roke. Iz papirja bo na roko preskočila električna iskra.
Pripomoček: list iz beležnice

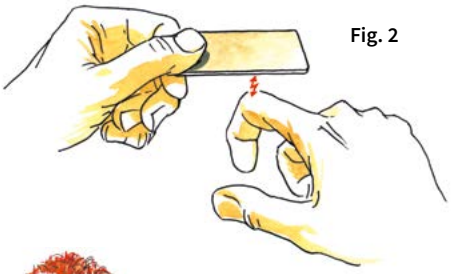
Fig. 1



2. ELEKTRIČNA ISKRA - GROM.

Plastično ploščico položi na rob mize ter jo nadrgni s suho roko ali s časopisnim papirjem. Nato ploščico dvigni ter ji približaj členek prsta (slika 2). Električno iskro, ki preskoči s ploščice na prst, slišimo, čutimo in jo v mraku tudi vidimo. Iskra, ki smo jo izvlekli iz papirja in plastike, se v bistvu ne razlikuje od bliska in groma. Razlika je v tem, da gre pri naših poskusih le za majhne, pri streli pa za ogromne količine elektrike.
Pripomoček: 26

Fig. 2



3. ELEKTRIKA IZ VOLNE.

Če hodiš dalj časa v čevljih z gumijastimi podplati po volneni ali svileni preprogi, se bo tvoje telo naelektrilo. če se nato dotakneš vodovodne cevi ali kakega drugega kovinskega predmeta, ki je povezan z zemljo, se med tvojim telesom in predmetom pojavi električna iskra.
Tudi glavnik se pri česanju naelektri, prav tako lasje. Enako se zgodi z mačjim krznom, če ga gladiš z roko, in enak pojav opaziš pri slačenju spodnjega perila iz plastične snovi. Vse to nam povzroča skrbi, kot nam jih povzročajo iskre, ki nastanejo na bencinskih črpalkah zaradi trenja bencina ob cev, ali na letalih, kjer se pojavljajo električni naboji zaradi trenja ob zrak. Mnogo neprijetnosti povzročajo električne iskre v tovarnah papirja in gume ter v podjetjih, kjer se prenaša energija z gumijastimi ali usnjenimi transmisijami. Zaradi električne iskre se je ponesrečil cepelin Hindenburg.
Pripomoček: glavnik

Fig. 3



Fig. 4



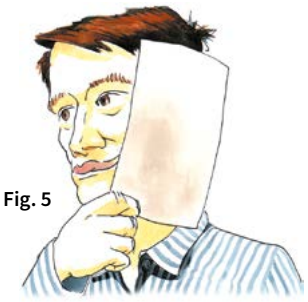
4. ELEKTROSTATIČNO “LEPILO”.

Pozimi, ko v sobi kurite, ogrej na peči večji list časopisa, ga položi na zid ter ga z roko drgni. List se bo prilepil na zid kjer bo nekaj časa tako ostal. Z drgnjenjem lista si zbudil(-a) v papirju elektriko, zaradi česar se je list prilepil na zid.
Pripomoček: list časopisa

5. ELEKTRIČNA PAJČEVINA.

List papirja ogrej na plošči štedilnika ali na peči. Nato ga položi na beležnico ter z roko krepko potegni čezenj, kakor si to storil(-a) v poskusu št. 1. Nato list dvigni ter ga približaj licu (slika 5). Pri tem imaš občutek, kakor da bi se z licem dotaknil(-a) pajčevine. Z drgnjenjem se pojavi v papirju elektrika, ki dvigne dlačice na naši koži, in se jo zato občuti kot pajčevino.
Pripomoček: list iz beležnice

Fig. 5



6. NAELEKTRENA TELESA PRIVLAČIJO.

Dva šestoglata navadna lesena svinčnika položi križem, enega na drugega, nato približaj zgornjemu plastično ploščico, ki si jo poprej potegnil(-a) čez prste suhe roke ali jo drgnil(-a) s časopisnim papirjem. Namesto svinčnika lahko položiš na svinčnik ravnilo ali kateri drug predmet. Vse te predmete bo naelektrena ploščica privlekla.
Stari Grki so že 600 let pred našim štetjem opazili, da jantar (grško: elektron) privlači lahke predmete, če jih nadrgnemo z roko ali tkanino. Od tod naziv elektrika. Namesto dragega jantarja uporabljamo plastično ploščico. Naelektri se tudi papir, če se ga dobro posuši in drgne. V poznejših poskusih se boš naučil(-a), da se z drgnjenjem naelektrijo vsa telesa, ki jih drgnemo, pa tudi tista, s katerimi drgnemo.
Pripomočki: 26, 2 svinčnika.

Fig. 6

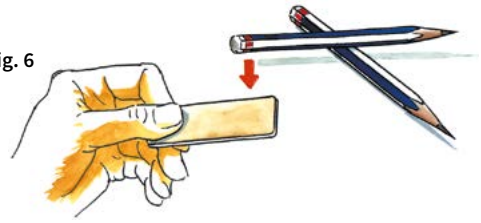
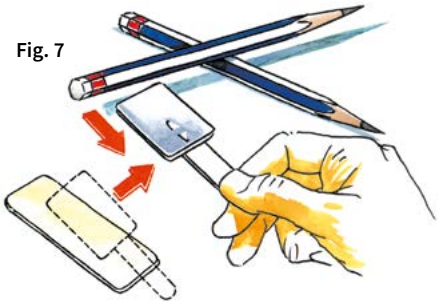


Fig. 7



7. TUDI KOVINE SE LAHKO NAELEKTRIJO.

Dva šestoglata navadna lesena svinčnika položi enega na drugega kakor v prejšnjem poskusu. Približaj zgornjemu svinčniku kovinsko ploščico s plastičnim ročajem, s katero si predhodno drgnil(-a) po plastični ploščici, tako da si držal(-a) ploščico za plastični ročaj (slika 7). Naelektrena kovinska ploščica privlači svinčnik. Ugotovil(-a) si lahko, da z drgnjenjem naelektrimo tudi kovine.
Pozneje se boš poučil(-a), zakaj je kovinska ploščica pritrjena na plastični ročaj.
Pripomočki: 26, 27, 2 svinčnika.

8. NAELEKTRENA TELESA ODBIJAJO DRUGA TELESA.

Položi dva navadna lesena svinčnika na plastični podstavek, kakor kaže slika 8. Približaj naelektreno kovinsko ploščico zgornjemu svinčniku. Ploščica privlači svinčnik. če ploščico ponovno naelektriš, bo svinčnik odbila. Pri vseh dosedanjih poskusih si opazil(-a), da naelektrena telesa privlačijo druga telesa, a sedaj si opazil(-a), da jih v nekaterih primerih odbijajo.

Pripomočki: 8, 26, 27, 2 svinčnika.

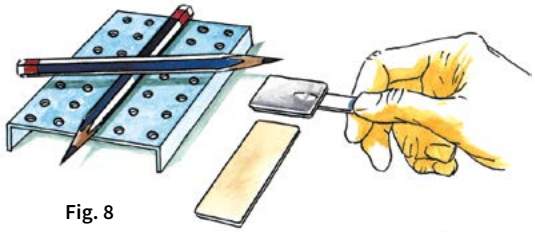


Fig. 8

9. NAELEKTRENO TELO V BLIŽINI VODNEGA CURKA.

Naelektreno plastično ploščico približaj tankemu vodnemu curku (slika 9). Ploščica privlači vodni curek in ga razprši.

Pripomočka: 26, kozarec vode.

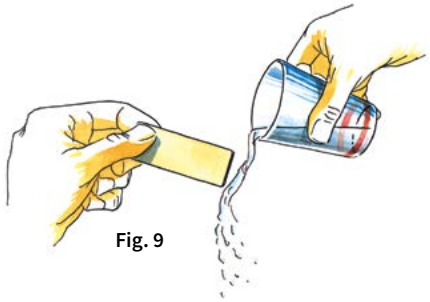


Fig. 9

10. KDAJ SE NAELEKTRENA TELESA PRIVLAČIJO IN KDAJ ODBIJAJO.

Pri tem zanimivem poskusu je treba opraviti delo po naslednjem zaporedju.

1. Kovinsko ploščico drgni po plastični podlogi.
2. Naelektreno polivinilsko ploščico položi na aluminjast zvonec, tako da se na njem lahko obrača.
3. Plastični ploščici približaj naelektreno kovinsko ploščico (slika 10). Ploščici se privlačita.
4. Ročaj kovinske ploščice potegni skozi prste suhe roke ali ga drgni s papirjem ter ga nato približaj plastični ploščici. Ploščici se odbijata.

Ta poskus ti pokaže, da so električni naboji lahko različni. Lahko se privlačijo ali pa odbijajo.

Pripomočki: 13, 26, 27.

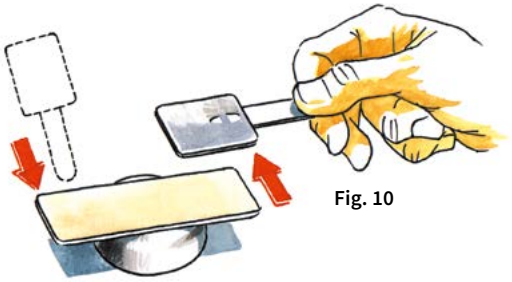


Fig. 10

11. PREPROST ELEKTROSKOP.

Slika 11 ti kaže, kako sestaviš posamezne dele. Na podstavku iz plastične snovi je pritrjeno železno stojalo z lahkim papirnatim kazalcem, narejenim iz koščka papirja 140 x 12 mm, tako da je po vsej dolžini prepognjen na pol. Za os služi bucika, s katero je kazalec preboden nekoliko nad težiščem. Elektroskop je pravilen, ko visi kazalec navpično ter se v primeru, če se premakne s tega položaja, rahlo guga.

Pripomočki: 3 x 5, 3 x 6, 8, 20, 2 x 28, 29, bucika, kazalec.

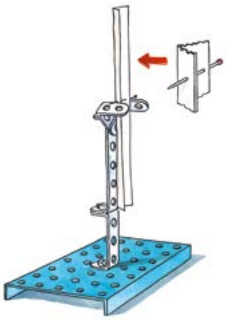


Fig. 11

12. NAELEKTRENA PLASTIČNA PLOŠČICA PRIVLAČI KAZALEC ELEKTROSKOPA.

Plastično ploščico povleči med prsti suhe roke ali drgni s papirjem ter jo nato približaj kazalcu elektroskopa (slika 12). Ploščica privlači kazalec.

Napravi podoben poskus z glavnikom, s kosom stekla ali pečatnega voska, ki jih drgneš ob obleko. Vsa navedena in mnoga druga telesa privlačijo kazalec elektroskopa, če jih drgnemo, ker postanejo naelektrena.

Pripomočka: (11), 26.

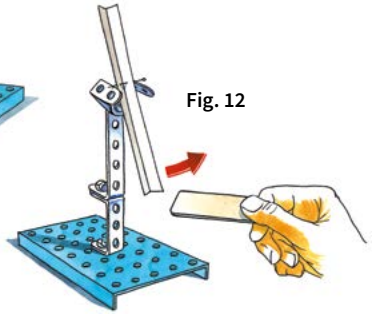


Fig. 12

13. NAELEKTRENA KOVINSKA PLOŠČICA PRIVLAČI KAZALEC ELEKTROSKOPA.

Ponovi poskus št. 12, pri čemer plastične ploščice ne drgni z roko, temveč s kovinsko ploščico, ki jo držiš za ročaj. če približaš ploščico kazalcu elektroskopa, ta privlači kazalec.

Okrog kovinske ploščice ovij kos papirja ali tkanine ter s tem drgni plastično ploščico.

Papir, tkanina in druga telesa, s katerimi drgneš, postanejo naelektrena.

Iz navedenih poskusov spoznaš, da postanejo naelektrena tako telesa, ki jih drgnemo, kakor telesa, s katerimi drgnemo.

Pripomočki: (11), 26, 27, košček papirja in tkanine.

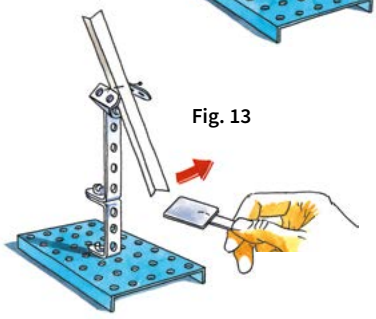


Fig. 13

14. POLNJENJE ELEKTROSKOPA.

Na rob mize položi plastično ploščico, čeznjo narahlo potegni kovinsko ploščico, nakar se dotakni stojala elektroskopa (slika 14).

Kazalec se odkloni in ostane v takem položaju. če še nekolikokrat ponoviš poskus, se bo kazalec vse bolj odklanjal. Električni naboj raste.

Pripomočki: (11), 26, 27.

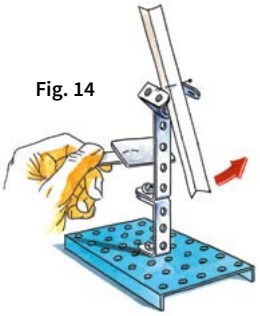


Fig. 14

15. PRAZNJENJE ELEKTRIČNEGA NABOJA.

S prstom se dotakni kovinskega stojala napolnjenega elektroskopa (slika 15). Kazalec se prikloni. Elektroni so odšli skozi naše telo v zemljo, ali morda tudi obratno.

Pri prejšnjih poskusih si opazil(-a), da postanejo telesa naelektrena, če z njimi drgneš plastiko. Ali se tvoja roka tudi naelektri ?

Pripomoček: (11).

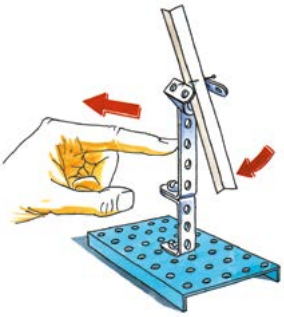
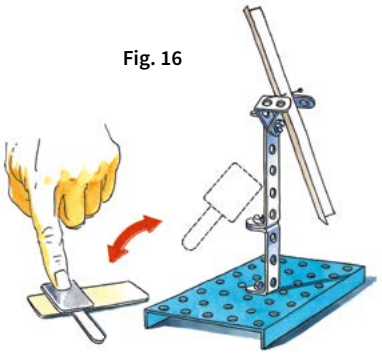


Fig. 15

16. POSTOPNO POLNJENJE ELEKTROSKOPA.

I) plastičnu pločicu položimo na stol i trljamo suhom rukom ili papirom;
II) na plastičnu pločicu položimo metalnu pločicu koju držimo za polivinilski držak;
III) prije nego što metalnu pločicu podignemo, dodirnemo je prstom;
IV) metalnom pločicom dodirnemo stalak elektroskopa.
Kazaljka će se pomaknuti. Ponovimo pokus nekoliko puta i to samo II), III) i IV). Kazaljka će se sve više i više pomicati, što dokazuje da električni naboj raste.
Plastična i metalna pločica čine aparat koji se zove elektrofor.
Pribor: (11), 26, 27

Fig. 16



17. POSTOPNO PRAZNJENJE ELEKTROSKOPA.

S pomočjo elektrofora napolni elektroskop, kakor si se naučil(-a) v prejšnjem poskusu. Napolnjenega elektroskopa se dotakni s kovinsko ploščico. Kazalec bo nekoliko padel. Nato se dotakni s kovinsko ploščico svojega telesa in potem zopet elektroskopa itd. Kazalec bo vedno bolj padal.
Pripomočki: (11), 26, 27.

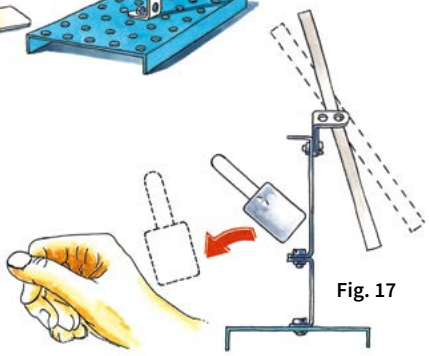


Fig. 17

18. PREVODNIKI IN IZOLATORJI.

Z elektroforjem (poskus št. 16) napolni elektroskop ter se nato dotakni stojala elektroskopa z ročajem kovinske ploščice, s svinčnikom, papirjem, z bakreno ploščico in ostalimi deli naše zbirke.
Kaj opaziš ? Pri dotiku s plastično ploščico, suhim steklom, porcelanom, pečatnim voskom, parafinom itd. se kazalec ne premakne. Navedena telesa so izolatorji. Nasprotno pa so kovine zelo dobri prevodniki elektrike. Dobri prevodniki so tudi naše telo, svinčnik, vlažen papir itd.
Pripomočki: (11), 24, 26, 27, razni predmeti.



Fig. 18

19. POZITIVNA IN NEGATIVNA ELEKTRIČNA TELESA.

Napolni elektroskop z elektroforom. Kazalcu napolnjenega elektroskopa približaj kovinsko ploščico, s katero si napolnil(-a) elektroskop (slika 19). Kazalec beži.
če približaš kazalcu plastično ploščico, ploščica kazalec privlači.
Ugotoviš torej, da so telesa lahko različno naelektrena. V tvojem primeru je bila kovinska ploščica pozitivno naelektrena, prav tako napolnjeni elektroskop, medtem ko je bila plastična ploščica negativno naelektrena. Istoimenska električna telesa se odbijajo, raznoimenska se privlačujejo.
Pripomočki: (11), 26, 27.

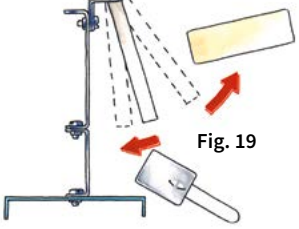


Fig. 19

20. ELEKTRIČNO NIHALO.

Zelo poučni so lahko poskusi z električnim nihalom, ki je sestavljeno iz kroglice bezgovega stržena ali stiroporja (1), bombažne niti (2), pokončne paličice (3), kolena (4) in vodoravne paličice (5).
če v bližini ni bezga ali stiroporja, napravi namesto kroglice iz bezgovega stržena majhen lonček iz staniola ali alu-folije. Listič staniola velikosti 5 x 3 cm ovij okrog svinčnika, z ene strani ga stisni in priveži na bombažno nit. Paličice izdelaj iz pisarniškega papirja, dolžina paličice naj bo približno 90 mm, za izdelavo ene paličice potrebuješ papir mer 90 x 100 mm. Vsak kos posebej namaži z lepilom ter ga narahlo ovij okrog železne paličice, ki je v zbirki. Tako nastalo paličico zavaruj, da se ne odvije (lepilni trak, elastika) in snemi z železne paličice, preden se posuši. Z navojno osjo pritrdi pokončno papirnato paličico na podstavek iz plastične mase. Koleno oblikuj iz žice ali žeblja ustrezne debeline.
Pripomočki: 2 x 6, 8, 9, 12, papir, staniol ali alu-folija, bombažna nit, žica.

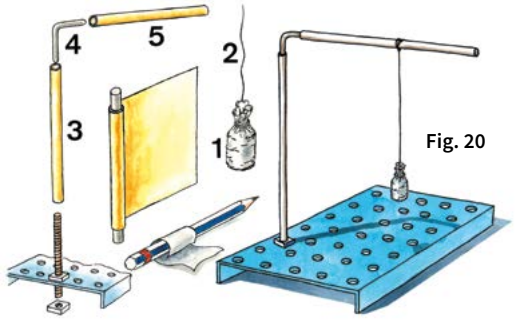


Fig. 20

21. POSKUSI Z ELEKTRIČNIM NIHALOM.

1. Električnemu nihalu približaj naelektreno plastično ploščico. Ta privlači kroglico nihala, vendar jo takoj nato odbije in s ploščico je ne moremo več ujeti.
2. Z roko se dotakni kroglice nihala ter ji nato približaj naelektreno kovinsko ploščico. Naelektrena kovinska ploščica kroglico privlači, a jo nato takoj krepko odbije.
Kako pojasniti te pojave?
Plastična ploščica ima negativni naboj, zato privlači kroglico in s tem tudi ona pridobi negativen naboj ter jo zaradi tega odbije. Kovinska ploščica ima pozitivni naboj. Zaradi dotika se tudi k,roglica pozitivno naelektri in se mora zaradi tega odbiti.
Iz navedenega ugotoviš, da se telesa z enakim električnim nabojem odbijajo.
Pripomočki: (20), 26, 27.

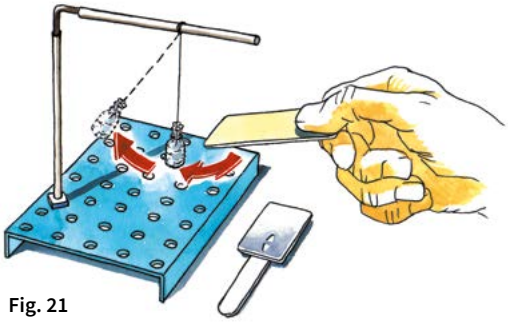


Fig. 21

22. TELESA Z RAZLIČNIM ELEKTRIČNIM NABOJEM SE PRIVLAČIJO.

Za ta poskus potrebuješ dve nihali. Podstavek prvega je plastičen, drugega pa aluminijev zvonec. Nihali razmakni in ju nato naelektri, eno pozitivno, drugo negativno. Ko nihali približuješ, opaziš, da se kroglici privlačita. če se dotakneta, se naboji uravnovesijo. Iz navedenega sledita dva zaključka.
1. Telesa z različnimi naboji se privlačijo.
2. Pozitivni in negativni naboji enakih jakosti se uravnovesijo.
Pripomočki: (20), 6, 13, 25, 26, 27, papir, staniol ali alu-folija, bombažna nit.

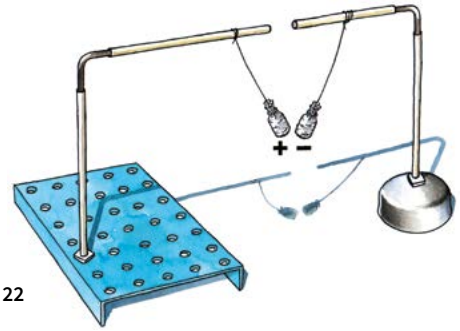


Fig. 22

23. ELEKTROSKOP Z LISTIČI.

Za nadaljnje poskuse s statično elektriko potrebuješ občutljivejši instrument. To je elektroskop z lističi. Naredil(-a) ga boš sam(-a) po naslednjem zaporedju:
1. Z vijakom in matico pritrdi na sredo plastičnega podstavka dvakrat upognjeni trak 60 x 12 mm.
2. Z vijakom in matico pričvrsti na vrh traku aluminijev zvonec tako, da štrli iz njega še 10 mm vijaka. Na vijak nasadi staniolno cev ali (cev iz Al folije), dolgo 9 cm. Izdelava cevi je opisana v poskusu št. 20. Na vrhu cevi pritrdi dva nosilca (b), izdelana iz gole bakrene žice premera 0,3 mm ali iz žice iz konstantana premera 0,2 mm. Nosilec je pravokotnik, dolg 10 in širok 5 mm, izdelan tako, da nastane zavit držaj za pritrditev v cev. Lističa elektroskopa morata biti izdelana iz tankega papirja velikosti 8 x 70 mm. Pritrjena sta na držaja, kakor vidiš na sliki 23 desno. Puščica kaže, kje je papir zalepljen.
Pripomočki: 5, 2 x 6, 8, 13, 20, 25, 36, papir, alu-folija.

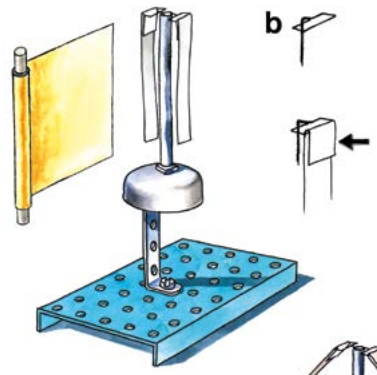


Fig. 23

24. ELEKTRIKA IZ ŠKATLICE ZA VŽIGALICE.

Ovoj škatlice za vžigalice natakni na kovinsko ploščico. Z njim drgni plastično ploščico, nakar ga približaj elektroskopu (slika 24). Lističa se razkleneta. če se dotakneš elektroskopa s prstom, se lističa skleneta. Ovij kovinsko ploščico po vrsti s papirjem, s tekstilom, krznom itd. ter poskusi naelektriti ta telesa z drgnjenjem ob plastično ploščico. Poskusi naelektriti steklo z drgnjenjem s svilo ali z volno.
Pripomočki: (23), 26, 27, ovoj škatlice za vžigalice.


Fig. 24

25. KAPACITETA.

Konec ročaja kovinske ploščice ovij s staniolom, ali Al folijo (glej detajl “a”), tako da dobiš na istem izoliranem ročaju dve kovinski ploščici, veliko in malo (slika 25).
Elektroskop napolni do popolnega odklona (kako to storiš, je opisano v poskusu št. 16). Dotakni se elektroskopa z malo kovinsko ploščico. Kot med lističema se je zmanjšal. Nato se z isto ploščico dotakni svojega telesa in potem zopet elektroskopa. To ponavljaj, dokler se lističa popolnoma ne skleneta.
Elektroskop ponovno napolni in ga zatem na podoben način izprazni z veliko kovinsko ploščico.
Katera ploščica ima večjo kapaciteto ?
Pripomočki: (23), 26, 27, staniol ali (Al folija).

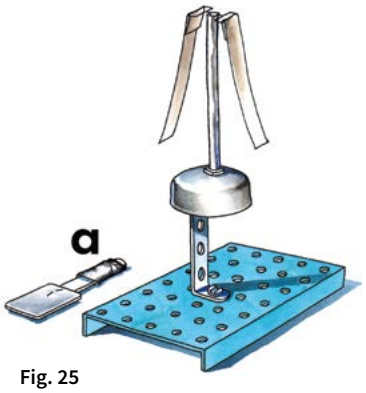
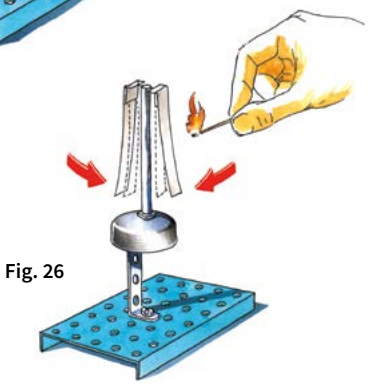


Fig. 25

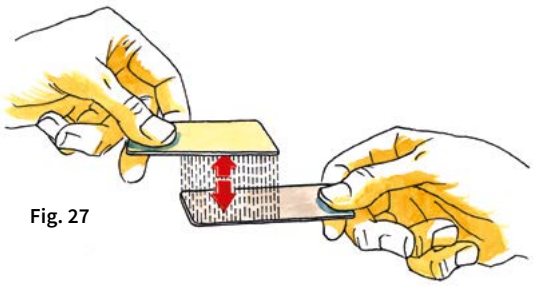
26. IONIZACIJA ZRAKA.

1. Elektroskop napolni do popolnega odklona lističev, nato ugotovi, koliko časa ostaneta lističa razklenjena. Pri suhem vremenu, zlasti pozimi, bosta ostala lističa razklenjena nekaj ur, kar dokazuje, da je zrak dober izolator. Ob vlažnem vremenu se bosta lističa kmalu vrnila v svoj prvotni položaj.
2. Elektroskop znova napolni ter mu nato približaj (previdno, da se lističa ne vžgeta) gorečo vžigalico. Lističa se takoj skleneta. Molekule zraka se začno pod vplivom plamena tako hitro gibati, da se medsebojno ionizirajo, kar pomeni, da ena drugi odvzema ali dodaja elektrone. Zrak se ionizira, ionizirani zrak pa, kot si že spoznal, ni dober izolator, zato strela rada udari v ogenj.
Pripomočki: (23), 26, 27, vžigalice.


Fig. 26

27. ELEKTRIČNO POLJE.

Iz lepenke srednje debeline izreži ploščico take velikosti, kot je plastična ploščica v naši zbirki.
Položi lepenko na rob mize in čeznjo plastično ploščico. Plastično ploščico drgni s papirjem ali suho roko in ga nato dvigni.
Kaj opaziš?
Obenem s plastično ploščico si dvignil(-a) tudi lepenko, čeprav je precej težka.
Plastična ploščica je dobila zaradi drgnjenja negativen naboj, medtem ko je na lepenki zaradi bližine negativnega naboja nastal pozitiven naboj, a pozitivno in negativno se privlači. Privlačnost je lahko precejšnja, kar opaziš pri razmiku obeh ploščic (slika 27). Med ploščicama obstaja električno polje.
Pripomočka: 26, ploščica iz lepenke.


Fig. 27

28. ELEKTRIČNE SILNICE.

Na rob mize položi ploščico lepenke, pod njo pa daljšo nit. Na lepenko položi plastično ploščico ter ga drgni z roko ali s papirjem.
Z eno roko zadrži lepenko na mizi, z drugo roko pa dvigni plastično ploščico 6 - 8 mm visoko. Pri tem čutiš odpor. Konca niti se dvigneta v smeri plastične ploščice. V električnem polju med ploščicami so nevidne električne silnice, v njihovi smeri se vzdigujeta konca niti.
Pripomočki: 26, ploščica iz lepenke, nit.


Fig. 28

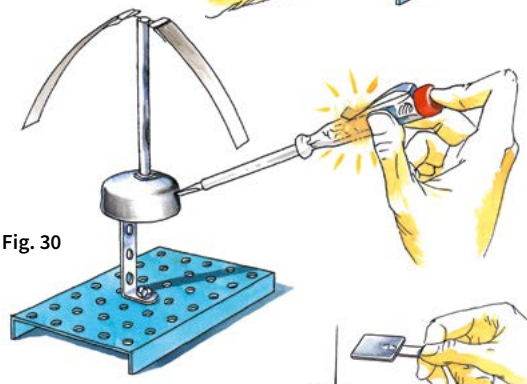
29. KONDENZATOR.

Na rob mize položi naelektreno plastično ploščico in nanjo postavi elektroskop. Lističa se ne bosta odklonila, čeprav je ploščica naelektrena. Zakaj?
Plastična ploščica je negativno naelektrena. Miza v neposredni bližini ima pozitivni naboj, ki je vezan na negativni naboj ploščice. Ko dvigneš plastično ploščico obenem z elektroskopom
8 - 9 cm nad mizo, se zmanjša pozitivni naboj, negativni prevlada in lističa elektroskopa se razmakneta. Pozitivno naelektrena miza in negativno naelektrena plastična ploščica sestavljata kondenzator. Kondenzator je omenjen tudi pri poskusih 27 in 28.
Pripomočki: (23), 26, 27.


Fig. 29

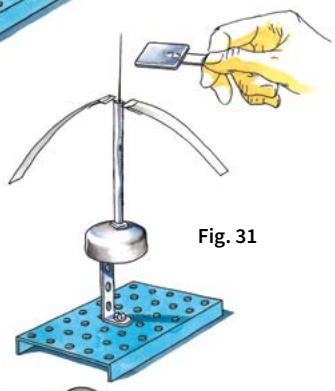
30. DOLOČANJE POLOV S POMOČJO BRLIVKE.

Negativno naelektrenemu elektroskopu približaj brlivko (ni priložena) do dotika. Lističa elektroskopa se skleneta in na eni od elektrod brlivke se prikaže luč. če naelektrimo elektroskop pozitivno, se prikaže luč na drugi brlivkini elektrodi.
Brlivko uporabljamo v aparatih za preskušanje mrežne napetosti. če se dotaknemo z brlivko električnega omrežja, se prikaže luč na obeh elektrodah, ker je v omrežju izmenični tok.
Opomba: preizkus opravi v dovolj temnem prostoru.
Pripomočki: (23), 26, 27, brlivka (ni priložena).


Fig. 30

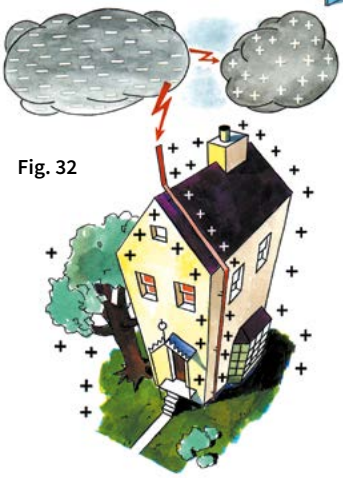
31 DELOVANJE KONICE.

Iglo ali košček žice postavi na elektroskop in njeni konici približaj (ne da bi se je dotaknil (-a) pozitivno naelektreno kovinsko ploščico. Lističa elektroskopa se odklonita, čeprav se elektroskopa nisi dotaknil(-a). Odmakni ploščico in približaj konici igle (ne da bi se je dotaknil(-a) konico druge igle, ali žičke, ki jo držiš v roki. Elektroskop se postopoma prazni. Očividno je, da prehajajo elektroni s posredovanjem konice z enega telesa na drugo. Konice rešujejo v tehniki mnoge težave. V papirnicah se s posredovanjem konic odvaja v zemljo statična elektrika, ki nastaja zaradi trenja papirja ter povzroča, da se papir "lepi". " pomočjo konic se odstranjuje elektrika iz transmisij. Konice uporabljamo pri zaščiti hiš pred strelo.
Pripomočki: (23), 26, 27, igla.


Fig. 31

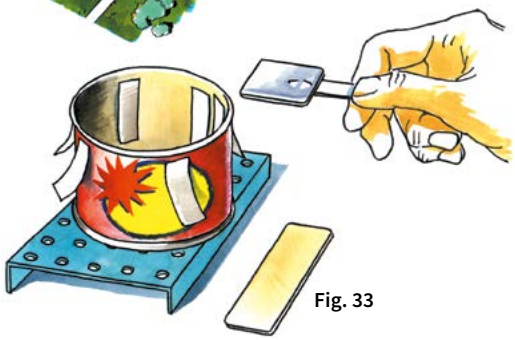
32. STRELOVOD.

Strelovod je sestavljen iz železne palice, na kateri je konica. Od konice vodi k zemlji debela bakrena žica ali trak iz pocinkane pločevine, ki se konča v zemlji na večji kovinski mreži. če se približa hiši oblak, poln elektrike, se po indukciji naelektri tudi hiša. če je oblak pozitiven, je hiša negativna, in obratno. Med hišo in oblakom nastane močno električno polje (kondenzator). Zaradi delovanja konice preidejo elektroni iz oblaka v strelovod in nasprotno. S tem se uravnoteži naboj in obenem nevarnost, da bi udarila strela, če pa strela navzlic temu udari, udari v strelovod, ne pa v hišo. Na večjih hišah je več konic.


Fig. 32

33. FARADAYEVA KLETKA.

Med pravljicami najdemo zgodbo o kralju iz daljnje dežele, ki so mu rojenice ob hčerkinem rojstvu prerokovale, da bo hčerka umrla na svoj 16. rojstni dan. Da bi preprečil uresničitev prerokbe in da bi pred njo obvaroval hčerko, je dal kralj zgraditi utrjeni grad, v katerem je princesa varno prebivala. Toda prav na njen 16. rojstni dan se je nebo pooblačilo, začelo je grmeti in se bliskati. Z močnim treskom je udarila strela v grad in ubila princeso.
Kako lahko danes zavarujemo hiše pred strelo? Lahko jih zavarujemo s strelovodom, toda še varnejša je Faradayeva kletka.
Naslednji poskus ti bo pojasnil, kako taka kletka deluje. Na podstavek iz plastične snovi postavi manjšo pločevinasto posodo (staro konzervno škatlo ali aluminijev lonček). Na notranji in zunanji strani prilepi nekaj lističev tankega papirja (slika 33 kaže samo dva). Dotakni se posode (kletke) z naelektreno kovinsko ploščico. Listič na zunanji strani kletke se odkloni, medtem ko na notranji strani miruje. če še tolikokrat naelektriš posodo, se bo naboj širil samo na zunanji strani, medtem ko ostane notranjost nenaelektrena, nevtralna. To bi se zgodilo tudi v primeru, če bi posodo na več mestih preluknjal(-a) ali če bi namesto pločevinaste posode vzel(-a) posodo iz žičnega pletenja. če oviješ s takim pletenjem hišo, ji strela ne bo mogla škodovati.
Faradayevo kletko uporabljajo zlasti za zaščito skladišč streliva.
Pripomočki: 8, 26, 27, pločevinasta posoda, papir.


Fig. 33

34. ŠE NEKAJ POSKUSOV.

Iz bezgovega stržena ali kosa stiroporja izreži z britvico nekaj kroglic. Kroglicam na mizi približaj naelektreno ploščico. Kroglice živahno poskakujejo med ploščico in mizo. Namesto kroglic lahko narediš tudi valjčke iz tankega papirja.
Pripomočki: 26, 27, papir, bezeg, stiropor.


Fig. 34

35. MOLEKULE, ATOMI, ELEKTRONI.

Vsa narava je zgrajena iz različnih snovi. Element je čista snov, ki jo s kemijsko reakcijo ne moremo razgraditi v enostavnejše snovi. Elementi so sestavljeni iz atomov, ti so pa povezani v molekule. Danes pozna znanost 109 elementov, od tega 92 elementov dostopnih v naravi ostali so umetno ustvarjeni z jederskimi reakcijami.
čeprav so atomi posameznih elementov zelo različni, imata njihova sestava in velikost nekaj skupnih značilnosti.
Vsak atom ima v svojem središču gosto in težko jedro, okrog katerega se neprenehoma vrti več ali manj lahkih elektronov. Najenostavnejši je atom vodika (slika 35 levo). Ta se sestoji iz majhnega jedra (J), okrog katerega se vrti samo en elektron (e), podobno kakor se mesec vrti okrog zemlje. Drugi po vrsti je element helij (slika 35 v sredi). Atom helija se sestoji iz nekoliko večjega jedra, okrog katerega krožita dva elektrona. Jedro litija je še večje, okrog njega krožijo 3 elektroni. Okrog jedra železa, ki je znatno večje in težje od jedra litija, kroži 26 elektronov. Okrog jedra zlata jih kroži 79, okrog jedra svinca 82, okrog jedra urana pa v raznih razdaljah kroži 92 elektronov. Elektroni so v atomih vezani na jedro, podobno kakor je mesec vezan na zemljo in zemlja na sonce. Pri nekaterih telesih lahko za določen čas odvzamemo nekaj elektronov, tako da nastane v njih primanjkljaj. Taka telesa so naelektrena pozitivno, medtem ko so tista, ki imajo višek elektronov, negativno.

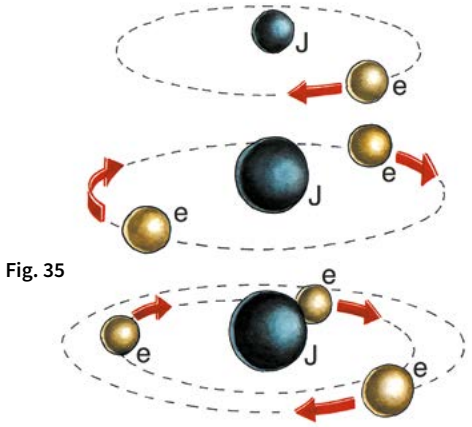


Fig. 35

MAGNETIZEM

36. MAGNETSKA UGANKA.

V naši zbirki najdeš dva težka valjasta kosa. Eden od njiju je podaljšan vijak. S poskusom, pri katerem ne smeš uporabiti nobenih drugih sredstev, moraš ugotoviti:
1. katere od navedenih predmetov je magnet in kateri je železo, ter
2. ali privlači magnet železo ali železo magnet
Poskus lahko izvedeš takole: enega od neznanih predmetov položi na mizo in ga z drugim predmetom poskušaj dvigniti, pri čemer se ga lahko dotakneš v sredini, (zariši na obeh predmetih sredino cilindričnega dela), tako kakor je prikazano na sliki 36 a in b. če predmet lahko vzdigneš, pomeni, da držiš v rokah magnet. če pa predmeta ne moreš vzdigniti, pomeni, da je magnet na mizi. Zakaj je temu tako, boš zvedel(-a) pozneje. S poskusi se lahko prepričaš, da ne privlači samo magnet železo, temveč da tude železo privlači magnet. Privlačenje med magnetom in železom je torej obojestransko.
Pripomočka: 10, 16.

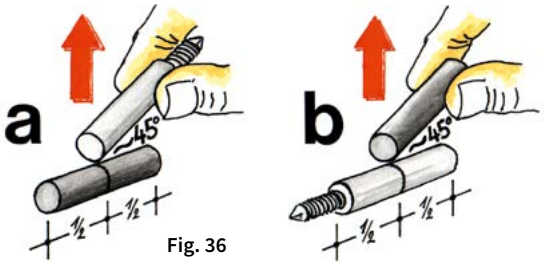
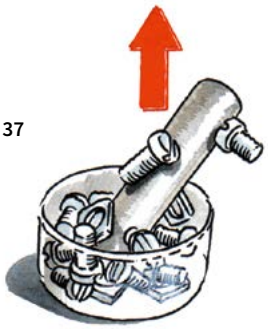


Fig. 36


Fig. 37

37. MAGNET.

že stari Grki so vedeli, da se v bližini mesta Magnezija nahaja ruda, ki privlači železne predmete. Pripovedujejo, da so si kose te rude prilepljali pastirjem na okove njihovih palic. Ta ruda se imenuje magnetit, privlačna sila pa magnetizem.
S pomočjo naravnega magneta lahko napravimo umetni magnet. Kako se to naredi, boš zvedel(-a) pozneje. Tak umetni magnet je v naši zbirki, samo da ni izdelan iz magnetita, temveč s pomočjo elektrike. Z njim lahko vzdignemo vse vijake in matice iz naše zbirke, pa tude mnoge druge železne predmete.
Pripomočki: 5, 6, 10.

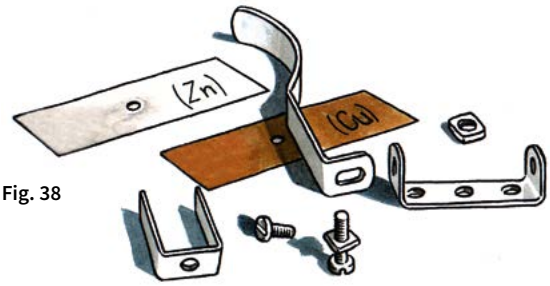


Fig. 38

38. ALI PRIVLAČI MAGNET SAMO ŽELEZNE PREDMETE

Na mizo položi razne kovinske predmete iz zbirke in jih skušaj dvigniti z magnetom. Katere predmete boš vzdignil(-a)? Vse železne predmete, kot napr. matice, vijake, žeblje, pločevinaste trake. Ne boš pa vzdignil(-a) cinka, bakra ali svinca. Z nadaljnjimi poskusi bi se lahko prepričali, da privlači magnet poleg železa tude predmete iz niklja in kobalta. Najmočneje privlači tako imenovane magnetske zlitine, kot AlNi, AlNiCo. Iz zlitine AlNiCo (aluminij, nikelj, kobalt) je izdelan magnet iz naše zbirke.
Pripomočki: 5, 6, 10, 23, 24, kovinski predmeti.

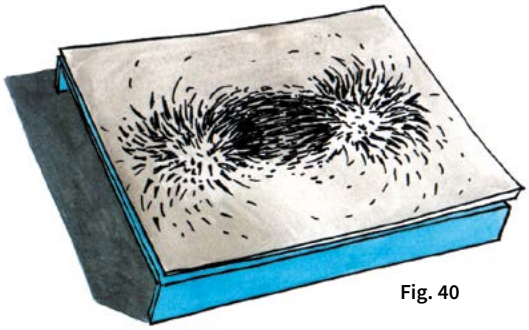

Fig. 39

39. MAGNET IMA DVA POLA.

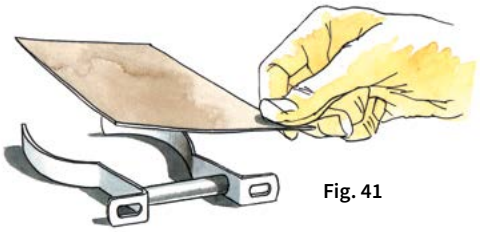
Na list papirja natrosi železnih opilkov, vanje pogrezni magnet ter ga nato vzdigni. Drobci opilkov se „prilepijo“ na magnet, vendar ne po vsej dolžini enakomerno. Področje, na katerem magnet najmočneje privlači, se imenuje pol. Vsak magnet ima dva pola.
Na polih je magnetizem najmočnejši, v sredini magneta pa je enak 0. Ali sedaj lahko rešiš uganko, ki smo jo zastavili v poskusu št. 36?
Pripomočka: 3, 10, list papirja.

40. MAGNETNO POLJE.

Pod kartonom velikosti 9,5 x 7 cm, ki si ga položil(-a) na plastični podstavek, je magnet.
1. železne opilke natrosi na karton in potrkaj po njem s svinčnikom. Opilki se vzdolž nevidnih magnetnih silnic razporedijo v črte, ki potekajo v manjših ali večjih lokih z enega pola na drugega.
2. Zgornji poskus ponovi, pri čemer predhodno dvigni karton za 2 - 3 cm. Tudi sedaj se opilki razporedijo vzdolž magnetnih silnic.

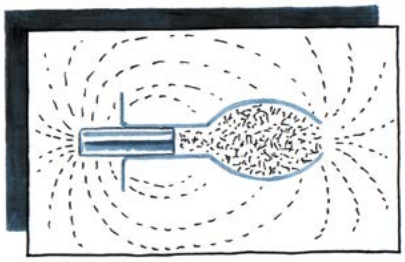

Fig. 40

3. Ponovi zgornji poskus, samo da tokrat postaviš magnet navpično. Tudi v tem primeru boš opazil(-a) pravilen razpored opilkov.
Sklep. V prostoru okrog magneta se razprostirajo magnetne silnice. Te silnice tvorijo polje, ki je najmočnejše na obeh polih.
Pripomočki: 3, 8, 10, karton.


Fig. 41

41. MAGNETNO POLJE MED DVEMA RAZLIČNIMA POLOMA.

Položi magnet na mizo in mu na vsak konec dodaj po en statorski krak, kakor prikazuje slika 41. Vse to pokrij s kartonom in na karton natrosi železne opilke. Narahlo potrkaj po kartonu, železni opilki se razporedijo okrog magneta, kakor si opazil(-a) v prejšnjem poskusu, ter med statorskima pločevinama. Ta ugotovitev je še posebej pomembna za razumevanje generatorja in elektromotorja.
Pripomočki: 3, 10, 15, karton.


Fig. 42

42. POLJE ENAKIH POLOV.

Na mizo položi magnet in dva statorska kraka, vendar tako, da se oba naslanjata na isti pol magneta, kot kaže slika 42. To pokrij s kartonom ter nanj natrosi železne opilke.
Opazovanje: Ne zanimajo te opilki neposredno okrog magneta, temveč opilki med obema statorjema. Tukaj se opilki niso razporedili, kar dokazuje, da v tem polju ni magnetnih silnic, medtem ko se pojavijo zelo goste silnice na zunanji strani statorja. Te potekajo v lokih proti drugemu polu magneta. Iz navedenih poskusov lahko sklepaš, da magnetna pola nista enaka, o čemer se boš prepričal(-a) tudi v naslednjih poskusih.
Pripomočki: 3, 10, 15, karton.

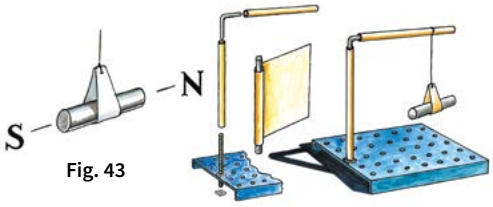


Fig. 43

43. SEVERNI IN JUŽNI POL MAGNETA.

Prepogni kos papirja in njegova krajca poveži z nitko iz bombaža. V papirnato zanko vstavi magnet, da bo visel na niti. V ta namen uporabiš stojalo iz poskusa št. 20.
čez nekaj časa se magnet umiri, tako da kaže z enim koncem proti severu in z drugim proti jugu. Magnet ima dva pola, severnega in južnega. Z barvo ali s kosom papirja zaznamuj severni pol magneta. To je tisti pol, ki kaže proti severu.
Pripomočki: (20), 10, papir, nit.


Fig. 44

44. MAGNETENJE JEKLA IN ŽELEZA.

1. Preko pletilne igle ali večje šivanke, povleci nekolikokrat z magnetom (z enim polom), pri čemer se vračaj vedno v loku, kakor kaže slika 44. Nato pogrezni vrh igle v železne opilke. Igla bo postala magnet. S poskusi se lahko prepričaš, da ima tudi ona dva pola. če jo obesiš na nit, se bo ustavila tako, da bo kazal en konec proti severu, drug proti jugu.
2. Na podoben način namagneti železno palico iz zbirke. Palica bo dvignila samo neznatno število železnih zrnc, kar pomeni, da ni močno magnetična. Tudi ta njen magnetizem se bo hitro izgubil. Jeklo lahko namagnetimo trajno, železo pa samo začasno.
Pripomočki: 3, 9, 10, pletilna igla (železna).


Fig. 45

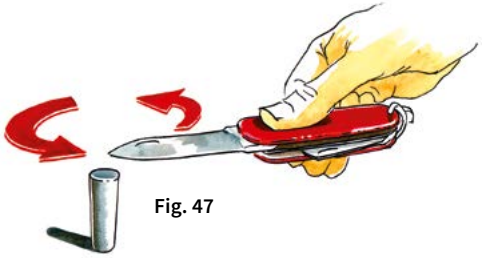
45. VISOKA TOPLOTA UNIČUJE MAGNETIZEM.

Namagneteno pletilno iglo ogrej na plamenu sveče. Igla bo izgubila magnetizem.
Pripomočki: 3, 10, sveča, pletilna igla (železna).


Fig. 46

46. UPOGIBANJE MAGNETA.

Namagneteno pletilno iglo nekolikokrat upogni v raznih smereh in nato preizkusi njeno magnetičnost. Igla izgubi magnetizem. Enako ga zgubi tudi z metanjem ali udarjanjem.
Pripomočki: 3, 10, pletilna igla (železna).


Fig. 47

47. NAMAGNETENJE ŽEPNEGA NOŽA.

Preko rezila žepnega noža povleci nekajkrat z magnetom, kakor kaže slika 47. Ostrino približaj vijakom ali železnim opilkom. Nož je postal magneten. S katerim polom magneta si ga namagnetil(-a) in kateri pol si dobil(-a)?
Ali ti lahko namagneteni žepni nož služi kot kompas ?
Pripomočki: 3, 5, 10, žepni nož.

48. JAKOST MAGNETA.

Spoznal(-a) si že nekaj magnetov. Kateri izmed njih je najmočnejši in kolikšna je njegova jakost? Najmočnejši magnet naše zbirke je iz zlitine AlNiCo. Kako boš preizkusil(-a) njegovo jakost?

a. Poleg magneta potrebuješ kotvo, na katero obesiš skledico, narejeno iz lepenke in tanke vrvice, po sliki 48. Z roko vzdigni magnet obenem s kotvico in skledico. V skledico položi predmete iz zbirke, dokler jih magnet lahko nosi. Zapomni si. V skledico lahko položiš tudi uteži ter tako izraziš nosilnost magneta.

b. Na sredino magneta (označeno pri preizkusu št. 36) pritrdi z vrvico skodelico narejeno pri prejšnjem preizkusu. Na magnet položi oklep jedra skladno s sliko 48b. Kolikšna je sedaj jakost magneta? Čeprav je magnet isti, je jakost mnogo večja. Delujeta oba pola magneta, medtem ko je v prejšnjem poskusu učinkoval samo eden.

Pripomočki: 10, 17, 18, lepenka, nit, razni predmeti.

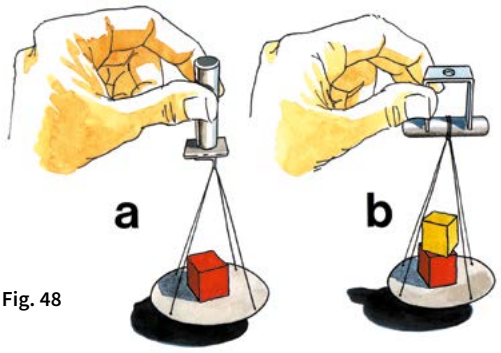


Fig. 48

49. MAGNETNA IGLA.

V kompasu, ki je sestavni del zbirke, je magnetna igla. Ker te igle ne moreš izvleči, si boš naredil(-a) drugo, in sicer na naslednji način.

Dve daljši igli za šivanje položi z ušesi eno preko druge ter ju krepko zveži s tanko nitjo. To namagneti tako, da z enim koncem povlečeš petkrat ali večkrat preko severnega pola magneta, vedno v isti smeri, z drugim koncem pa preko južnega pola. Tako si namagnetil iglo. če obesiš to iglo na 12 - 20 cm dolgo nit ter počakaš, da se umiri, bo kazala z enim koncem proti severu, z drugim proti jugu.

Pripomočki: 10, dve šivalni igli, nit, papir.

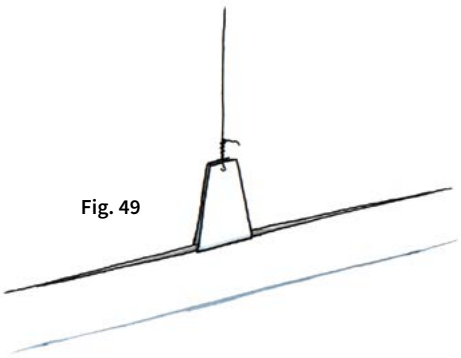


Fig. 49

50. JAKOST MAGNETNEGA POLJA.

Magnetno iglo obesi na stojalo in počakaj, da se umiri. V oddaljenosti 10 cm približaj igl magnet s severnim polom. Ali se je igla premaknila? Počakaj, da se umiri, nato pa magnet hitro obrni. če se zaradi velike oddaljenosti magnetna igla ne premakne, napravi isti poskus v oddaljenosti 8 - 9 cm. Magnetno polje je zelo veliko, čeprav je sam magnet dokaj majhen. Poskusi so pokazali, da jakost magnetnega polja pada s kvadratom oddaljenosti.

Najmočnejše polje je v neposredni bližini magneta.

Pripomočki: (20), (49), 10.

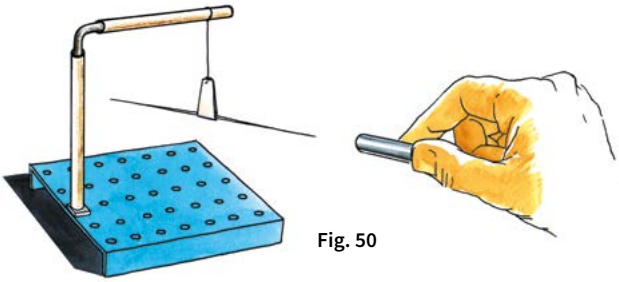


Fig. 50

51. KOMPAS.

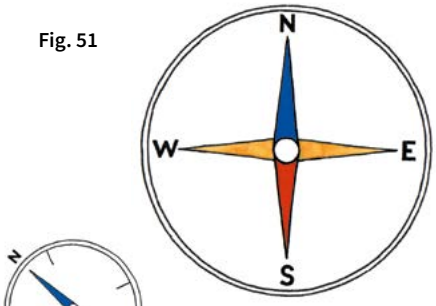
V naši zbirki je kompas nekoliko drugačen od navadnega kompasa ali busole. Ima en del več. Običajni kompas se sestoji iz magnetne igle, ki s svojim modro pobarvanim koncem kaže proti severu, z rdečim pa proti jugu. Magnetna igla se giblje na jekleni konici. Na dnu ohišja magnetne igle je vetrnica z označbami strani sveta. Uporabljajo se mednarodne označbe po angleških nazivih:

S - jug (South)
N - sever (North)
E - vzhod (East)
W - zahod (West)

Naš kompas ima razen navedenih delov še rumeno iglo, ki služi za kazalec, kadar uporabljamo kompas kot galvanoskop. Zaradi boljšega razumevanja bomo v nadaljnih poskusih risali v kompasih samo magnetno iglo.

Pripomoček: 34.

Fig. 51



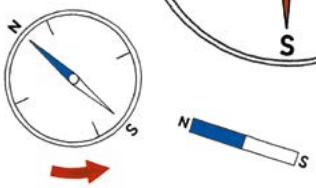
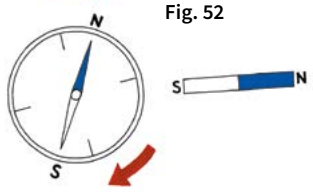


Fig. 52



52. MEDSEBOJNO DELOVANJE POLOV.

1. Južnemu polu magnetne igle približaj severni pol magneta.
2. Severnemu polu magnetne igle približaj severni pol magneta.
3. Napravi gornje poskuse z južnim polom magneta. Spoznal(-a) si zakonitost: istoimenski poli magneta se odbijajo, raznoimenski se privlačijo.

Pripomočka: 10, 34.

53. KOMPAS V MAGNETNEM POLJU.

V sredino večjega risalnega lista položi magnet ter s pomočjo kompasa ugotovi obsežnost magnetnega polja. Magnetno iglo postavi na 30 različnih mest in ob tem opazuj njeno lego (odklon) ter vse nariši na papir.

Magnetna igla se v magnetnem polju postavlja v smer magnetnih silnic.

Pripomočki: 10, 34, papir.

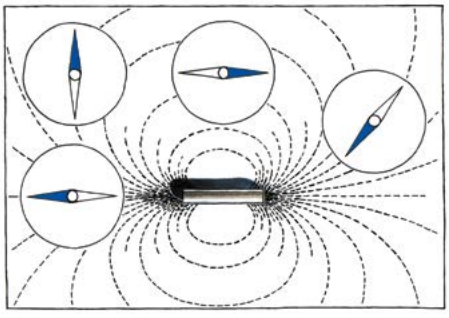


Fig. 53

54. ZEMLJA KOT MAGNET.

Slika 54 prikazuje Zemljo z njenimi magnetnimi silnicami.Premica sever (N) – jug (S) odgovarja geografski osi Zemlje. Ker vpliva tudi zemlja na magnetno iglo, sodimo, da je tudi zemlja ogromen magnet, ki ima svoj južni pol v bližini severnega geografskega pola, severnega pa v bližini južnega. Magnetno polje zemlje obsega vso zemljo. Magnetna igla se postavlja v tem polju v smer magnetnih silnic, ki tečejo od severa proti jugu.

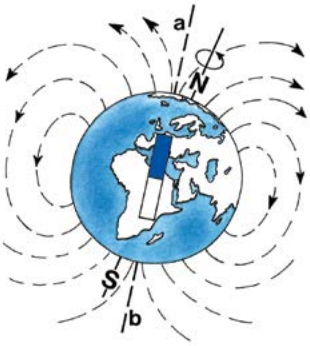


Fig. 54

55. MAGNETNA DEKLINACIJA.

Magnetna pola Zemlje se ne prekrivata z geografskima, zato magnetna igla ne kaže natančno proti severu, temveč se od severa odklanja. Premica a-b (glej sliko 54) se imenuje magnetni meridian. Kot j, ki ga skleneta magnetni meridian (a-b) in geografski meridian (N-S) imenujemo magnetna deklinacija. Z meritvami, ki so trajale leta in leta, so ugotovili, da magnetna deklinacija ni v vseh delih zemlje enaka, celo na istem mestu ni vedno enaka. Ker je kompas pomembno orientacijsko sredstvo v prometu, moramo vedeti, kolikšna je deklinacija na posameznih mestih. Te podatke lahko najdemo v magnetskih kartah.
Pripomoček: 34.



Fig. 55

56. ORIENTACIJA Z GEOGRAFSKO KARTO.

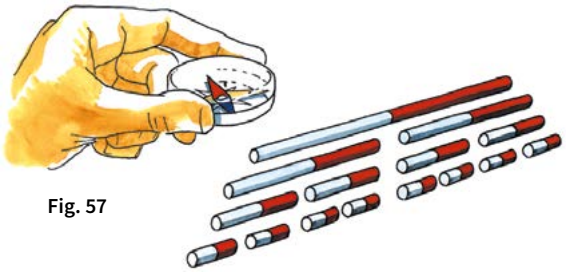
Stensko karto Evrope položi na mizo. Na rob karte postavi kompas ter karto premikaj tako dolgo, da se njen rob ujame s smerjo magnetne igle. V tem položaju je karta usmerjena proti severu. Na karti poišči kraj, v katerem delaš poskus.
Pokaži, v kateri smeri ležijo Ljubljana, Zagreb, Pariz in druga mesta. Da bi bila orientacija s karto popolna, moramo računati z deklinacijo. To je kot, ki ga tvorita geografski in magnetski meridian. Za nekatere naše kraje znaša ta kot 4° proti zahodu.
Pripomočka: 34, karta Evrope.



Fig. 56

57. DELITEV MAGNETA.

Namagneti pletilno iglo. S pomočjo kompasa se lahko prepričaš, da ima dva pola, severnega in južnega.
Prelomi iglo na dva dela. Vsak del je zopet popoln magnet s severnim in južnim polom. še nadalje prelamljaj nastala dela na dva nova.
Na kolikorkoli delov razdeliš magnet, vsak del, ki tako nastane, je popolni magnet.
Pripomoček: 10, 34, pletilna igla (železna).


Fig. 57

58. USMERJANJE MALIH MAGNETOV.

Premešaj škatlo z železnimi opilki iz naše zbirke. Nanjo položi kompas. Ko se igla ustavi v smeri sever-jug, počasi obrni škatlo z opilki obenem s kompasom (slika 58 levo). Magnetna igla ne bo spremenila svoje smeri.
Poskus ponovi še enkrat, tako da položiš na škatlo z opilki magnet in opilke dobro premešaj (slika 58 v sredini). Nato odstrani magnet in na škatlo zopet položi kompas. Igla se bo hitro ustavila. Ko se obrača škatla z opilki, se obrača tudi magnetna igla. Zakaj?
Pripomočki: 3, 10, 34.


Fig. 58

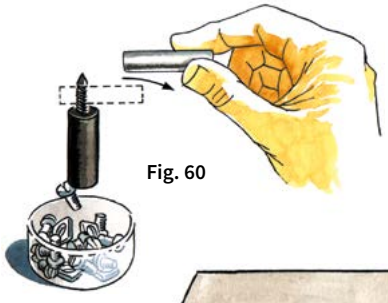
59. MAGNETNA INFLUENCA.

Katerikoli kos železa iz naše zbirke položi v železni opilke. Prepričal(-a) se boš, da ni magnetičen. Vsak kos železa se bo namagnetil, če mu magnet samo približaš (slika 59), brž ko magnet oddaljiš, izgubi železo magnetizem. Ta pojav je poimenovan “magnetna influenca”.
Pripomočki: 3, 10, 15.


Fig. 59

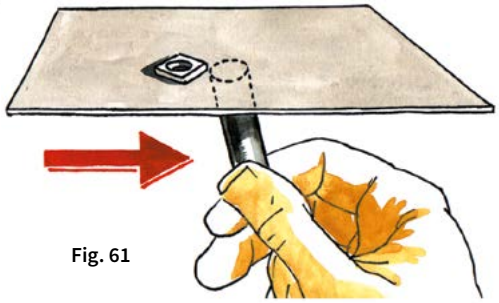
60. REMANENTNI MAGNETIZEM.

železno jedro, ki ga držiš z magnetom, vtakni v škatlo z vijaki in maticami. železo privleče nase mnogo vijakov in matic, kar pomeni, je namagneteno. Vzdigni magnet obenem z železom, vijaki in maticami, primi železo z roko in odstrani magnet. Večina predmetov bo padla z železa, kar pomeni, da je magnetizem popustil.
Posamezni vijaki in matice se bodo nekaj časa držali železa. Magnetizem torej ni popolnoma izginil. Opisani pojav se imenuje magnetna remanenca, ki je zelo pomembna za gradnjo istosmernih generatorjev.
Pripomočki: 5, 6, 10, 16.


Fig. 60

61. DELOVANJE MAGNETA SKOZI RAZNE MATERIALE.

Slika 61 nam kaže poskus, pri katerem je med magnetom in železno matico karton. Kljub temu magnet matico privlači. če premakneš magnet, se premakne tudi matica.
Preizkusi, ali deluje magnet skozi plastično ali leseno ravnilo, na katero si položil(-a) matico. S poskusi se lahko prepričaš, da deluje magnetno polje skozi steklo, baker, aluminij, les in tudi skozi mnoge druge materiale, na železu pa se zaustavi.
Pripomočki: 6, 10, karton, leseno ravnilo.


Fig. 61

62. BLOKIRANJE MAGNETA.

Magnet iz naše zbirke položi v železno škatlo od bonbonov ali podobno škatlo. S kompasom se lahko prepričaš, da je magnetno polje zaradi tega zelo oslabelo. če bi bile stene škatle debelejše, bi bilo delovanje magneta popolnoma blokirano. Z železnimi oklepi lahko preprečimo delovanje zunanjih magnetov na notranjost oklepa.
Pripomočki: 10, 34, železna škatla.



Fig. 62

63. ASTATIČNI PAR MAGNETNIH IGEL.

V tehniki pogosto uporabljamo magnetne igle, ki niso pod vplivom zemeljskega magnetizma. To so astatični pari igel, ki si jih lahko napraviš na sledeči način.
Dve daljši igli za šivanje namagneti, tako da nastanejo pri ušescih istoimenski poli. Igli zabodi v papirnato cevčico, da so poli z vsake strani raznoimenski (slika 63). če tak astatični par obesiš na tanko nezvito nit, se magnetni igli ne bosta postavili v smer sever-jug. Astatični par igel uporabljamo pri gradnji občutljivih galvanoskopov in galvanometrov.
Pripomočki: 10, dve šivalni igli, papir, nit.

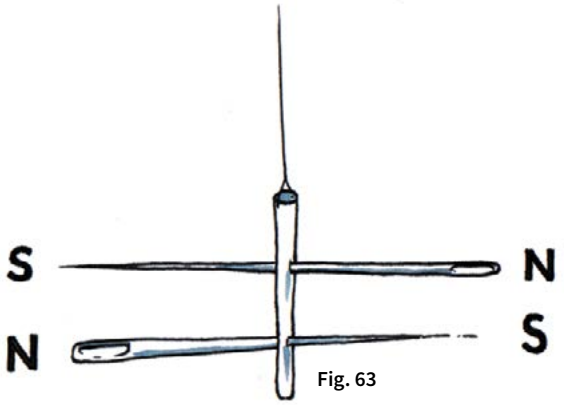


Fig. 63

64. MAGNETNA ZAVORA.

Na stojalo, ki si ga uporabil(-a) v poskusu št. 20, obesi aluminijev zvonček z odprtino navzdol, kot kaže slika 64. (To najlaže dosežeš, če okrog roba zvončka prilepiš debelejši papir ter nanj pritrdiš tri niti, s katerimi obesiš zvonček na stojalo.) Zvonček mora viseti tako visoko, da je pod njegovim robom prostor za magnet.
Poskus ima dva dela:
1. Magnet odstrani, zvonček označi na obodu z eno črtico in ga zavrti (navij) z roko za tri obrate, zvonček izpusti in štej, koliko obratov bo naredil, da se vrne v začetno stanje.
2. Ko se zvonček sam od sebe popolnoma umiri, podloži pod njegov rob magnet ter zavrti zvonček na enak način kot pri prvem poskusu in zopet štej obrate v drugi smeri. V drugem poskusu zvonček ne bo napravil toliko obratov kot v prvem in vrtel se bo počasneje.
Kako to?
Veš že, da magnet ne privlači aluminija, vendar pa si opazil(-a), da deluje kot zavora. Zvonček se v magnetnem polju vrti. Magnetne silnice povzročajo v aluminiju nastanek električnega toka, ki ima svoje pole nasproti polju magneta. Zaradi tega pride do zaviranja.
Pripomočki: (20), 10, 13, nit.

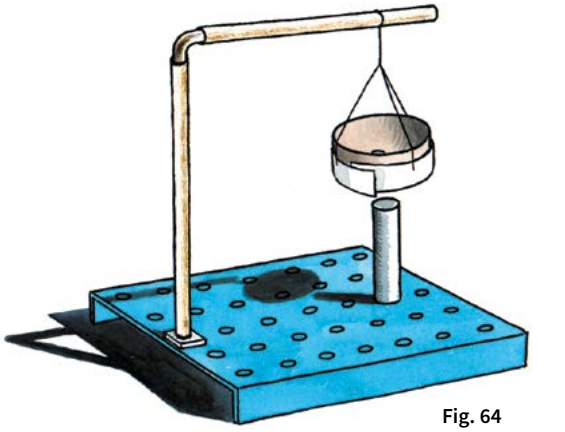


Fig. 64

65. LADIJSKI KOMPAS.

Ladijski kompas je zgrajen drugače kot kompas, ki si ga uporabljal(-a). Narediš si lahko model ladijskega kompasa.
Iz tankega kartona izreži krog s premerom 10 cm ter nanj nariši vetrnico, kot jo ima naš kompas. Razen tega nanesi na obod kroga skalo 360° od znaka N naprej. Na to vetrnico prilepi z dvema papirnatima trakoma magnetno iglo iz poskusa št. 49, da pade njen severni pol na znak N. Tako narejenega kompasa ne moreš nasaditi na konico, zato ga s tankimi nezvitimi nitmi obesi na stojalo, ki smo ga izdelali pri poskusu št. 20. Pri tem kompasu se ne vrti le magnetna igla, temveč tudi vetrnica. čez nekaj časa se kompas ustavi, igla kaže smer sever-jug. Pod kompas položi knjigo, ki naj ti predstavlja ladjo. Na knjigo namesti kratek papirnat trak z navpično črto. če je ladja obrnjena natančno proti severu, bo severni pol tvojega kompasa sovpadal s črto. Sedaj pride kapitan in ukaže: „Ladjo 8° vzhodno.“ Krmar bo obrnil krmilo in s tem tudi ladjo, tako da bo črtica na 8° vzhodno. Magnetna igla bo pri tem še naprej kazala proti severu. Da bi se preprečile napake, ki bi lahko nastale zaradi zibanja ladje, je ladijski kompas obešen na dvojnem obroču, tako imenovanem kardanu.
Pripomočki: (20), (49), karton, papir, knjiga, nit.

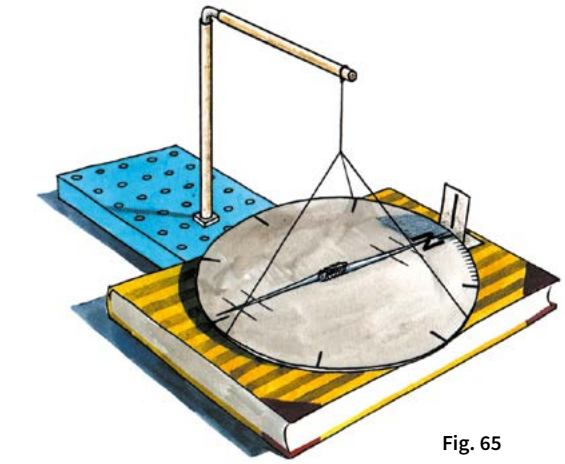


Fig. 65

66. MAGNETNA DEVIACIJA.

Izvrši ukaz poveljnika ladje iz prejšnje točke. Ladja sedaj ne pluje več proti severu, temveč 8° vzhodno. Približaj svojemu kompasu večje kladivo ali kak drug železni predmet.
Veš, da se magnet in železo medsebojno privlačita, zaradi česar bo kladivo privleklo magnetno iglo in ladja bo zaradi nastalih motenj krenila s prave poti. Take motnje se pojavljajo na vseh ladjah. Imenujemo jih magnetne devijacije. Te pojave povzroča predvsem
ladja sama, ker je iz železa in železni so tudi stroji, ki jo premikajo. Motnje lahko povzroči tudi tovor, če vsebuje železo, nikelj ali kobalt.
Da prepreči deviacijo, je ladijski kompas opremljen z gibljivimi magnetnimi paličicami in železnimi kroglicami. Deviacijo ladijskega kompasa lahko popraviš, če magnetni igli približaš z druge strani kos železa ali majhen magnet, dokler se kompas ne vrne na smer 8° vzhodno.
Pripomočka: (65), kladivo.

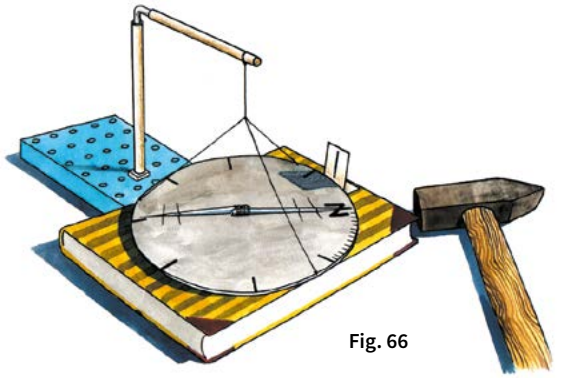


Fig. 66

67. MAGNETNE IGLE NA VODI.

S šestimi šivankami lahko narediš zanimiv poskus, ki bo pokazal posledice medsebojnega privlačevanja in odbijanja magnetnih polov. Igle namagneti v isti smeri. Iz plutovinastega zamaška izreži 6 enakih majhnih kock. V te kocke zabodi pripravljene magnetne igle ter jih nato postavi z ušesi navzdol v širšo posodo z vodo.
Magnetne igle plavajo. Ker so njihovi magnetni poli na istih koncih, se odbijajo, toda le nekaj časa. Na njih se pojavljajo privlačne sile med vrhovi igel z enim polom in ušesci z nasprotnim polom. Posledice privlačevanja in odbijanja so liki, v kateri se razporejajo magnetne igle.
Naredi isti poskus s petimi, štirimi ali tremi iglami.
Opomba: Posoda mora biti dovolj široka in ne sme biti iz železa.
Pripomočki: 10, posoda z vodo, 6 igel, 6 manjših plutovinastih čepov.

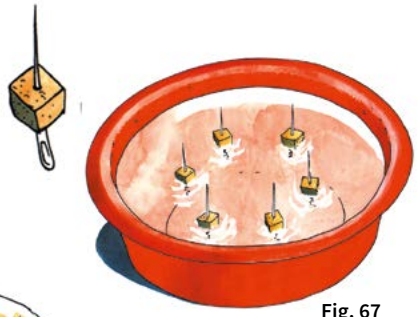


Fig. 67

68. VRTEČE SE MAGNETNO POLJE.

Magnet, ki visi na tanki niti, zavrti 8 - 10 krat v isti smeri in nato ga pusti, da se vrti. Pod magnetom namesti kompas. Obenem z magnetom se vrti tudi magnetna igla kompasa, ker se obenem z magnetom vrti tudi njegovo magnetno polje.
Pripomočki: 10, 34, papir, nit.



Fig. 68

ELEMENTI IN BATERIJE

69. BATERIJA.

Baterijo lahko kupiš v vsaki trgovini. Naša baterija je podobna pokončni škatli. Iz nje molita dva priključka. To sta pola baterije. Manjši priključek je pozitivni pol, zaznamujemo ga z znakom „+“, večji priključek je negativni pol, označimo ga z znakom „-“. Polov baterije se ne smeš dotikati, ker se sicer baterija hitro iztroši. Prav tako se polov baterije ne sme kratkostičiti.

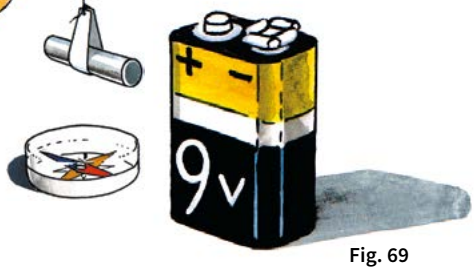


Fig. 69

70. POSKUS BATERIJE.

V zbirki najdeš več pripomočkov, s katerimi lahko preizkusiš jakost baterije. Ti izberi električno žarnico ali galvanoskop. če žarnica sveti oziroma, če se kazalec galvanoskopa odkloni je baterija brezhibna. Pri preizkušanju se baterija prazni.
Pripomočki: 2 x 7, 8, 14, 33, 35, baterija.

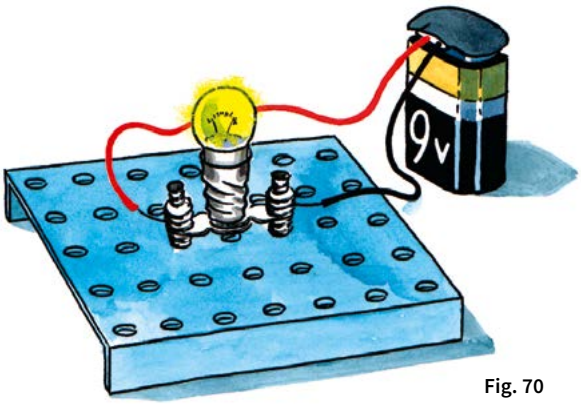


Fig. 70

71. ELEKTRIČNA ŽARNICA.

Delovanje električne žarnice naj pojasni naslednji poskus: V deščico zabij dva žeblja, tako da sta drug od drugega oddaljena 1 cm. Med njima razpni železno žico debeline 0,1 mm. Skozi žico spusti tok iz nove baterije (slika 71 levo). železna žica bo zažarela. če bi uporabil(-a) tok iz dveh baterij, bi žica pregorela. Na tej osnovi so zgrajene električne žarnice. V steklenem balonu, v katerem ni zraka, je zelo tanka žica iz volframa, kovine z visokim tališčem. Ta žica pod vplivom toka zažari, a ne more pregoreti, ker v balonu ni kisika. V balonu ni zraka, v njem je argon.
žarnica je zelo občutljiva priprava. Ne sme pasti, niti se tresti, zlasti ne takrat, ko sveti. Uporabljati se sme samo za predpisano napetost, ki je natisnjena na navojnici. žarnico iz zbirke lahko priključiš na baterijo napetosti 9 V. Pri večji napetosti bi nit pregorela.
Pripomočki: deščica, 2 žeblja, železna žica, baterija.
OPOZORILO: - Baterija v kratkem stiku!
- Baterija naj bo prikjučena samo kratek čas – kolikor je
- potrebno za razumevanje poskusa!
- Pazi, da se ne opečeš!

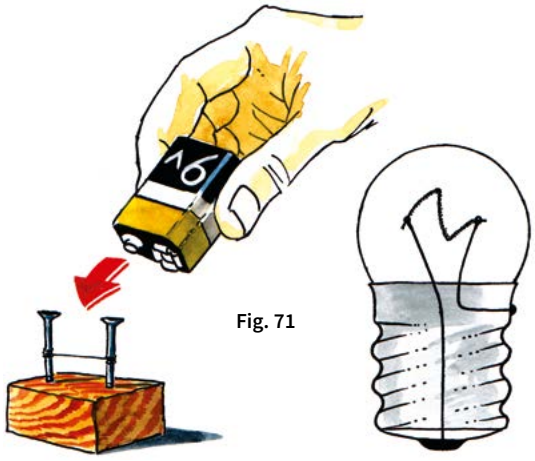


Fig. 71

72. NOTRANJOST BATERIJE.

9 V baterija se sestoje iz šestih členov ali elementov (ne zamenjuj z elemente v kemiji). Vsak element je sestavljen iz cinkaste posodice, vrečice z ogljenim prahom in salmiakove raztopine. členi so medsebojno povezani na naslednji način:
Cink prvega člena je prost – negativni priključni pol
Oglje prvega člena je zvezano s cinkom drugega člena.
Oglje drugega člena je zvezano s cinkom tretjega člena.
Oglje zadnjega – šestega člena je prosto – pozitivni priključni pol
Iz baterije štrlita dva priključna pola, negativni in pozitivni pol.

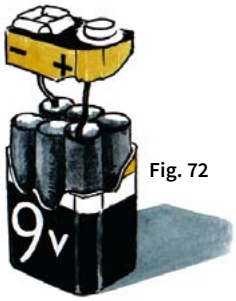


Fig. 72

73. OBRABA BATERIJ.

Baterije trajajo le nekaj časa. Ko se izrabijo, jih odvržemo. Kaj se v baterijah izrabi? Izrabile so se cinkaste posodice, postale so razjedene. Izrabi se tudi salmiakova raztopina (amonijev klorid). Popolnoma dobre so vrečice z ogljeno paličico in prahom manganovega oksida.
Iztrošene baterije odvrzite v za to določene zabojnike (zbirališča).



Fig. 73

74. ELEKTRIKA IZ ŽABJIH KRAKOV.

Leta 1791 je bil objavljen znameniti poskus Galvanija, profesorja anatomije na vseučilišču v Bologni. Na železno mrežo je obesil bakren klin, na katerem sta visela dva žabja kraka. Zaradi vetra sta se kraka gugala ter se ob tem dotikala železne mreže. Kadarkoli se je to zgodilo, sta se stresla, kakor da bi bila živa. Galvani je mislil, da povzroča tresljaje elektrika živalskega telesa. Istega mnenja so bili mnogi znanstveniki tiste dobe. Aleksander Volta, univerzitetni profesor v Paviji, pa je menil drugače. Tudi on je trdil, da povzroča tresljaje elektrika. Zavračal pa je mnenje, da je to elektrika živalskega telesa. Trdil je, da nastaja elektrika zaradi tega, ker se z ene strani dotikata dve kovini, železo in baker, medtem ko je na drugi strani med tema kovinama vlažno telo, za katero pa ni nujno, da je živalskega izvora. Več let je trajala bitka med Voltom in pripadniki Galvanijevega naziranja. šele leta 1799 je Volta izdelal pripravo, s pomočjo katere je dokazal svojo trditev.
Tudi ti boš izdelal(-a) to pripravo, toda prej se moraš seznaniti z aparatom za merjenje elektrike. Ta aparat se imenuje galvanoskop.

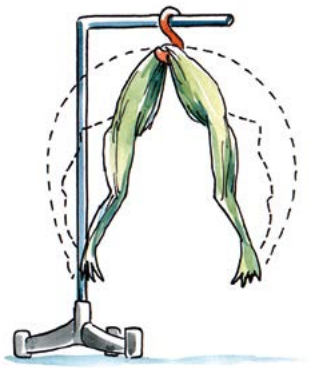


Fig. 74

75. GALVANOSKOP.

Galvanoskop iz zbirke ima tri sestavne dele: kompas (K), podlogo (P), in tuljavo (T).
Kompas ima razen magnetne igle z rdeče-modrima krakoma tudi rumeno kovinsko iglo.
Pri merjenju moraš kompas vtakniti v tuljavo galvanoskopa in ga obrniti tako, da kaže rumeni kazalec na O.
Kadar meriš, ne smejo biti v bližini galvanoskopa magnet ali železni predmeti.
Pripomočka: 1, 34.

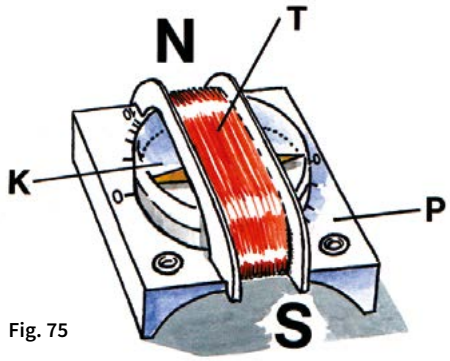


Fig. 75

76. VOLTOVO ODKRITJE.

Cinkasto ploščico (Zn) in bakreno ploščico (Cu) iz zbirke očisti z brusnim papirjem, ju dobro obriši in z dvema žicama poveži z galvanoskopom, kakor kaže slika 76. Rumeni kazalec galvanoskopa mora kazati na O.
Poskusi:
1. Med ploščici položi kos časopisnega papirja. Kazalec galvanoskopa se ne bo premaknil.
2. Papir med ploščicama zmoči z navadno vodo. Kazalec se bo odklonil. Dokaz, da teče skozi galvanoskop električni tok.
3. Zamenjaj pole (žico, ki je zvezana s cinkom, zveži z bakrom in nasprotno). Kazalec se bo zopet odklonil, toda v nasprotni smeri.
4. Pritisni ploščici tesno eno na drugo. Odklon kazalca se bo povečal.
5. Zmanjšaj površino ploščic. Odklon se bo zmanjšal.
Voltov poskus se je razlikoval od našega. V njegovi dobi še niso poznali galvanoskopa, s katerim bi lahko ugotovili neznatne električne tokove. Tok je Volta dokazal s tako imenovanim voltovim stebrom. Na majhno okroglo cinkasto ploščico je položil vlažno, enako veliko sukneno krpico, na krpico je postavil bakreno, nato cinkasto ploščico, sukneno krpico, bakreno ploščico itd. Vedno izmenoma, okoli 60-krat. Tako je ta priprava dobila obliko stebra. V tem stebru se torej dotikata te dve kovini s posredovanjem tekočine v suknu. Pri dotiku se tvori električni tok. To je bila prva priprava (baterija), ki jo je napravil človek, za proizvodnjo električnega toka. S tako enostavnim odkritjem si je pridobil Volta v znanosti neminljivo slavo.
Po njem se imenujeta enota napetosti toka - „volt“ in priprava za merjenje napetosti - „voltmeter“. Priprava, ki si jo sestavil(-a) v poskusu št. 76, se imenuje voltov člen ali voltov element. Od voltovega odkritja pa do danes je bilo izdelanih mnogo najrazličnejših členov oziroma elementov.
Vsi ti elementi se imenujejo na čast Galvanija - galvanski elementi.
Pripomočki: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, papir, voda.

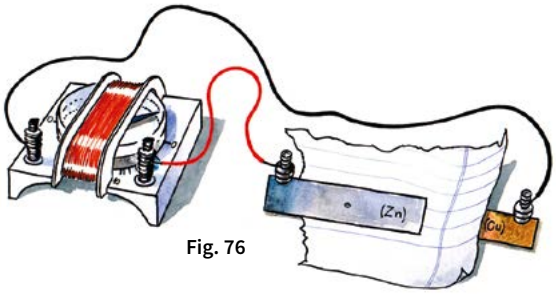


Fig. 76

77. ELEMENT IZ BAKRA, CINKA IN KUHINJSKE SOLI.

V steklen kozarec, napolnjen s slano vodo, vtakni ploščici iz bakra in cinka, ki si ju z dvema žicama spojil(-a) z galvanoskopom (slika 77). Kazalec galvanoskopa se bo močno odklonil, kar pomeni, da se v elementu tvori tok.
Pripomočki: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, kozarec, voda, sol.

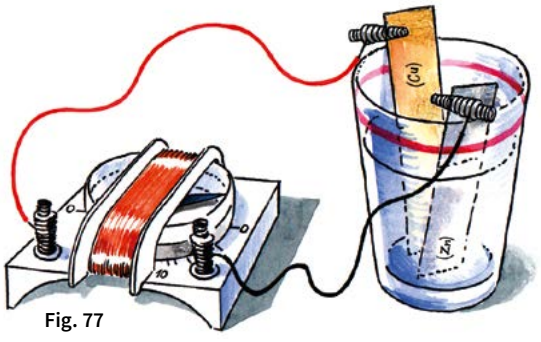


Fig. 77

78. POLARIZACIJA IN DEPOLARIZACIJA.

1. Galvanski element iz cinka, bakra in kuhinjske soli spoji z galvanoskopom kakor pri poskusu št. 77. Opazuj kazalec galvanoskopa! V začetku se odkloni, kar dokazuje, da daje element tok. Počasi pa se kazalec vrača. Tok se očitno zmanjšuje. če dodajaš sol, lahko tok nekoliko okrepiš, toda ne za dolgo. Kaj povzroča padec toka? Na bakreni ploščici se kopičijo mehurčki vodika, ki nastajajo zaradi razpadanja kuhinjske soli. Ti mehurčki preprečujejo delovanje elementa. Pojav se imenuje polarizacija.
2. Z leseno paličico ali s krpico odstrani mehurčke bakra! Element zopet daje tok.
3. Odlij nekaj vode in napolni element z opranim drobnim peskom. Element daje tok dalj časa. Mehurčki vodika se spojijo s kisikom iz zraka v vodo, zrak pa je med peščenimi zrnci. S tem se preprečuje polarizacija. Pesek torej deluje kot depolarizator.
Pripomočki: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, kozarec, voda, sol, pesek.

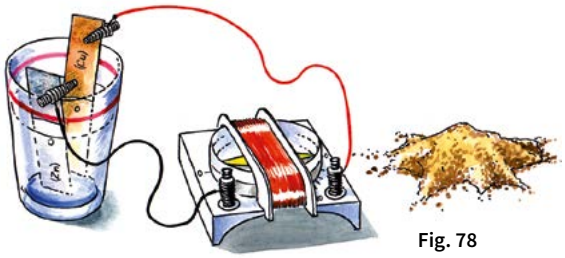


Fig. 78

79. LECLANCHÉJEV ELEMENT.

9V baterija se sestoji iz šestih Leclanchéjevih elementov, v katerih je cink negativni pol, oglje pozitivni, manganov oksid pa depolarizator. Elektrolit (tekočina med poloma) je raztopina salmiaka v vodi v razmerju 1:3. Raztopina je pomešana s škrobnim lepilom in zato ne peče. To je tako imenovana suha baterija.



Fig. 80

80. KAKO NASTAJA V ELEMENTU TOK.

Pod vplivom električnih sil, ki vladajo med tekočinami in kovinami, izločajo kovine pozitivne ione. Zato se na kovinah, v tvojem primeru na cinku, pojavlja višek elektronov. če spojiš s spojnimi žicami (izven elementa) cink z ogljem (oziroma v prejšnjem poskusu z bakrom), krožijo elektroni s cinka, kjer jih je več, proti bakru, kjer jih je manj. Tako nastaja električni tok. Toda kaj so ioni? Kot že veš, so telesa, sestavljena iz molekul in atomov, atomi pa so sestavljeni iz jeder in elektronov. Vsak atom ima določeno število elektronov. če se odstrani iz atoma ali iz skupine atomov nekaj elektronov, se atom pretvori v ion. Ion nastane tudi, če se atomu ali skupini atomov da več elektronov, kot mu pripada. V prvem primeru je ion pozitiven, v drugem negativen.
Slika 80 kaže na levi strani shematski pozitivni, na desni strani pa negativni ion.

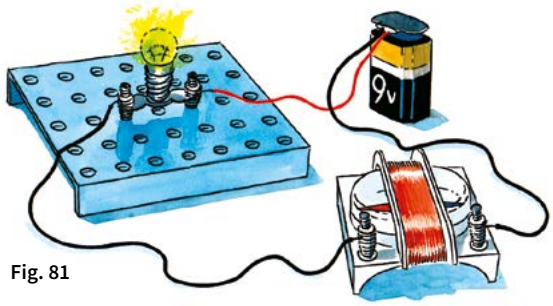


Fig. 81

81. TOKOVNI KROG.

Slika 81 prikazuje tokovni krog, ki ga tvorijo baterija, žarnica, galvanoskop in spojne žice. Tok teče iz baterije v žarnico, iz žarnice v galvanoskop in iz galvanoskopa v baterijo. Dokler tok teče, žarnica sveti in se kazalec galvanoskopa odklanja.
če pa se tokovni krog na kakem mestu prekine, tok neha teči. Tok teče samo v zaprtem tokovnem krogu.
Pripomočki: 1, 4 x 7, 8, 14, 33, 34, 35, baterija.

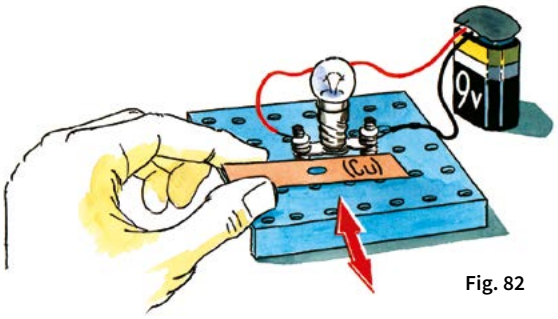


Fig. 82

82. KRATEK STIK.

Z žarnico in baterijo vzpostavi tokovni krog, kot prikazuje slika 82. žarnica sveti. če se dotakneš obeh polov baterije z bakreno ploščico ali kakim drugim kovinskim predmetom, žarnica ugasne. Naredil(-a) si kratek stik. V kratkem stiku se baterija hitro iztroši. Iz negativnega pola teče zelo močan električni tok brez vsakega odpora (preko kratkega stika) na pozitivni pol baterije. če želiš, da bi baterija dolgo trajala, se moraš izogibati kratkega stika.
Pripomočki: 2 x 7, 8, 14, 24, 33, 35, baterija.

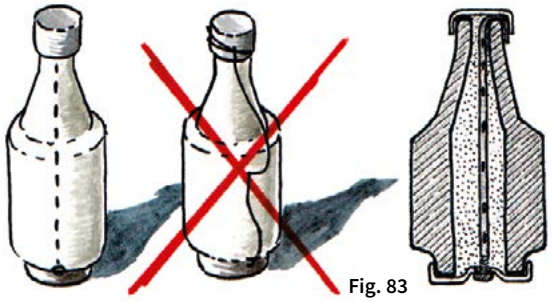


Fig. 83

83. VAROVALKA.

Električni tok v gospodinjstvu ima napetost 220 V. Da ne bi prišlo do škode zaradi kratkega stika, so v električni vod vgrajene varovalke. Nameščene so nad električnimi števci in so lahko elektromagnetične ali termične. Tu bomo govorili o termičnih varovalkah. Varovalka (slika 83) se sestoji iz keramičnega valja (1), s kremenčevim peskom (2), v katerem je tenka žica (3), pritrjena z metalnima kapicama in vzmetko (4), ki v primeru kratkega stika porabnika ali tokovne preobremenitve pregori.
če se to zgodi, je treba najprej poiskati napako v električnem omrežju. Vzrok pregora je lahko preveliko število vključenih aparatov (tokovna preobremenitev s seštevanjem porab), ali pa kratek stik na enem od porabnikov. Ko odpravimo okvaro, namestimo novo varovalko. Prepovedano in zelo nevarno je popravljanje pregorelih varovalk, kakor to ponazoruje slika 83 desno. V tem primeru pride lahko do požara ali do poškodbe aparata.

84. ELEKTRIČNO TIPKALO.

Na sliki 84 je prikazano električno tipkalo in način njegovega spajanja z baterijo in žarnico. če pritisneš na tipkalo, se tokovni krog strne in žarnica sveti, dokler pritiskaš na tipkalo. Na zgoraj opisani način deluje tipkalo pri električnem zvoncu.
Pripomočki: 2 x 5, 2 x 6, 6 x 7, 8, 14, 24, 28, 33, 35, baterija.

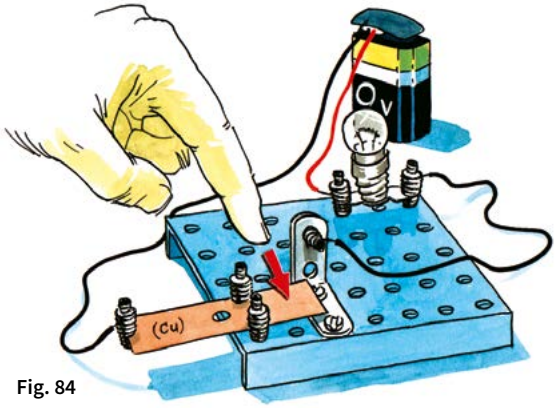


Fig. 84

85. TELEGRAFIRANJE S POMOČJO SVETLOBE.

Električno tipkalo iz poskusa št. 84 lahko uporabiš kot telegrafski aparat. Telegrami se prenašajo z Morzejevo abecedo, ki je sestavljena iz dolgih in kratkih svetlobnih žarkov (slika 85). Svetlobni telegraf je zato ugoden, ker za prenos znakov ni potrebna žica. Pomanjkljivost pa je v tem, ker se lahko z njim poveže samo kraje, ki so vidni in ker se ga ne more uporabljati podnevi. če želiš varovati tajnost sporočila, moraš uporabljati šifre.

A • −	J • − − −	S • • •	1 • − − − −
B − • • •	K − • −	T −	2 • • − − −
C − • − •	L • − • •	U • • −	3 • • • − −
D − • •	M − −	V • • • −	4 • • • • −
E •	N − •	W • − −	5 • • • • •
F • • − •	O − − −	X − • • −	6 − • • • •
G − − •	P • − − •	Y − • − −	7 − − • • •
H • • • •	Q − − • −	Z − − • •	8 − − − • •
I • •	R • − •		9 − − − − •
			0 − − − − −

Fig. 85

86. STIKALO.

Električno tipkalo, ki si ga spoznal(-a) v poskusu št. 84, je primerno samo za instalacije, pri katerih se vključuje tok le za kratek čas, kot na primer pri svetlobnem telegrafu in električnem zvoncu. če želiš vključiti tok za daljši čas, potrebuješ stikalo, ki ga v najenostavnejši izvedbi prikazuje slika 86. če obrneš vzvod stikala na levo, vzpostaviš tokovni krog in žarnica bo svetila, dokler vzvoda ne obrneš na desno.
Pri stikalih v hišnih instalacijah obračaš vzvod vedno v isti smeri, nameščen pa je v izoliranem ohišju. Kovinskih delov teh stikal se ne smeš dotikati z rokami, ker gre za visoko napetost.
Pripomočki: 3 x 5, 3 x 6, 4 x 7, 8, 14, 24, 2 x 28, 33, 35, baterija.

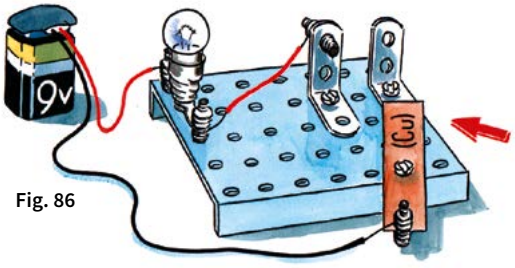


Fig. 86

87. STIKALO ZA DVE ŽARNICI.

Z enim stikalom lahko prižigaš in ugašaš več žarnic. Slika 87 prikazuje dve žarnici, ki se izmenoma napajata iz iste baterije. Podobno stikalo za tri žarnice bi bilo potrebno na primer
pri semaforju v prometu, kjer se izmenoma vžigajo rdeča, rumena in zelena luč.
Pripomočki: 3 x 5, 3 x 6, 7 x 7, 8, 2 x 14, 24, 2 x 28, 33, 2 x 35, baterija.

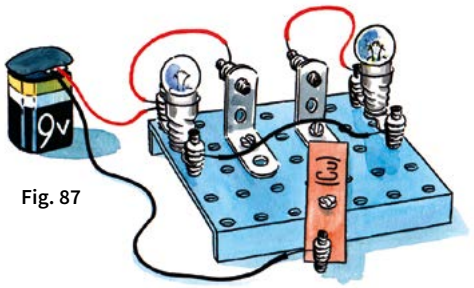


Fig. 87

88. ENA ŽARNICA Z DVEMA STIKALOMA.

Kakšna instalacija bi bila potrebna, da bi se žarnica v sredini stopnišča prižigala ter ugašala tako iz pritličja kakor tudi iz prvega nadstropja? Ta instalacija ima dve stikali, žarnico, vir energije (v našem primeru baterija) in spojne žice.
S pomočjo sestavnih delov zbirke lahko sestaviš dve stikali, z vsake strani podstavka po eno. Slika 88 kaže, kako sta stikali medsebojno povezani in kakšen je njun spoj z žarnico in baterijo. Z vsakim stikalom lahko prižgeš ali ugasneš. Lahko pa žarnico prižgeš z enim stikalom, z drugim jo v nadstropju ugasneš, ali nasprotno.
Opisana instalacija se imenuje korespodentna.
Pripomočki: 6 x 5, 6 x 6, 8 x 7, 8, 14, 23, 24, 4 x 28, 33, 35, baterija.

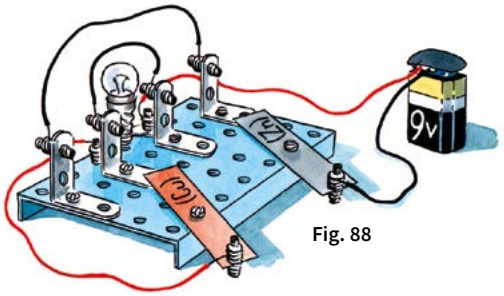


Fig. 88

89. VZPOREDNO VEZANJE ŽARNIC.

1. Na baterijo postopoma priključi tri žarnice.
Opazovanje: Prva žarnica sveti s polnim sijajem, prav tako tudi druga in tretja. Kolikšna je moč porabljenega toka ?
Napetost baterije je 9 V. Prva žarnica porabi 0,05 (50mA) ampera, druga in tretja enako.
Električna moč je torej:
P= 9 (3 x 0,05) = 1,35 W
2. Eno od žarnic iz gornjega poskusa odvij iz grla. Drugi dve svetita dalje.
Vzporedno vezanje žarnic se uporablja pri hišni električni razsvetljavi.
Pripomočki: 6 x 7, 8, 3 x 14, 33, 3 x 35, baterija.

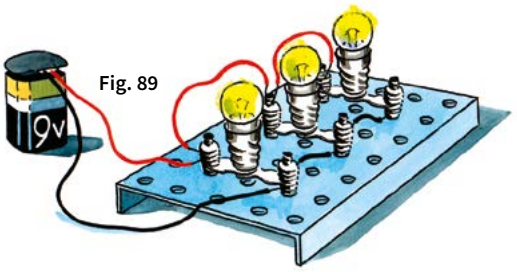


Fig. 89

90. ZAPOREDNO VEZANJE ŽARNIC.

1. Z baterijo postopno spoji v serijo tri žarnice. Ena sama žarnica sveti s polnim sijajem, dve spojeni v serijo (ena za drugo) svetita mnogo slabše, medtem ko se svetloba treh v serijo spojenih žarnic komaj opazi.
V prvem primeru teče skozi žarnico tok 0,05 ampera, napetost pa je 9 volta. Za dve v serijo spojeni žarnici bi morala biti napetost dvakrat tolikšna, pri treh žarnicah pa trikrat tolikšna.
2. V gornjem poskusu odvij eno žarnico in ugasnejo vse, ker je tokovni krog prekinjen.
Pripomočki: (89).

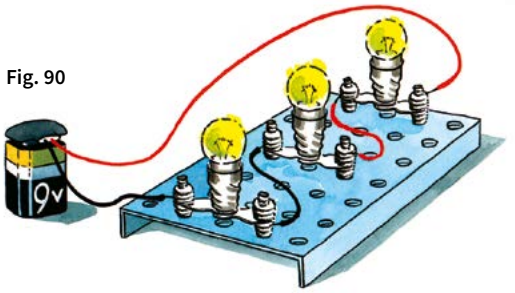


Fig. 90

91. POVEČANJE NAPETOSTI BATERIJE.

1. V poskusu št. 72 si spoznal(-a) notranjost baterije. Opazil(-a) si da se sestoji iz šestih elementov.
V teh elementih so pozitivne elektrode ogljene paličice, negativne pa cinkaste posodice in elektrolit raztopine salmiaka in vode. Manganov oksid deluje kot depolarizator.
Elementi so vezani zaporedno. Napetost posameznega elementa je 1,5 V. Celotna baterija ima 6 x 1,5 V = 9 V (slika 91 levo).
2. če zaporedno zvežeš dve žepni bateriji, kot kaže slika 91 desno, bo imela novo nastala baterija 2 x 9 V = 18 V.
Pripomočki: 2 baterije.

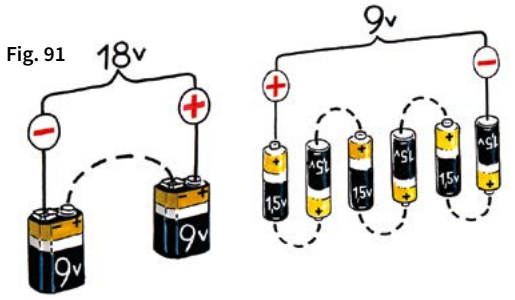


Fig. 91

92. POVEČANJE JAKOSTI BATERIJE.

Nova baterija ima zadovoljivo moč. To je dovolj za napajanje treh žarnic, od katerih porabi vsaka 0,05 A. če želiš močnejšo baterijo, lahko zvežeš več baterij vzporedno, kakor kaže slika 92. čeprav je napetost vsake teh baterij 9 V, se skupna napetost ne poveča, zato pa se poveča kapaciteta vzporedno zvezaneh baterij.
Pripomočki: 33, 3 baterije.

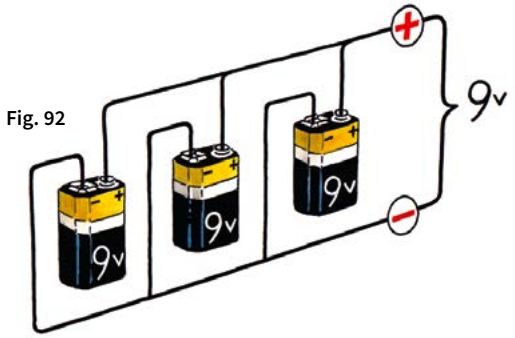


Fig. 92

93. HITROST ELEKTRIKE.

Električni signal lahko v eni sami sekundi sedemkrat obkroži zemeljsko kroglo. Hitrost elektrike je 300 000 km na sekundo. (Poskus, ki je prikazan na sliki 93, je neizvedljiv. Slika naj ti le pomaga, da se laže predstavljaš hitrost elektrike).

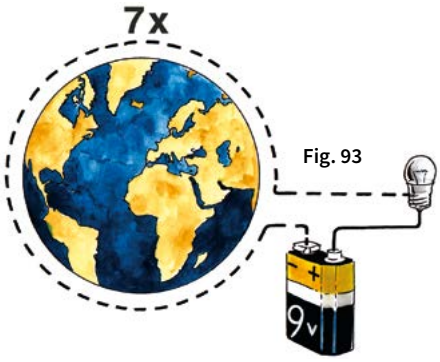


Fig. 93

94. PREIZKUŠANJE PREVODNOSTI.

Iz delov zbirke „Elektropionir“ lahko izdelaš pripravo za preizkušanje prevodnosti raznih snovi. Sestav te priprave kaže slika 94.

1. Grobo preizkušanje:

Predmet, ki ga želiš preizkusiti, položi tako, da se dotika obeh ploščic. S tem vzpostaviš tokovni krog. če žarnica zasveti, je to znamenje, da je telo, ki ga preizkušaš, prevodnik. Preizkusi na primer lepenko, reostat itd. iz zbirke. Pri nobenem teh teles žarnica ne zasveti, zaradi česar morda domnevaš, da so navedena telesa izolatorji. Vendar ni tako. V poskusu št. 18 si na primer videl(-a), da se s pomočjo svinčnika lahko izprazni napolnjeni elektroskop. Kako razložiš to protislovje ?

Napetost toka je v tvojem poskusu, kakor veš 9 V, medtem ko je v poskusu št. 18 več sto V. Ali so telesa prevodniki ali izolatorji, ni odvisno samo od sestave telesa, temveč tudi od napetosti toka. Smeš torej trditi, da ni niti idealnih izolatorjev niti idealnih prevodnikov. Vendar pa obstajajo dobri izolatorji in dobri prevodniki. Dobri prevodniki so na primer srebro, baker in aluminij, dobri izolatorji pa steklo, guma, porcelan, polivinil in drugi.

2. V zgoraj opisani pripravi zamenjaj žarnico z galvanoskopom. Znova preizkusi prevodnost žice v reostatu. Kazalec galvanoskopa se odkloni, kar pomeni, da žica iz konstantana tok prevaja, čeprav ne tako dobro kot bakrena žica.

3. Preizkusi prevodnost krompirja. Večji krompir razreži na dva dela in en del položi na kovinsko ploščico iz zbirke. žarnica verjetno ne bo zasvetila, toda kazalec galvanoskopa se bo odklonil, kar dokazuje, da krompir prepušča električni tok, in sicer tem bolj čim večja je kontaktna površina in čim močnejši je pritisk.

V nobenem primeru se ne smeš dotikati raztrganih električnih žic, ne glede na to, ali pripadajo vodu visoke napetosti ali pa gre za telefonsko oziroma telegrafsko napeljavo. Posebno nevarno je dotikati se voda z mokro roko ali mokrimi predmeti, ki jih držiš v rokah (na primer pri spuščanju zmajev).

Pripomočki: 2 x 5, 2 x 6, 4 x 7, 8, 14, 23, 24, 33, 35, baterija in razni predmeti.

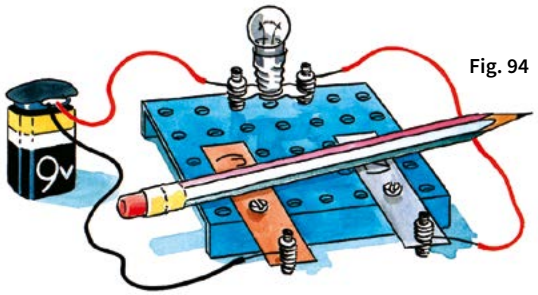


Fig. 94

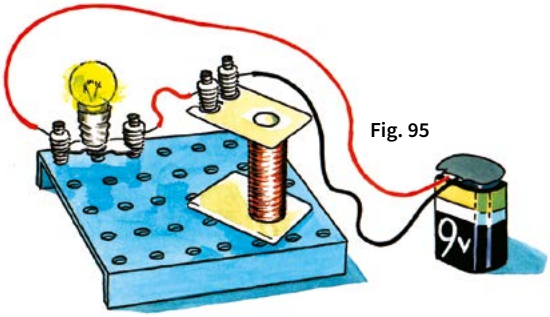


Fig. 95

95. UPOR VODA.

1. žarnico, tuljavo in baterijo spoji v tokovni krog, kakor kaže slika 95. žarnica le neznatno sveti. Očitno je, da skozi dolgo in tanko žico tuljave ne pride toliko toka kot skozi mnogo debelejšo in krajšo spojno žico.

če izločiš tuljavo iz tokovnega kroga, sveti žarnica s polnim sijajem. Vod daje toku odpor. Napravi podobne poskuse s tuljavo galvanoskopa in rotorja!

2. žarnico, tuljavo in baterijo zveži v tokovni krog. žarnica sveti le neznatno, toda preusmeri pozornost raje na drug pojav. Prekini tok! žarnica ugasne. Ali bo žarnica pri ponovni vzpostavitvi tokovnega kroga zasvetila v trenutku, ko bo tok vključen?

Ne. Od trenutka vključitve toka do pojava svetlobe poteče določen čas. Tuljava ne daje toku upora samo zaradi tega, ker je v njej zelo dolga žica, temveč tudi zato, ker je žica navita, ker je to tuljava, v kateri se ob vključitvi toka tvori drug, tako imenovani inducirani tok, ki je nasproten toku, ki se vključi. Od tod zakasnitev. To je induktivni upor, za razliko od galvanskega upora, ki ga da vod sam.

Pripomočki: 4 x 7, 8, 11, 14, 33, 35, baterija.



Fig. 96

96. UPORNIK ALI REOSTAT.

Zbirka vsebuje tudi pripravo, ki se imenuje upor ali reostat. To je jedro iz izolacijske snovi, na kateri je navita žica iz konstantana. žica iz konstantana ima velik električni upor. Zveži reostat, žarnico in baterijo v tokovni krog, kakor kaže slika 96.

če premikaš kontakt K vzdolž reostata, sveti žarnica močneje ali šibkeje, odvisno od tega, ali se upor skrajšuje ali podaljšuje.

Pripomočki: 2 x 5, 2 x 6, 3 x 7, 8, 14, 30, 33, 35, baterija.

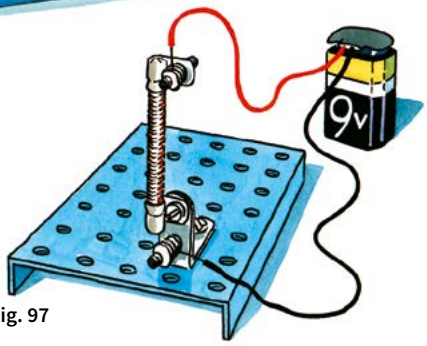


Fig. 97

97. ELEKTRIČNI GRELEC.

Vzpostavi tokovni krog, v katerem so baterija in pola našega reostata (slika 97).

Uporna žica, skozi katero teče tok, se segreje. Naredil(-a) si grelec. Po tem načelu so zgrajeni: električni rešo, likalnik, električni bojler, radiatorji in drugi aparati. V navedenih aparatih se električna energija pretvarja v toploto.

Pripomočki: 2 x 5, 2 x 6, 2 x 7, 8, 28, 30, 33, baterija.

98. ELEKTRIČNI VŽIGALNIK.

V manjšo deščico zabij dva žeblja v razmiku 1 cm. Med žebljema napni železno žico premera 0,1 mm. Na žico natrosi zdrobljene glavice vžigalic ter zveži žico z baterijo, kakor kaže slika 98. Glavice vžigalic se vžgo. Pod vplivom električnega toka se železna žica segreje ter povzroči vžig. Na opisani način delujejo mine v rudnikih in kamnolomih.

Pripomočki: 2 x 7, 33, železna žica, deščica, 2 žeblja, baterija.

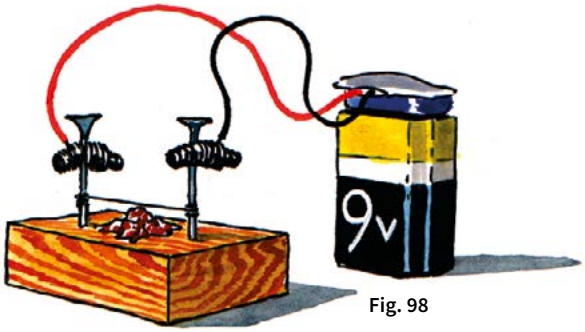
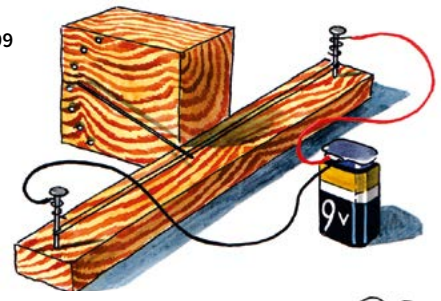


Fig. 98

99. AMPERMETER S TOPLO ŽICO.

V deščico dolžine 20 do 25 cm in širine 3 cm zabij dva debelejša žeblja. Med žeblja napni dvojno žico iz konstantana debeline 0,2 mm. Kot kazalec namesti (po sliki 99) majhno paličico iz lesa ali papirja. Napravil(-a) si model ampermetra s toplo žico. če spojiš konce žic z baterijo, se bo kazalec odklonil. žica se namreč zaradi toka segreje in zato podaljša.
Pripomočki: 33, 37, deska, 2 žeblja, paličica, baterija.

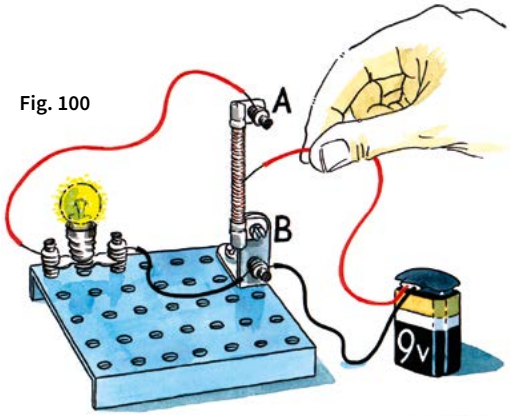
Fig. 99



100. POTENCIOMETER.

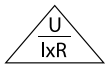
Žarnico, upor in žepno baterijo spoji, kakor kaže slika 100. V tem poskusu ima upor vlogo potenciometra.
Poskusi: S prostim koncem žice , ki vodi iz baterije, se dotakni potenciometra v točki A. žarnica sveti s polnim sijajem. Potegni s kontaktom od točke A do točke B! žarnica počasi ugaša in v točki B ugasne.
Ko teče tok skozi upor, pade v njem napetost. Pri priključku žarnice v točki A je žarnica zvezana direktno z baterijo in dobi zaradi tega polno napetost 9 V. S pomikanjem kontakta navzdol se napetost zmanjšuje, ker upor raste. Na pol poti je napetost 4,5 V, v točki B pa je napetost enaka nič.
Pripomočki: 5, 6, 4 x 7, 8, 14, 28, 30, 33, 35, baterija.

Fig. 100



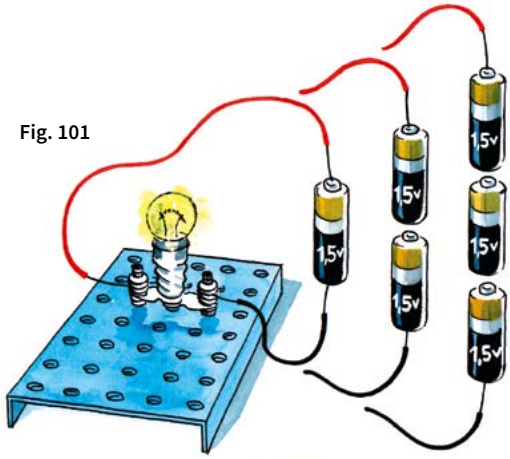
101. OHMOV ZAKON.

Tri baterije po 1,5 V veži zaporedno. Tako prirejeno baterijo spoji z žarnico, kot kaže slika 101. če spojiš samo preko prve baterije (1,5 V), žarnica ne bo svetila. če spojiš preko druge baterije, bo napetost večja (1,5 V x 2 = 3 V), zato bo žarnica malo svetila. Pri spojitvi preko treh baterij, bo žarnica močneje svetila, (1,5 Vx 3 = 4,5 V). Preizkus bi lahko nadaljevali do števila 8 baterij (8 x 1,5V = 12V). žarnica je projektirana za napetosti 12 V.
Iz zgornjega spoznaš, da je električni tok večji, čim večja je napetost. V preizkusu št. 96 si se naučil(-a), da je tok tem večji, čim manjši je upor voda.
Velikost električnega toka je torej odvisna od napetosti izvira toka in upora vodnikov oziroma porabnika. čim večja je napetost in čim manjši je upor, tem večji je električni tok. To je OHMOV ZAKON.
Če zaznamuješ tok, napetost in upor z mednarodnimi simboli:
I = el. tok (merjeno v Amperih - A)
U = napetost (merjeno v Voltih - V)
R = upornost (merjeno v Ohmih - W) potem je
I = U / R
Da si obrazec laže zapomniš, si pomagaj s trikotnikom Ohmovega zakona:



Če v tem trikotniku s prstom pokriješ velikost, ki jo iščeš, ugotoviš, da je:
I = U/R
U = I x R
R = U/I
Pripomočki: 2 x 7, 8, 14, 33, 35, 3 baterije.

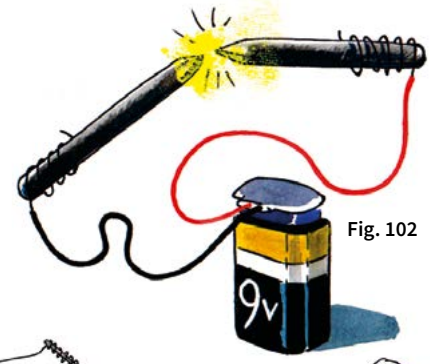
Fig. 101



102. ELEKTRIČNI LOK.

Ošili dve ogljeni paličici in ju priključi na baterijo, kakor kaže slika 102. Konice paličic nasloni drugo na drugo in ju nato razmakni. Med paličicama se pojavi majhen, a zelo svetel električni lok. Uporabi dve ali več baterij. Napravi poskus pod vodo! Električni lok se je uporabljal kot vir svetlobe v prvih kinoaparatih. Včasih so ga uporabljali za javno razsvetljavo.
Pripomočki: 33, 2 ogljeni paličici, baterija.

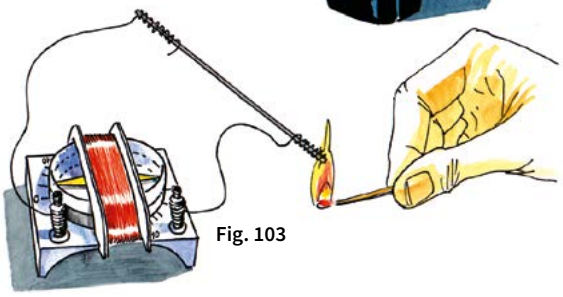
Fig. 102



103. TERMOELEMENT.

Na oba konca železne palice, dolžine 12 do 13 cm, tesno pritrdi dva kosa 0,2 mm debele žice iz konstantana. Konca žice spoji z galvanoskopom, kakor nam kaže slika 103. Ko se kazalec umiri (rumeni kazalec mora kazati na 0), z vžigalico segrej eno spojno mesto. Element, ki si ga naredil(-a), se imenuje termoelement ter se ga uporablja zlasti v tehniki, med drugim za merjenje visokih temperatur v železarnah, keramični industriji itd.
Pripomočki: 1, 2 x 7, 9, 34, 37, vžigalice.

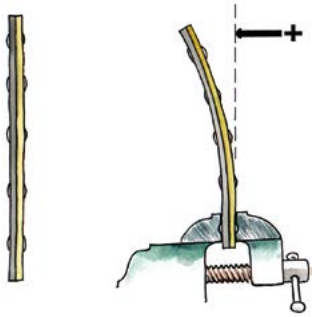
Fig. 103



104. BIMETALNI TRAK.

Kos železne pločevine velikosti 10 x 1 cm in prav tolikšen kos cinkaste ali aluminijaste pločevine položi enega vrh drugega ter ju trdno spoji z zakovicami. če en konec tako nastalega bimetalnega traka učvrstiš in trak segreješ, se bo trak upognil. Cink ima namreč večji koeficient raztezanja kot železo.
Bimetalni trak se uporablja za izdelovanje termostatov. To so električne priprave, ki pri določeni temperaturi prekinejo tok. Brž ko temperatura pade (ali naraste), termostati tok zopet vključijo. (Slika 104 desno). Na ta način se vzdržujejo določene temperature v hladilnikih, štedilnikih, bojlerjih itd.
Pripomočki: železna in cinkasta pločevina, zakovice.

Fig. 104



105. MERJENJE VELIKOSTI UPORA.

Upor se določa z “Wheatstonovim mostom”, ki ga prikazuje slika 105. Naredil(-a) ga boš na naslednji način:
1. Na desko dolžine 60 cm, širine 8 cm, zabij v razmiku 50 cm dva žeblja, med katerima napneš vzdolž deske uporno žico iz konstantana debeline 0,2 mm. Začetek in konec žice priključi na galvanoskop, ki mora biti obrnjen tako, da kaže rumeni kazalec na 0.
2. Ostali elementi mosta so upor R (v zbirki pod št. 33), o katerem veš, da ima upor 70 ohmov, tuljava, katere upor iščemo, in baterija. Zveze med temi elementi so prikazane na sliki.
3. Dotakni se uporne žice s kontaktom, ki vodi od baterije navzdol. Kazalec galvanoskopa se odkloni. Kazalec se bo odklonil tudi v primeru, če se uporne žice dotakneš na kakem drugem mestu. Našel pa boš mesto, na katerem se kazalec ne bo odklonil. To mesto si zapiši. Predpostavi, da je to mesto v točki C, ki deli uporno žico na dva neenaka dela, na del “d1” in na del “d2” . Ta dva dela lahko izmeriš. Recimo, da je d1 = 30 cm in d2 = 20 cm. Upor tuljave izračunaš po formuli:

X = R x d1/d2
X = 70 x 30/20
X = 105 Ω

Tuljava ima torej upor 105 ohmov.
Obrazložitev gornje formule najdeš v učbeniku fizike.
Pripomočki: 1, 6 x 7, 11, 30, 33, 34, 37, baterija, deščica, 2 žeblja.

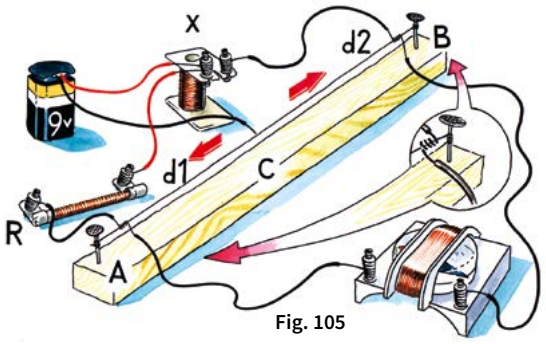


Fig. 105

106. ODVISNOST UPORA OD TEMPERATURE.

1. V manjšo deščico zabij dva manjša žeblja in med njiju namesti majhno spiralo iz železne žice premera 0,1 mm.
Spiralo, žarnico in baterijo spoji v tokovni krog, kakor kaže slika 106. Ko vzpostaviš tokovni krog, žarnica zasveti. če segreješ spiralo, bo žarnica ugasnila, kar je dokaz, da je zaradi visoke temperature upor železne žice narasel.
2. Naredi enak poskus s pomočjo spirale iste debeline iz konstantana. Upor konstantana se zaradi zvišanja temperature ne spremeni.
Pripomočki: 4 x 7, 14, 33, 35, deščica, 2 žeblja, železna žica, sveča, baterija.

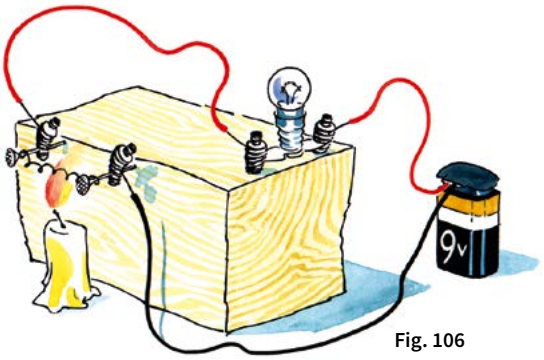


Fig. 106

ELEKTROMAGNETIZEM

107. ELEKTROMAGNET.

Na železno palico iz zbirke navij 20 do 30 ovojev bakrene žice. žici spoji z baterijo in paličico potopi v železne opilke. Brž ko vzpostaviš tokovni krog, postane paličica magnet. če tok prekineš, paličica magnetizem izgubi. Odkril(-a) si elektromagnet.
Pripomočki: 3, 2 x 7, 9, 33, 36, baterija.
OPOZORILO:
- Baterija v kratkem stiku!
- Baterija naj bo priključena samo kratek čas – kolikor je potrebno za razumevanje poskusa!
- Pazi da se ne opečeš!

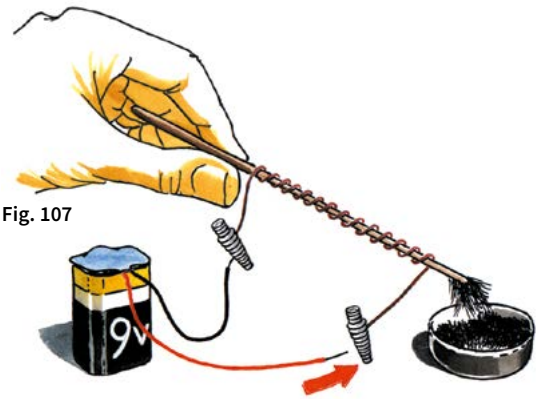
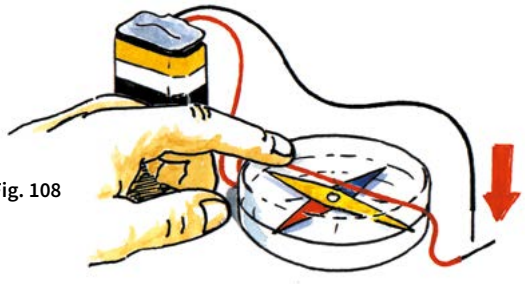


Fig. 107

108. OERSTEDOVO ODKRITJE.

Tako kot do mnogih drugih odkritij je do odkritja elektromagneta prišlo povsem slučajno. Danski fizik Oersted je opazil, da se magnetna igla odklanja, če je v njeni bližini žica, skozi katero teče električni tok. Ponovi to odkritje!
Nad magnetno iglo v kompasu drži bakreno žico, katere konca za trenutek spoji s poloma žepne baterije. Magnetna igla se odkloni in ostane odklonjena, dokler teče tok. Brž ko tok prekineš, se magnetna igla vrne v prvotni položaj. če pola zamenjaš, se magnetna igla odkloni v nasprotno smer.
Pripomočki: 33, 34, baterija.
OPOZORILO:
- Baterija v kratkem stiku!
- Baterija naj bo priključena samo kratek čas – kolikor je potrebno za razumevanje poskusa!
- Pazi da se ne opečeš!


Fig. 108

109. SEŠTEVANJE MAGNETNIH POLJ.

Ovij bakreno žico večkrat okoli kompasa in jo vsakokrat za trenutek spoji z baterijo. čim večkrat je žica ovita, tem večji bo odklon magnetne igle.
Očividno je, da ima v tuljavi vsak ovoj svoje magnetno polje in da se magnetna polja ovojev seštevajo. Na tem principu je narejen tudi naš galvanoskop in elektromagneti.
Pripomočki: 2 x 7, 33, 34, 36, baterija.
OPOZORILO:
- Baterija v kratkem stiku!
- Baterija naj bo priključena samo kratek čas – kolikor je potrebno za razumevanje poskusa!
- Pazi da se ne opečeš!



Fig. 109

110. MAGNETNO POLJE VODA.

1. Skozi sredino večjega kosa lepenke potegni bakreno žico, kot kaže slika 110. Spoji žico z baterijo. S pomočjo kompasa preveri magnetno polje voda. Preveril boš obseg magnetnega polja in njegovo moč.
Preverjanje opravi na ta način, da tok neprestano prekinjaš in spajaš ter pri tem opazuješ odklon magnetne igle na raznih mestih.
2. Magnetno polje voda lahko preveriš tudi z železnimi opilki. Raztresi jih na lepenko, na katero narahlo potrkaš, da se razmestijo. Pri tem je potrebno več baterij.
Pripomočki: 3, 34, 36, lepenka, baterija.
OPOZORILO:
- Baterija v kratkem stiku!
- Baterija naj bo priključena samo kratek čas – kolikor je potrebno za razumevanje poskusa!
- Pazi da se ne opečeš!

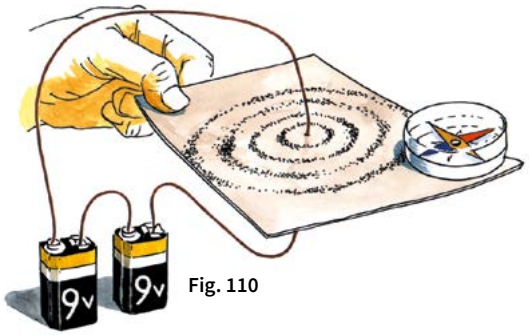
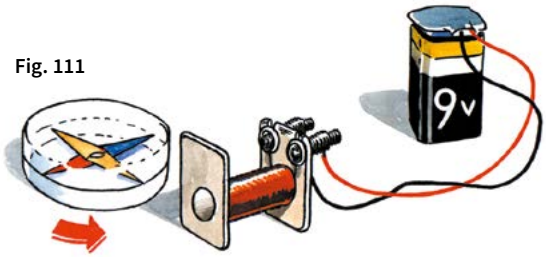


Fig. 110

111. TULJAVA KOT MAGNET.

V zbirki je tuljava s približno 100 ovoji izolirane bakrene žice. Tuljavo postavi približno 2 cm od kompasa in spusti skozi njene ovoje tok baterije (slika 111). Ko bo tok vključen, se bo magnetna igla odklonila in bo ostala odklonjena, dokler bo skozi tuljavo tekel tok. če pa tok izključiš, se magnetna igla povrne v svoj prvotni položaj.
Pripomočki: 2 x 7, 11, 33, 34, baterija.

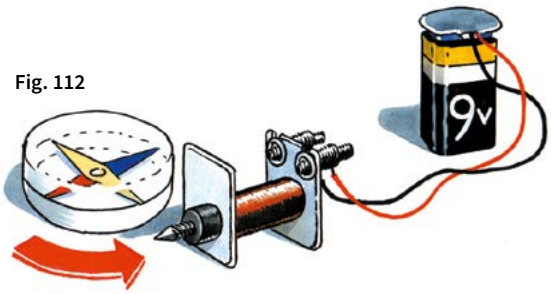
Fig. 111



112. ŽELEZO V TULJAVI.

Ponovi poskus št. 111 in si zapomni v kolikšnem kotu se bo odklonila magnetna igla. Tok nato prekini in v tuljavo vstavi železno jedro (ne magnet) iz zbirke. Ko boš vključil(-a) tok, se bo magnetna igla močno odklonila. železo v tuljavi močno poveča magnetizem tuljave.
Pripomočki: 2 x 7, 11, 16, 33, 34, baterija.

Fig. 112



113. ELEKTROMAGNET V OBLIKI PALICE.

Na plastični podstavek pričvrsti železno jedro, nanj nasadi tuljavo in jo spoji z žepno baterijo. Dobil(-a) si elektromagnet v obliki palice (slika 113). S poskusi se lahko prepričaš, da nastane elektromagnet v trenutku, ko vključiš tok; da s prekinitvijo toka magnet izgubi svojo moč in ostane v njem le neznatna sled magnetizma.
Pripomočki: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 33, 34, baterija.

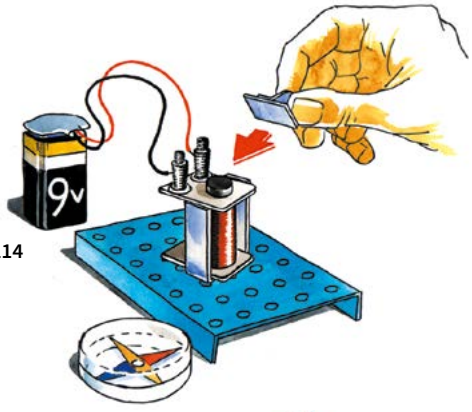
Fig. 113



114. ELEKTROMAGNET V OBLIKI ČRKE U.

Železno jedro, ki si ga pri svojih poskusih že nekajkrat uporabil(-a), pričvrsti skupaj z jedrskim oklepom na plastični podstavek (slika 114). Na jedro natakni tuljavo, ki je spojena z baterijo. V trenutku, ko boš vključil(-a) tok, bo nastal zelo močan elektromagnet, veliko močnejši od onega iz poskusa št. 113, čeprav si uporabil(-a) isto baterijo in isto tuljavo. Medtem ko v poskusu št. 113 nisi mogel(-a) s kotvo vzdigniti magneta s podstavkom, zdaj lahko dvigneš mnogo težji tovor. Zakaj je sedaj elektromagnet močnejši?
Pripomočki: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 17, 33, 34, baterija.

Fig. 114



115. ELEKTROMAGNETNO DVIGALO.

Iz delov zbirke lahko sestaviš majhno elektromagnetno dvigalo. Elektromagnet v obliki črke U iz poskusa št. 114 spoji z baterijo, kot kaže slika 115, potopi v škatlico z vijaki in ga prenesi na drugo mesto. V trenutku, ko izključiš tok, tovor pade.
Pripomočki: 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 33, železni predmeti, baterija.

116. SKLEDASTI ELEKTROMAGNET.

Ta poskus lahko napraviš sam(-a), če imaš na voljo delavnico. V okrogli kos železa premera 6 cm, dolžine 3 cm, napraviš vdolbino širine 9 mm in globine 20 mm. Vanjo postavi tuljavo s približno 100 ovoji izolirane bakrene žice premera 0,3 mm. Konca žice povleci skozi izolirane luknje do baterije. Kotva je narejena iz okrogle železne plošče debeline 10 mm. S tem elektromagnetom in z uporabo baterije lahko dvigneš tovor, težak okoli 15 dag. Podobni magneti se uporabljajo v električnih dvigalih, ki lahko dvignejo tudi po nekaj deset ton tovora.

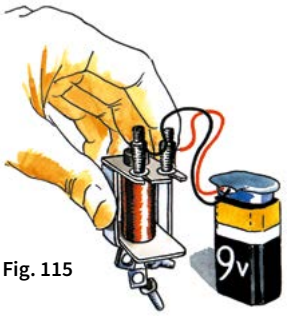


Fig. 115

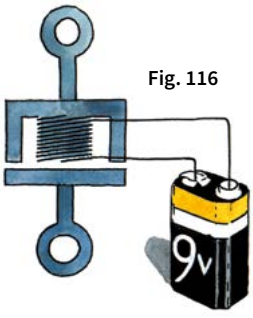


Fig. 116

117. KATERI MAGNET JE MOČNEJŠI.

V zbirki najdeš dva magneta, permanentni magnet, narejen iz zlitine AlNiCo, in elektromagnet, ki si ga pravkar spoznal(-a). Kateri od teh magnetov je močnejši? Da bi to ugotovil(-a), ponovi poskus št. 48-b, v katerem si preizkusil(-a) jakost permanentnega magneta. Ta naprava je prikazana na sliki 117 levo. V skledico iz lepenke postavi toliko predmetov, kolikor jih magnet lahko nosi. Enak poskus naredi z elektromagnetom (slika 117 desno). Moč elektromagnetov je mnogo večja od moči permanentnih magnetov.

Pripomočki: 6, 2 x 7, 10, 11, 16, 17, 18, 33, lepenka, vrvica, baterija.

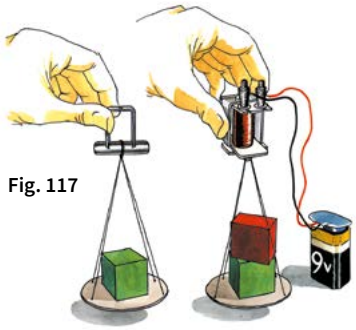


Fig. 117

118. MAGNETNI SPEKTRUM TULJAVE.

1. V sredini lepenke, velikosti dopisnice, izreži z nožem pravokotno odprtino, dolžine 30 mm in širine 21 mm. Do polovice potisni vanjo tuljavo iz zbirke. Spoji jo z baterijo in na lepenko natrosi železnih opilkov. Primerjaj magnetni spektrum tuljave s spektrom permanentnega magneta iz poskusa št. 40.
2. Pri gornjem poskusu vstavi v tuljavo železno jedro in poskus ponovi.

Pripomočki: 3, 2 x 7, 11, 16, 33, karton, baterija.

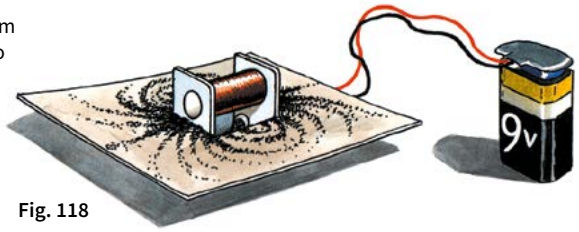


Fig. 118

119. ŽEBELJ V TULJAVI.

Tuljavo iz zbirke spoji z baterijo, kot vidiš na sliki 119, in v odprtino tuljave vstavi žebelj srednje velikosti. če sedaj tuljavo vzdigneš, žebelj ne bo odpadel. Nanj delujeta dve sili. Ena je gravitacija (težnost), druga pa magnetizem. Druga je očividno močnejša.

Pripomočki: 2 x 7, 11, 33, žebelj, baterija.

120. DVA ŽEBLJA V TULJAVI.

Na plastični podstavek položi tuljavo in njeno odprtino vstavi dva žeblja, s katerih si odstranil(-a) glavici. Tuljavo spoji z baterijo. Pri vklapljanju in izklapljanju toka opaziš, da se žeblja premikata. Pri izključenem toku zavzemata položaj, kot je prikazan na sliki 120 a, ko pa tok vklopiš, se razmakneta, kot na sliki 120 b. žeblja se namagnetita. Ker imata na isti strani istoimenska pola, se odbijata.

Pripomočki: 5, 6, 4 x 7, 8, 11, 24, 28, 33, 2 žeblja, baterija.

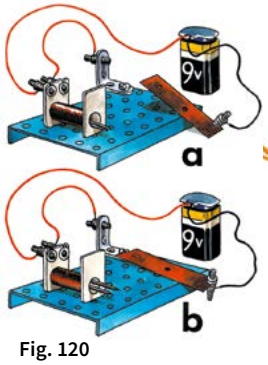


Fig. 120



Fig. 119

121. AMPERMETER Z MEHKIM ŽELEZOM.

V odprtino tuljave vstavi žebelj ter ga z vrvico ali gumico priveži, kakor kaže slika 121. V odprtino tuljave vstavi kazalec, ki ga narediš iz dveh kosov pločevine (iz stare pločevinaste škatle). Velikost prvega kosa naj bo 40 x 5 mm, drugega pa 60 x 2 mm in debeline 0,2 – 0,4 mm. Ta dva kosa zveži, kakor ti kaže slika 121. Tanjši konec upogni nekoliko proti levi. če spojiš tuljavo z baterijo, se bosta žebelj in kazalec istoimensko namagnetila ter se odbila. S pomočjo pravega ampermetra lahko napravo umeriš in narediš mersko lestvico.

Pripomočki: 2 x 7, 11, 33, 2 kosa pločevine, košček lesa, žebelj, gumica, baterija.

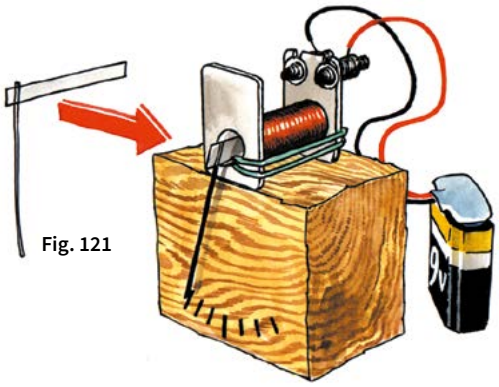


Fig. 121

122. DRUGA IZVEDBA AMPERMETRA.

Žico iz konstantana ovij na železno palico približno 20-krat. Na vzmet, ki si jo tako dobil(-a), obesi železno jedro. En del jedra vstavi v tuljavo (slika 122) in jo spoji z baterijo. Tuljava povleče jedro tem močneje, čim močnejši je tok. S pomočjo kazalca in skale lahko zabeležiš globino pomikanja oziroma moč toka.

Pripomočki: 3 x 5, 3 x 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 2 x 20, 28, 33, 37, baterija.

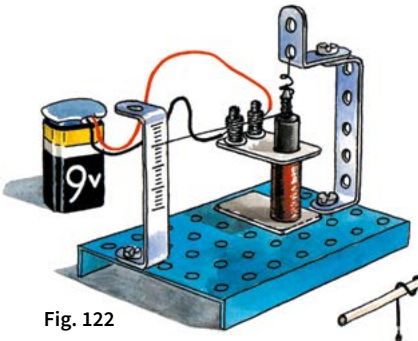


Fig. 122

123. MERSKI INSTRUMENT S PREMIČNIM SVITKOM.

Na plastični podstavek pričvrsti dvakrat upognjeni trak 60 x 12 mm, nanj pa drugega v vodoravnem položaju. Na vodoravni trak pričvrsti z ene strani železno jedro, z druge pa magnet. Tako nastane močen podkvast magnet z magnetnim poljem med krakoma. Med krakoma je svitek iz izolirane bakrene žice debeline 0,16 mm. Svitek ima 10 do 12 ovojev premera 10 mm in je narejen po sliki 123 levo. Način pritrjevanja svitka je prikazan na sliki. Obešen je na kavelj iz gole bakrene žice, katere en konec vodi preko stojala iz papirnatih cevčic (glej poskus št. 20) na pozitivni pol, drugi pa preko podstavka na negativni pol baterije.

Če vzpostaviš tokokrog, se bo svitek obrnil na levo ali desno, odvisno od tega, v kateri smeri teče tok. Na ta način so zgrajeni precizni električni merski instrumenti. Odklon svitka ti bo pojasnil naslednji primer.

Pripomočki: (20), 2 x 5, 3 x 6, 10, 16, 2 x 29, 33, 36, baterija.

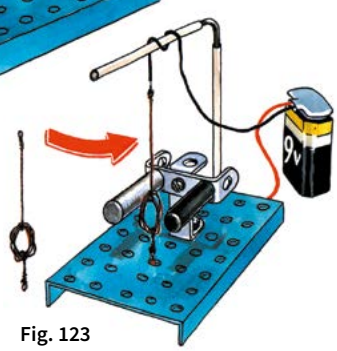


Fig. 123

124. VOD V MAGNETNEM POLJU.

Na plastični podstavek pričvrsti dvakrat upognjeni trak 38 x 12 mm, nanj pa železno jedro in magnet. V magnetno polje tako nastalega podkvastega magneta obesi na 10 cm dolgi bakreni žici os z navojem, s katere si poprej snel(-a) matice. Pri tem si pomagaš s stojalom iz papirnatih cevčic, ki so opisani v poskusu št. 20. če vzpostaviš tokokrog, se bo os obrnila v levo ali desno, v tisto smer, v katero teče tok. Med krakoma magneta obstaja zelo močno magnetno polje.
Magnetno polje nastane tudi okoli voda v trenutku, ko vključimo tok. O magnetnih poljih veš, da se privlačijo, oziroma odbijajo, odvisni od tega ali so istoimenska ali raznoimenska. Opisani poskus je pomemben za razumevanje delovanja elektromotorja.
Pripomočki: (20), 5, 2 x 6, 10, 12, 16, 29, 33, 36, baterija.

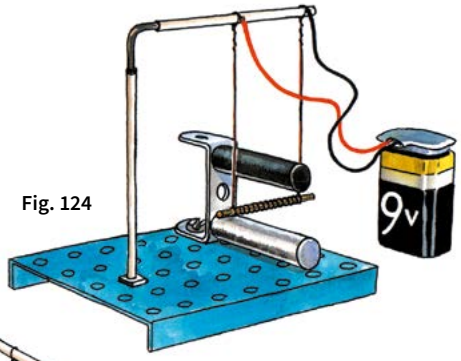


Fig. 124

125. BLOKIRANJE ELEKTROMAGNETA.

Na plastični podstavek pritrdi elektromagnet izdelan po sliki 125. Na stojalo iz papirnatih cevk (glej poskus št.20) obesi na bombažno nitko dvakrat upognjen trak 38 x 12mm oddaljen od elektromagneta za 1 cm. če vključiš tok, bo elektromagnet privlačil železni trak. Če postaviš med elektromagnet in železni trak razne predmete, kot na primer bakreno pločevino, pocinkano pločevino, lepenko, steklo, železno pločevino, ugotoviš, kateri predmeti prepuščajo magnetno polje in kateri ga blokirajo (zaprejo).
Pripomočki: (20), 5, 2 x 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 28, 29, 33, bombažna nit, baterija.

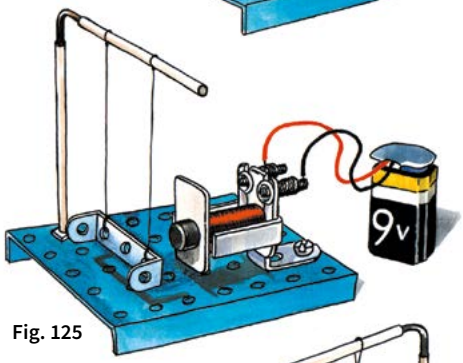


Fig. 125

126. ELEKTROMAGNETNA ZAVORA.

Na stojalo iz papirnatih cevk (glej poskus št.20), ki si ga pritrdil na plastični podstavek, obesi na bombažno nitko zvonec z odprtino navzdol. Pod zvonec pritrdi na plastični podstavek elektromagnet iz prejšnjega poskusa. Zvonec označi na obodu z eno črtico in ga zavrti (navij) za tri obrate. Izpusti ga in štej, koliko obratov bo naredil, da se vrne v začetni položaj.
Ko se zvonec sam od sebe popolnoma umiri, vključi tok in zvonec ponovno zavrti. štej obrate. Elektromagnet zvonec zavira! To je princip elektromagnetne zavore, ki ima v tehniki velik pomen.
Pripomočki: (20), 6, 2 x 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 33, bombažna nit, baterija.

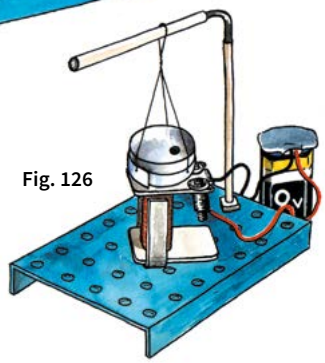


Fig. 126

ELEKTROMAGNET V TEHNIKI

127. MORSEJEV TELEGRAFSKI APARAT.

Na plastični podstavek pričvrsti elektromagnet, ki ga sestavljajo jedro podloženo z matico, oklep in tuljava. V neposredni bližini elektromagneta je v vodoravnem položaju kotva K. To je dvakrat zapognjen trak 60 x 12 mm, pritrjen na navpični trak. Z desne strani kotve je pritrjen kotnik 25 x 25 mm, v katerega pritrdiš majhen svinčnik. Stikalo iz bakrene ploščice, kotnika 25 x 25mm in vzmetnih sponk pritrdi na plastični podstavek (slika 127).
Telegrafski aparat spoji z baterijo. Elektromagnet privleče kotvo.
Če tok prekineš, se kotva vrne v prejšnji položaj. Na trak, ki pri pravih aparatih drsi pod svinčnikom, piše le-ta pike ali črtice, odvisno od tega, koliko časa je bil tok spojen. Iz pik in črtic je sestavljena Morsejeva abeceda (poskus št. 85).
Pripomočki: 5 x 5, 6 x 6, 6 x 7, 8, 11, 16, 17, 20, 24, 2 x 28, 29, 33, baterija, svinčnik, papir.

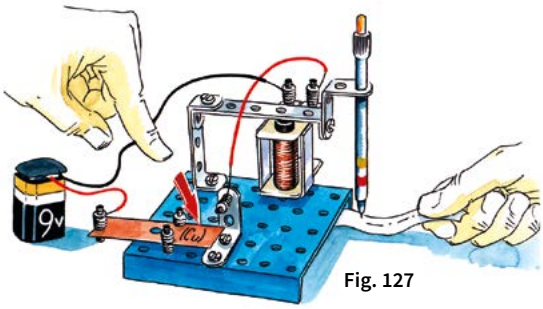


Fig. 127

128. MORSEJEV KLJUČ.

Za delovanje telegrafskih aparatov je Morse konstruiral posebno stikalo, ki omogoča izmenično vključevanje in izključevanje dveh telegrafskih aparatov. Tako stikalo si lahko sam(-a) napraviš.
Uporabi bakreno ploščico, kotnika 25 x 25mm in sponke vzmetne, vse pritdi na plastični podstavek.
Kotnika z vijaki predstavljata levi in desni kontakt (slika 128). Morsejev ključ ima tri vode. Tok prihaja preko srednjega. S premikanjem vzvoda na eno in drugo stran lahko spleješ tok preko levega ali desnega kontakta. Delovanje Morsejevega ključa bomo najlaže spoznali pri povezavi dveh telegrafskih aparatov.
Pripomočki: 7 x 5, 8 x 6, 7 x 7, 8, 11, 16, 17, 20, 23, 3 x 28, 29, 33, baterija.

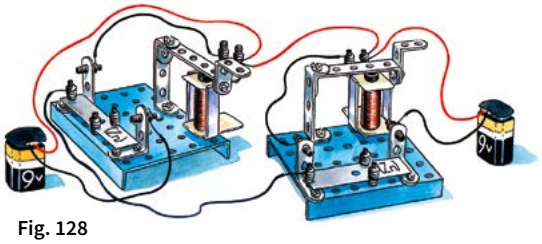


Fig. 128

129. ELEKTRIČNE SHEME.

Na sliki 129 sta shematsko prikazana dva Morzejeva telegrafska aparata in dva ključa.
Oznake pomenijo:
T = Morsejev telegrafski aparat **B = baterija**
K = Morsejev ključ **Z = zemlja**
Na zgoraj opisani način sta na primer povezani dve železniški postaji. železnice so nekoč uporabljale Morzejeve telegrafske aparate. Po tej shemi se lahko ravnaš, če imaš dve zbirki Elektropionirja. En aparat postavi v eni in drugega v drugi sobi ter telegrafiraj. Iz prve sobe vodita v drugo dve žici. Na železnici se pri Morzejevem aparatu uporablja samo ena žica, namesto druge se uporablja zemlja, za kontakt z zemljo pa dve zakopani kovinski plošči.
Pripomočki: dva telegrafska aparata, dva ključa, dve bateriji.

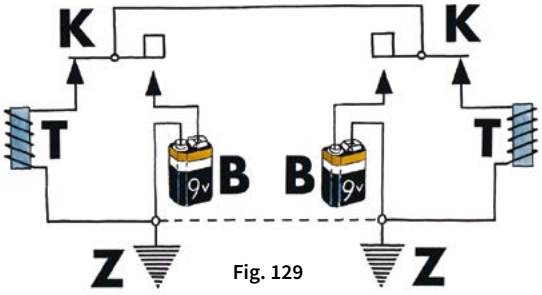


Fig. 129

130. WAGNERJEVO KLADIVO.

Fizik Wagner je iznašel električno pripravo, ki samodejno vključuje in prekinja električni tok. Ta priprava se imenuje Wagnerjevo kladivo in je v tehniki pogosto uporabljeno. Napravi ga takole: S pomočjo kotnika 25 x 25 mm, pritrdi elektromagnet na plastični podstavek. Na drugi kotnik pritrdi kladivce za zvonec, tako da je kladivce 2 do 3 mm oddaljeno od elektromagneta. Tok mora teči po taki poti: iz baterije preko žice, ki jo sedaj še držiš z roko, na kladivce, s kladivca na kotnik in sponko vzmetno, nato preko spojne žice v tuljavo in iz tuljave v baterijo. Ko vzpostaviš tokovni krog, začne kladivce vibrirati. S tem prekinja in vključuje tok. V trenutku, ko elektromagnet kladivce privleče, se tok prekine, ker se je kladivce odmaknilo od kontakta. Zaradi tega magnet neha delovati.
Kladivce se zaradi prožnosti peresa vrne v svojo prejšnjo lego in s tem znova vzpostavi tokovni krog - igra se ponavlja.
Pripomočki: 4 x 5, 5 x 6, 3 x 7, 8, 11, 16, 17, 2 x 28, 31, 33, baterija.

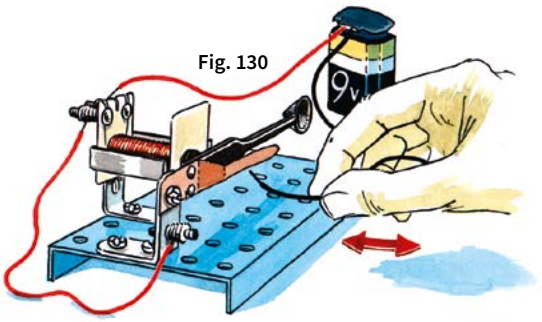


Fig. 130

131. ELEKTRIČNI ZVONEC.

Ko si naredil(-a) Wagnerjevo kladivo, ti ne bo težko napraviti električni zvonec. V ta namen je treba še pričvrstiti vijak za uravnavanje in zvonec. Vijak za uravnavanje se sestoji, kakor vidimo na sliki 131, iz kotnika, na katerem je pritrjen zatični vijak, in iz dveh matic. Zvonec pritrdi na plastični podstavek z osjo z navojem in štirimi maticami. Električni vodi so vidni na sliki 131.
Pripomočki: 5 x 5, 12 x 6, 4 x 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 25, 3 x 28, 31, 33, baterija.

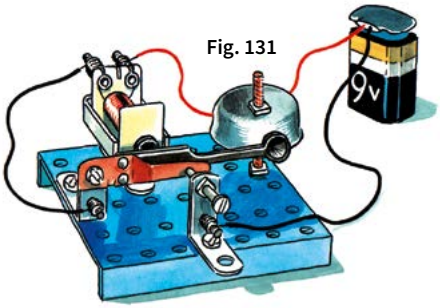


Fig. 131

132. ELEKTRIČNI ZVONEC KOT VRATAR.

Na shemi 132 je prikazan spoj električnega zvonca, baterije in tipkala. Tako vgradiš zvonec - vratar. Zvonec in baterija sta v stanovanju, medtem ko je tipkala pri vhodu. Oseba, ki te želi obiskati, pritisne na tipkalo. S tem se vzpostavi tokovni krog in zvonec začne zvoniti. S pomočjo drugega elektromagneta lahko tudi odpremo vrata obiskovalcu.
Pripomočki: električni zvonec, baterija, tipkalo, žica za spajanje.

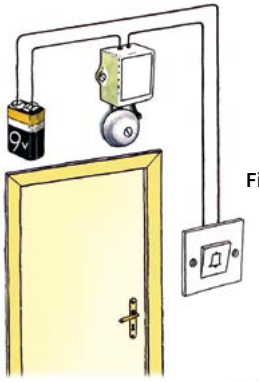


Fig. 132

133. ZVONEC Z VEČ TIPKALI.

V bolnicah, hotelih, železniških vagonih in drugod je potrebno, da določene osebe, na primer vratarja, bolničarko ali sprevodnika, lahko kličemo z več mest. Slika 133 ti prikazuje shematični spoj zvonca z baterijo in tipkalom. Na opisani način je na primer izvedena signalizacija v spalnih vlakih.
Na hodniku je nad vsakimi vrati rdeča signalna ploščica, ki “pade”, kadar zvonec zazvoni in tako sprevodnik ve, kateri potnik ga kliče. Signalne ploščice s številkami sob imajo tudi v bolnicah in hotelih. Tudi te delujejo s pomočjo elektromagneta.

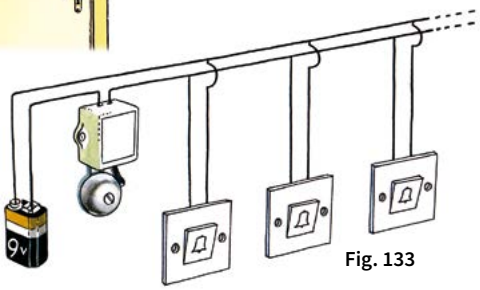


Fig. 133

134. SIGNALNE NAPRAVE.

Iz tanke pločevine naredi stikalo, kakor kaže slika 134. Pločevina mora biti 10 mm široka in 60 mm dolga. Sklopko pritrdi nad vrati tako, da se pločevini dotikata, če se vrata odpro, in razmakneta, kadar se vrata zapro. če sklopko spojiš z baterijo in električnim zvoncem, dobiš signalno napravo, ki ti bo sporočala, kdaj se vrata ali okno odpre. Opisana naprava se uporablja za zavarovanje trgovin, skladišč in domov.
Pripomočki: zvonec, košček pločevine, žica za spajanje, baterija.

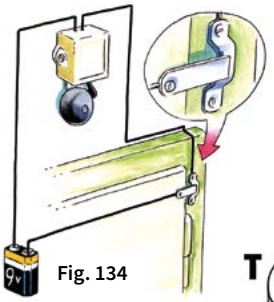


Fig. 134

135. ELEKTRIKA JAVLJA NIVO VODE.

Nivo vode ali druge tekočine v rezervoarjih tovarn in laboratorijev ne sme biti nad ali pod odrejeno točko. Te točke varuje tok, kot je shematsko prikazano na sliki 135.
V tekočino je potopljen plovec, ki se skupaj s tekočino dviga in spušča. če pride do kritične zgornje meje, vzpostavi kontakt A tokokrog in električni zvonec opozarja, da je nekaj narobe. če pa se voda spusti pod dovoljeno točko, signalni sistem vključi kontakt B. Obstaja tudi možnost popolnoma avtomatskega reguliranja nivoja tekočine. Eden od navedenih kontaktov odpira, drugi pa zapira dovod oziroma odvod.
P = plovec
T = kolo
U = utež

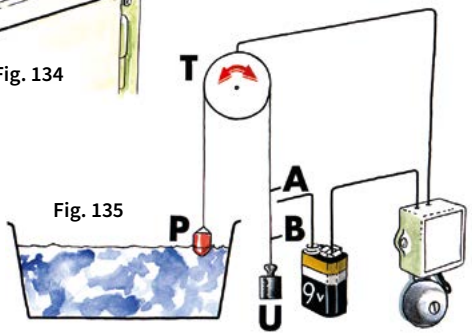


Fig. 135

136. FIZIOLOŠKO DELOVANJE ELEKTRIČNEGA TOKA.

Tok deluje na naše telo. To delovanje boš preveril(-a) z nekoliko poskusi.
1. V levo roko primi bakreno ploščico, v desno cinkovo in se z njima dotakni polov baterije, kot vidiš na sliki 136 levo. čeprav se predpostavlja, da teče skoze naše telo tok, ko vzpostaviš kontakt, tega ne čutiš.
2. Kovinski ploščici spoji s tuljavo, v kateri je železno jedro (slika 136 desno). Ploščici drži v rokah ter tok spajaj in prekinjaj. Pri spajanju, kot tudi prej, ne čutiš ničesar, medtem ko občutiš pri prekinjanju močne električne sunke.

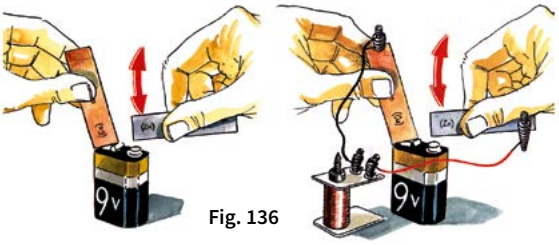


Fig. 136

Ti sunki potekajo iz tuljave, ker je zveza v tem trenutku prekinjena. Da lahko ta pojav pojasniš, boš ponovil(-a) poskus št. 95. Pri tem poskusu si spoznal(-a) induktivni upor, ki nastane v tuljavi, ko tuljavo vključiš v tokokrog. Tedaj se okoli tuljave ustvarja magnetno polje. Ko prekineš tok, se magnetno polje zruši in zaradi tega pride ponovno do induciranega sunka, ki si ga občutil(-a).
Pripomočki: 4 x 7, 11, 16, 23, 24, 33, baterija.

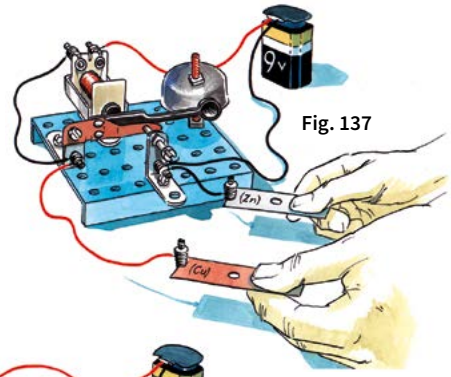


Fig. 137

137. INDUKCIJSKI APARAT.

Od električnega zvonca do indukcijskega (samoindukcijskega) aparata je samo korak. Medtem ko zvonec zvoni, spoji z njim dve kovinski ploščici, eno z vijakom za uravnavanje, drugo pa s kotnikom, ki nosi kladivce (slika 137). če so roke suhe, boš občutil(-a) rahel tok, če pa so mokre, bo tok močan. Očividno je, da ima tok, ki te trese, večjo napetost, kot je napetost žepne baterije.
Pripomočki: (131), 23, 24, 33.

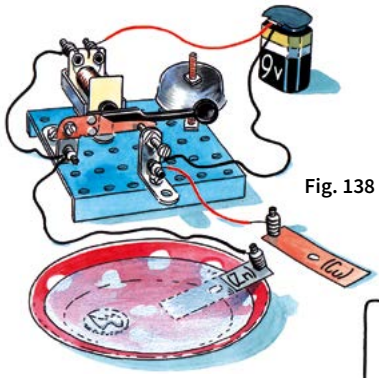


Fig. 138

138. ELEKTRIZIRANJE SKOZI VODO.

Kovinsko ploščico iz poskusa št. 137 spusti v polno skledo vode. V vodo položi tudi kovanec. Medtem ko zvonec zvoni, z desno roko trdno primi drugo kovinsko ploščico, z levo roko pa poskusi vzdigneti kovanec iz vode.
Pri dotiku z vodo občutiš zelo močan sunek in kovanca ne moreš vzdigniti, ker te zgrabi v roko močan krč.
Z mokrimi rokami se je zelo nevarno dotikati električne instalacije.
Pripomočki: (137), skleda vode, kovanec.

139. ZEMLJA KOT PREVODNIK.

Elektrodo, ki je bila pri prejšnjem poskusu v vodi, zabodi v vlažno zemljo, na kateri stojiš bos. Drugo elektrodo primi v roko. Vlažna zemlja je zelo dober prevodnik elektrike. Slika 139 je delni shematski prikaz poskusa.
Pripomočki: (137).

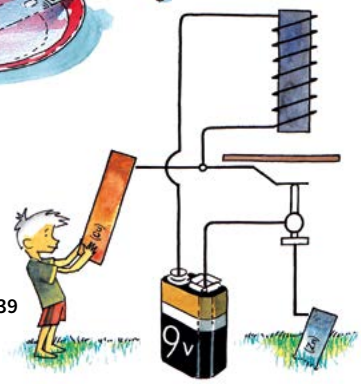


Fig. 139

140. RELE.

Releji so priprave, ki omogočajo, da se s pomočjo šibkega toka vključi ali izključi drugi močnejši tokokrog. Eni vključujejo, drugi izključujejo tok. Narediš lahko ene in druge. Na sliki 140 je prikazan rele za vklaplanje. V prvem tokokrogu sta elektromagnet in baterija (I). če vključiš tokokrog, pritegne magnet kladivce, to poveže drugi tokokrog, v katerem so žarnica, baterija (II) in kladivce. žarnica sveti. Ni težko napraviti spremembe, s katerimi se rele za vklaplanje spremeni v rele za izklaplanje.
Pripomočki: 3 x 5, 3 x 6, 6 x 7, 8, 11, 14, 16, 2 x 29, 31, 33, 35, 2 bateriji.

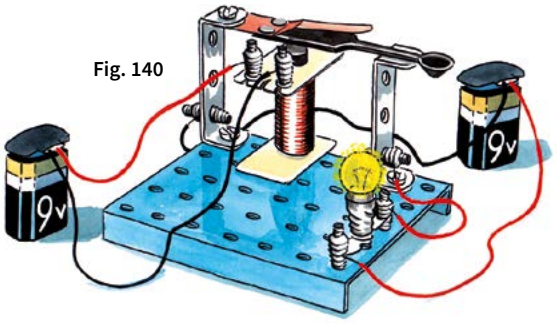
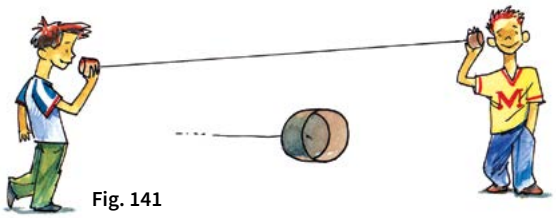


Fig. 140

141. PASTIRSKI TELEFON.

Ko smo pasli krave, smo se igrali s pastirskim telefonom, ki je sestavljen iz dveh valjev iz lepenke in je z ene strani prevlečen s pergamentnim papirjem.Lahko uporabiš plastični lonček od jogurta. Med telefona napnemo tanko nit, ki mora biti med telefoniranjem napeta. Medtem ko eden govori, drugi posluša in obratno. Med govorom se trese membrana iz pergamentnega papirja. Ti tresljaji se po napeti niti prenašajo na drugo membrano, ki se zaradi tega prav tako trese, in to se sliši. S takim telefonom se ne moreš pogovarjati na velike daljave, kot tudi ne izza vogala.
Pastirskemu telefonu je podoben Bellov telefon. Tudi ta ima dva enaka dela. V vsakem delu sta permanentni magnet, železno jedro in tuljava, pred elektromagnetom pa tanka železna membrana. če govoriš v membrano, menjaš s tem magnetno polje, zaradi tega nastaja v tuljavi tok, ki se po dveh žicah prenaša na drug telefon ter tam povzroči vibriranje membrane. Bellov telefon je odstopil svoje mesto današnjemu telefonu, ki je sestavljen iz slušalke in mikrofona.


Fig. 141

142. PRETVARJANJE ELEKTRIKE V ZVOK.

Na sliki 142 je shematsko prikazana naprava, s pomočjo katere lahko pretvoriš elektriko v zvok. Na plastičnem podstavku je elektromagnet, sestavljen iz jedra, oklepa in tuljave. Nanj postavi pokrov škatle od bonbonov (železna pločevina). Med poskusom pokrov neznatno privzdigni.
To je membrana. če tok vklapljaš in prekinjaš, se sliši klokotanje membrane. Pri spojitvi tokokroga elektromagnet privleče membrano, pri prekinitvi se ta zaradi elastičnosti vrne v prejšnji položaj. Na tej osnovi je zgrajena slušalka, ki jo boš napravil(-a) pri naslednjem poskusu.
Pripomočki: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 17, 33, pokrov iz pločevine, baterija.

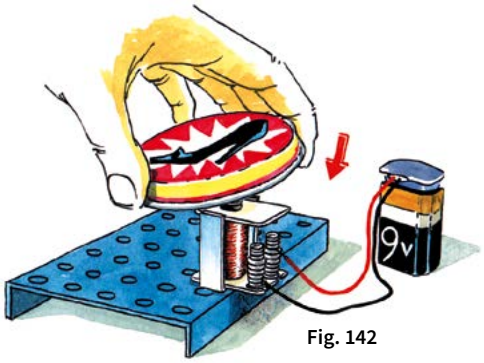


Fig. 142

143. SLUŠALKA.

Z dvema dvakrat upognjenima trakoma 38 x 12 mm in z dvakrat upognjenim trakom 60 x 12 mm, pritrdi membrano in elektromagnet, tako da je membrana 1 do 2 mm oddaljena od elektromagneta. Slušalko spoji z baterijo, kot vidiš na sliki 143. Membrana se ne sme dotakniti elektromagneta ob vključitvi toka, a tudi ne sme biti od njega preveč oddaljena. Ko vklapljaš tok elektromagnet privleče membrano, ko prekineš tok pa sprosti membrano.Sliši se karakteristično "klokotanje".

Pripomočki: 4 x 5, 6 x 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 20, 22, 2 x 29, 33, baterija.

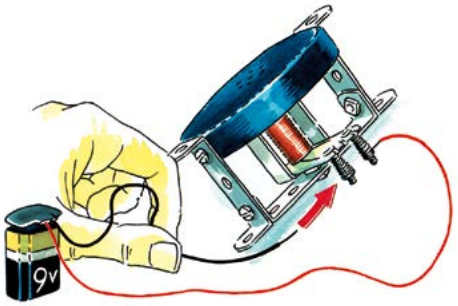


Fig. 143

144. PILA KOT PREKINJEVALEC TOKA.

Slušalko iz prejšnjega poskusa spoji z baterijo preko pile, kot je prikazano na sliki 144. Z enim kontaktom vleci po pili. V slušalki slišiš šumenje, ki nastane zaradi prekinjanja toka.

Pripomočki: (143), pila.

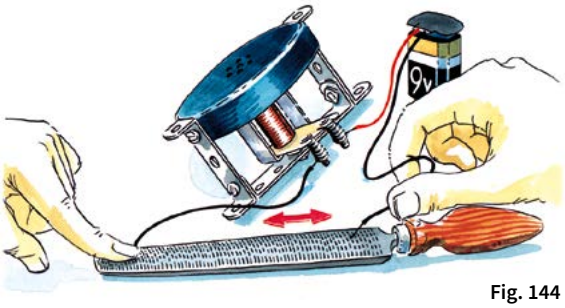


Fig. 144

145. AVTOMOBILSKA SIRENA.

Za izvedbo tega poskusa potrebuješ slušalko(slika 143), baterijo in spojne žice. En pol tuljave elektromagneta spoji z membrano, drugega pa z baterijo. Z drugim polom baterije se z občutkom dotikaj membrane (dovoli da membrana vibrira), kot kaže slika 145.

Pripomočki: (143), 7.

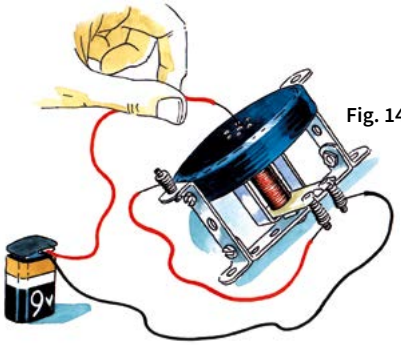


Fig. 145

146. MIKROFON.

V zbirki je zelo enostaven, a občutljiv mikrofon. Ima dva osnovna sestavna dela: membrano, kakršna je v slušalki (s to razliko, da je narejena iz plastične mase), in tri kontakte, od katerih sta dva železna, pritrjena na membrano, medtem ko je tretji iz oglja in se dotika na prej omenjena kontakta.

Baterijo, mikrofon in žarnico spoji v tokovni krog, kakor kaže slika 146. če pritisneš s prstom na prosto oglje, žarnica sveti. čim močnejši je pritisk, tem močneje žarnica sveti. Zaradi močnejšega ali šibkejšega dotika oglja prepušča mikrofon močnejši ali šibkejši tok, kar dosežeš tudi pri govoru.

Pripomočki: 2, 4 x 5, 4 x 6, 4 x 7, 8, 14, 2 x 28, 33, 35, baterija.

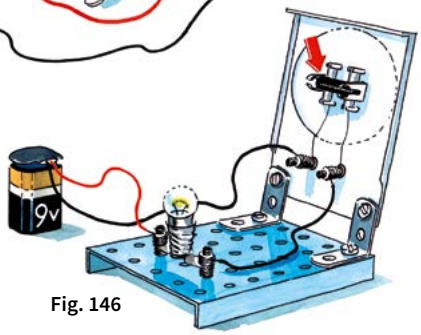


Fig. 146

147. TELEFON.

Če spojiš slušalko iz poskusa št. 143, mikrofon iz prejšnjega poskusa in baterijo, dobiš telefon, pripravo s katero prenašamo govor na veliko daljavo. žepno uro, ki jo položiš na plastični podstavek, slišiš v slušalki.

Zaradi tiktakanja ure vibrira membrana mikrofona. Ogljena paličica prepušča enkrat močnejši in enkrat šibkejši tok, elektromagnet v slušalki pa enkrat močneje in enkrat slabše privlači membrano. Zato se zrak trese in to slišimo.

S tvojim telefonom lahko prenašaš tudi govor. V ta namen pusti mikrofon v eni sobi, slušalko pa prenesi v drugo sobo, rabiš daljše žice.

Pripomočki: (143), (146), žepna ura.

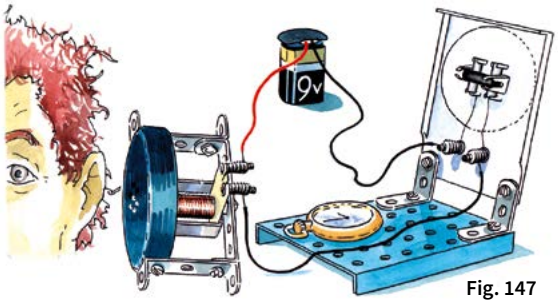


Fig. 147

GENERATORJI IN ELEKTROMOTORJI

148. PRETVARJANJE MEHANIČNE ENERGIJE V ELEKTRIČNO.

1. Tuljavo spoji z galvanoskopom (slika 148). S hitro kretnjo vloži v votlino tuljave magnet. Kazalec galvanoskopa se odkloni, vendar se hitro povrne v svojo prejšnjo lego. če s hitro kretnjo izvlečeš magnet, se kazalec odkloni v nasprotno smer.

2. Obrni magnet in ga najprej vloži, nato pa potegni iz tuljave! Tudi sedaj nastanejo tokovni sunki.

Kako nastaja pri tem poskusu električni tok? Iz prejšnjih poskusov veš, da je magnet nosilec magnetnega polja. če vložiš magnet v tuljavo, sečejo magnetne silnice ovoje tuljave. Zaradi indukcije nastane v njih tok. Tok pa traja samo dotlej, dokler se magnetno polje spreminja.

To je eden od najvažnejših poskusov s področja elektrike. Na tem načelu so zgrajeni generatorji. To so stroji, v katerih se mehanska energija pretvarja v električno energijo.

Pripomočki: 1, 4 x 7, 10, 11, 33, 34.

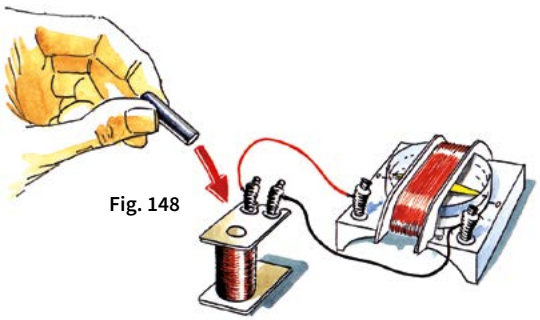


Fig. 148

149. GENERATOR IZMENIČNEGA TOKA.

V tuljavo vloži železno jedro, nakar spoji tuljavo z galvanoskopom ter počakaj, da se kazalec postavi na 0. Nato zavrti nad tuljavo magnet, ki visi na nitki. Napravil(-a) si najenostavnejši generator izmeničnega toka.

Pripomočki: 1, 4 x 7, 10, 11, 16, 33, 34, papir, nit.

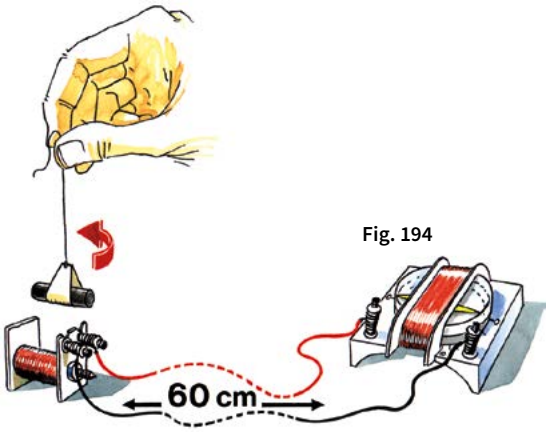


Fig. 194

150. STATOR ELEKTROMOTORJA IN GENERATORJA.

Pri električnih strojih se mirujoči del imenuje stator. Naredil(-a) boš tak stator. Na plastični podstavek pritrdi oba kraka statorja. Med krakoma namesti magnet in ga stisni z osjo z navojem in dvema maticama. Stator je narejen. S kompasom se lahko prepričaš, da se med krakoma razprostira magnetno polje. Z železnimi opilki pa lahko dokažeš, da tečejo magnetne silnice od enega kraka proti drugemu (glej poskus št. 41).

Pripomočki: 2 x 5, 4 x 6, 8, 10, 12, 2 x 15, 34.

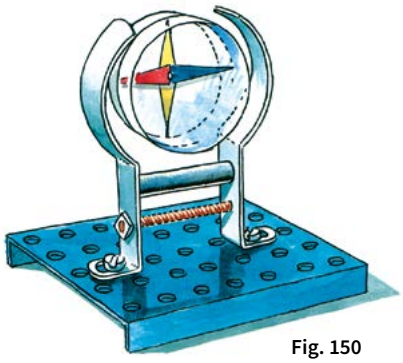


Fig. 150

151. ROTOR ELEKTROMOTORJA IN GENERATORJA.

Rotor je pravzaprav tuljava, ki je narejena tako, da se lahko obrača. Začetek in konec ovojev se končata na polvaljkih. Preko teh polvaljkov, ki se imenujejo kolektor, dovajaš rotorju tok ali mu ga odvzameš, pač odvisno od tega, ali gre za elektromotor ali za generator. Na kolektor se naslanja z vsake strani po eno kovinsko pero, ki se imenuje ščetka. S pomočjo kompasa preizkusi, kako rotor deluje:

1. Spoji rotor preko ščetk z baterijo, kakor kaže slika 151.
2. S kompasom ugotovi, kateri konec rotorja ima severni in kateri južni pol.
3. Preizkusi, ali se pola pri polnem obratu rotorja za 360° menjata ali ostaneta ista!

S pazljivim opazovanjem boš ugotovil(-a), da konca tuljave po vsaki polovici polnega obrata rotorja menjata pol, kar povzroča kolektor, ki v danem trenutku spremeni smer toka. Ni težko ugotoviti, da se smer toka spremeni takrat, ko je tuljava rotorja v vodoravni legi. V tem trenutku se spremenita tudi magnetna pola rotorja. Prejšnji severni pol postane južni in obratno.

Pripomočki: 3 x 5, 3 x 6, 2 x 7, 8, 19, 2 x 20, 21, 33, baterija.

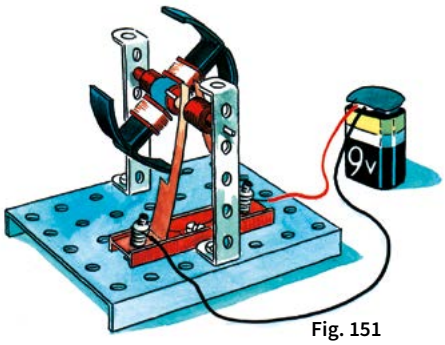


Fig. 151

152. ELEKTROMOTOR ZA ISTOSMERNI TOK.

Ker si se seznanil(-a) s statorjem generatorja (poskus št. 150) in z rotorjem generatorja s ščetkami (poskus št. 151), lahko narediš elektromotor za istosmerni tok.

Najprej moraš sestaviti rotor s ščetkami in nato stator. Ko se prepričaš, da se rotor brezhibno vrti in da se ščetke naslanjajo na kolektor, spoji elektromotor z žepno baterijo. Rotor se začne vrteti, spočetka počasi, nato pa vedno hitreje do polnega števila obratov, ki jih je od 2800 do 3000 v minuti.

Zamenjaj pola baterije!

Pripomočki: (151), 2 x 5, 4 x 6, 10, 12, 15.

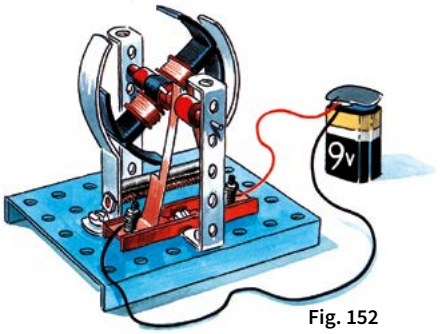


Fig. 152

153. GENERATOR ZA ISTOSMERNI TOK.

Elektromotor iz poskusa št. 152 spoji z galvanoskopom in z roko zavrti rotor elektromotorja. Kazalec galvanoskopa se odkloni. Zavrti rotor v nasprotni smeri! Kazalec galvanoskopa se odkloni v nasprotni smeri.

Elektromotor za istosmerni tok lahko uporabljaš, kakor si opazil(-a), tudi kot generator, kot stroj, ki proizvaja istosmerni tok.

Pripomočki: (152), 1, 2 x 7, 34.

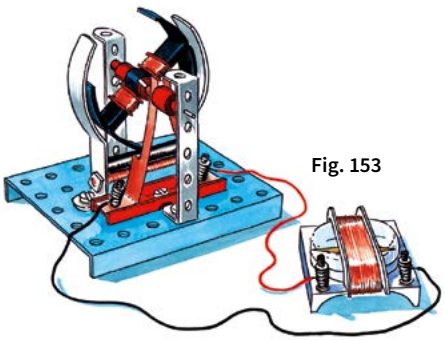


Fig. 153

SKLEPNA BESEDA

S tem, da si napravil(-a) vse poskuse, opisane v tej knjigi, zate ne pomeni konec, temveč začetek dela. Zgornji poskusi so prvi in zelo pomemben korak v pridobivanju znanja z lastnim izkustvom. Na to znanje lahko navežeš znanje, ki so ga pridobili drugi in ti ga posredujejo v knjigah, s predavanji ter z izobraževalnimi radijskimi in televizijskimi oddajami.

Pridobljeno znanje lahko dograjuješ tudi z:
GENIUS (153 poskusov s področja elektrotehnike in 120 poskusov s področja elektronike)

NAZIVI SESTAVNIH DELOV

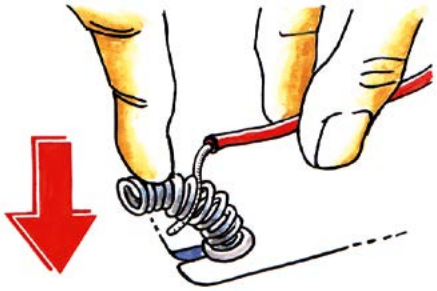
Št.	NAZIVI SESTAVNIH DELOV	Kom
1	Galvanoskop	1
2	Mikrofon	1
3	Škatlica z železnimi opilki	1
4	Škatlica z vijaki in maticami	1
5	Vijak M4 x 5	12
6	Matica M4	16
7	Vzmetna sponka	1
8	Plastični podstavek	8
9	Železna palica	1
10	Magnet	1
11	Tuljava	1
12	Os z navojem	1
13	Zvonec	1
14	Stojalo za žarnico	1
15	Stator (statorska kraka)	1
16	Železno jedro	1
17	Oklep jedra	1
18	Kotva	1
19	Rotor	1
20	Trak 2-krat upognjen 60 x 12 mm	2

Št.	NAZIVI SESTAVNIH DELOV	Kom
21	Ščetke	1
22	Slušalka	1
23	Cinkova ploščica (Zn)	1
24	Bakrena ploščica (Cu)	1
25	Vijak M4 x 20	1
26	Plastična ploščica	1
27	Kovinska ploščica s plastičnim ročajem	1
28	Kotnik 25 x 25 mm	4
29	Trak 2-krat upognjen 38 x 12 mm	2
30	Upor	1
31	Kladivce za zvonec	1
32	Ključ za matice z izvijačem	2
33	Spojna žica	5
34	Kompas	1
35	Žarnica 12 V/0,05 A	1
36	Bakrena žica	1
37	Konstantan žica	1

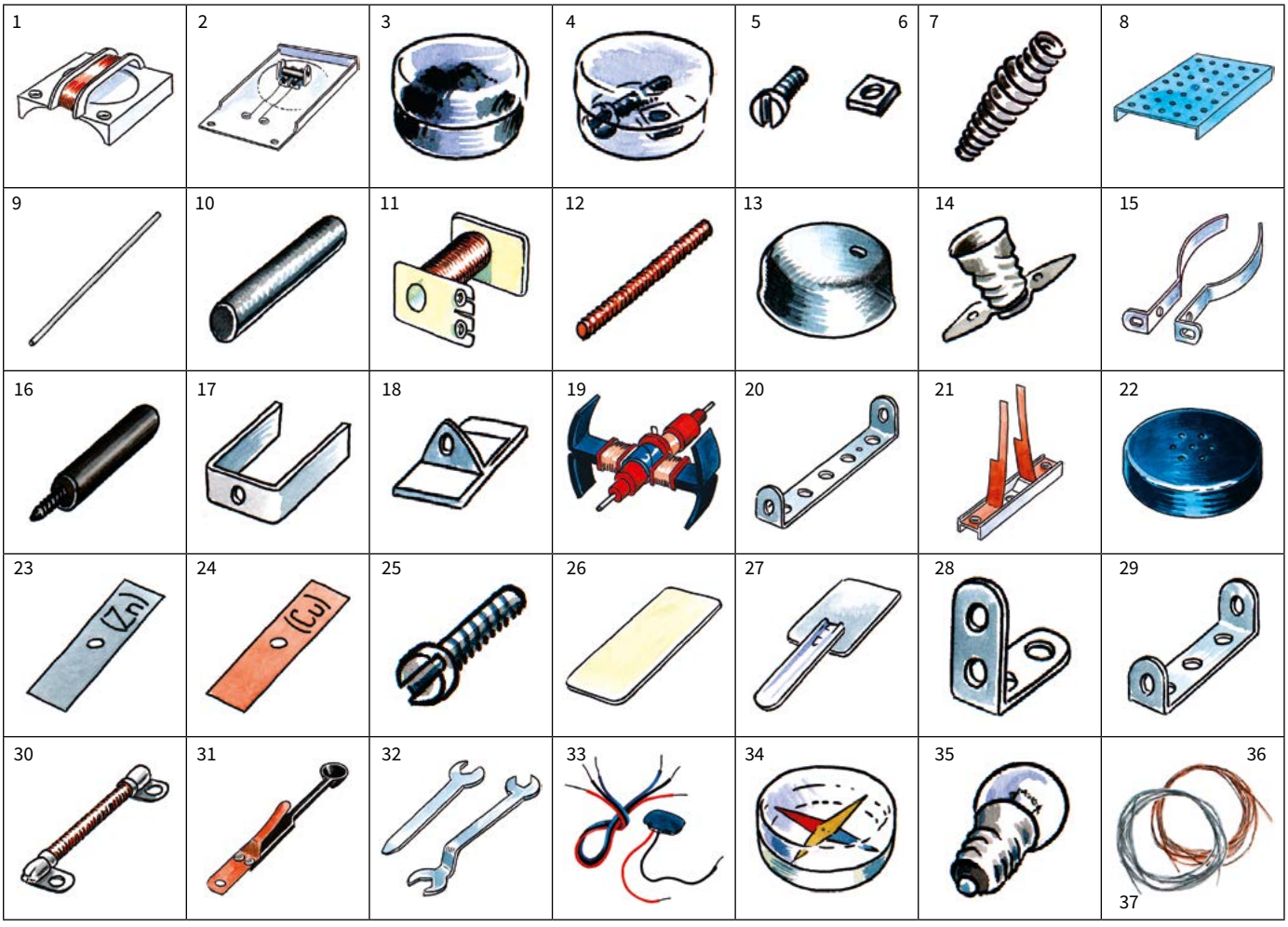


Vstavite kontaktno vzmet v osnovno ploščo.





Vstavite žico v kontaktno vzmet.



ELECTRO PIONEER

153 pokusa s područja elektriciteta i magnetizma

Deluje sa jednom baterijom 9V ⎓ IEC 6LR61-9V ⎓ (nije priložena)

Izdavač i nositelj autorskih prava: MEHANO d.o.o. • Polje 9 • SI - 6310 Izola • SLOVENIJA

SADRŽAJ

ELEKTROSTATIKA ..... 31 - 36
MAGNETIZAM ..... 36 - 41
BATERIJE I ELEMENTI ..... 41 - 47
ELEKTROMAGNETIZAM ..... 47 - 50
ELEKTROMAGNET U TEHNICI ..... 50 - 53
GENERATORI I ELEKTROMOTORI ..... 53 - 54

PRAVA I ODGOVORNOSTI

Sadržaj ove knjige je zaštićen u skladu sa zakonima o autorskom pravu. Ništa iz nje se ne smije kopirati, prepisivati, fotokopirati ili prenijeti na bilo kakav medij za pohranjivanje informacija bez predhodne izricne pismene dozvole nositelja autorskog prava.
Svi pokusi opisani u ovoj knjizi su pažljivo provjereni i probani. Bez obzira na to, nositelj autorskih prava nije odgovoran za bilo kakvu fizičnu i/ili materialnu štetu, niti za tjelesne ozljede do kojih bi došlo prilikom izvođenja pokusa, opisanih u ovoj knjizi.

POZDRAVLJENI, MLADI ČITATELJI I ČITATELJICE

Drago nam je da ste odlučili stupiti u čudestan svijet elektrotehnike upravo pomoću naše knjige. Nadamo se da će vam izvođenje pokusa biti zabavno. U svakom slučaju, to neće biti samo zabava nego i skupljanje novih znanja, koja će biti djelići kamena-temeljca za ono, što ćete o elektrotehnici naučiti naknadno, kada ćete knjigu koju držite u ruci podrobno poznavati, i kada ćete je sa svojim znanjem i prerasti. Ne bojite se pokusa, jer je jedan sam pokus vrijedan više nego znanja tisuća stručnjaka. Zato sve svoje nove ideje usput provjerite. Ako pokus ne uspije, ne budite razočarani. Ako ustanovite u čemu ste pogriješili, i negativan ishod Vaše ideje će postati pozitivan jer ćete se i kod takvog pokusa naučiti nešto novo.
Svi pokusi opisani u ovoj knjizi su pripremljeni tako, da se ne možete ozlijediti ili uzrokovati neku veću štetu, ako zanemarimo možebitne manje ogrebotinice na prstima.
U knjizi je opisan značajan broj različitih pokusa. Neki su tako jednostavni, da vam nije potrebno nikakvo objašnjenje. Neki su komplicirani i možda uopće nećete razumijeti kako djeluju. Ne očajavajte. Možda će vam slijedeći put, pri podrobnijem čitanju, sve biti jasno. Ako ne
razumijete neki dio, ili vas možda ne zanima, slobodno ga preskočite.
Veliki broj pokusa omogućuje da svako nađe nešto prikladno za sebe. Možda ćete zbog detaljnog opisa djelovanja pokusa, ovu knjigu upotrijebiti i kao pomagalo u školi.

DRAGI RODITELJI

Sa ovom knjigom i vi sami (ponovo) stupate u svijet elektrotehnike. Ako ste u tom svijetu udomaćeni, pomozite i potaknite mladog istražitelja. Ako je taj svijet i za vas nov, neka vam se ne bude neugodno pridružiti mladom i nadobudnom istražitelju. Svijet elektrotehnike je pun odkrića, koja čekaju podjednako na mlade i na starije istraživače.

NAPOMENA ZA RODITELJE!

PRIJE POČETKA RADA NEKA DJETE PAŽLJIVO PROČITA UPUTE TE NEKA IH SE PRIDRŽAVA.
IGRAČKA JE PRIKLADNA ZA DJECU STARIJU OD 9 GODINA.
ZBOG SIGURNOSTNIH RAZLOGA SU SVI POKUSI PRILAGOĐENI ZA NAPON 9V (9V BATERIJA IEC 6LR61).
IZVODITI JE DOZVOLJENO SAMO ONE POKUSE KOJI SU DETALJNO OPISANI U UPUTAMA.
ZAŽELJENO JE DA SE POKUSI IZVODE U VAŠEM PRISUSTVU.
SAČUVAJTE UPUTSTVA JER SADRŽE VAŽNE INFORMACIJE.

UPOZORENJE

Ne upotrebljavajte baterije koje se pune (npr. Ni-Cd baterije).
Za ovu igračku upotrebljavajte samo baterije istoga ili ekvivalentnoga tipa kao što su propisane.
Preporučamo upotrebu alkalnih baterija.
Baterije moraju biti priključene u pravilnom polaritetu.
Zamjenjajte sve baterije, ne miješajte stare i nove baterije kao ni različite tipove baterija (npr. alkalne i cink-karbonske)
Baterije mora zamijeniti odrasla osoba.
Iztrošene baterije ne puštajte u ležištu igračke.
Ako igračku ne namjeravate upotrebljavati duže vrijeme, uklonite baterije.
Baterije ne smiju doći u dodir s metalom jer postoji mogućnost da dođe do požara ili eksplozije.
Nikada ne pokušavajte puniti baterije koje nisu namijenjene za punjenje.
Baterije, koje su namjenjene za punjenje moraju biti uklonjene iz igračke (ako se mogu odstraniti) prije početka punjenja.
Baterije, koje su namjenjene za punjenje se pune (ako se mogu odstraniti) samo pod nadzorom odrasle osobe.
Ne bacajte baterije u vatru.
Istrošene baterije bacajte u za tu svrhu namijenjene kontejnere.
Priključke (naponske) nije dozvoljeno kratko spojiti.

UVOD!

U ovoj knjizi je navedeno 153 pokusa i teoretskih opisa. Ova zbirka sadrži sve potrebne dijelove za njihovu izvedbu osim onih, koje možemo naći u svakom domaćinstvu (češalj, komadić stakla, čaša za vodu, pečatni vosak, džepni nožić, igle za šivanje, konac (pamučna nit), ljepenka, karton, čavli, staniol-Al folija, komadić drva, pleteće igle, željezna žica,...)
Zbirka je namijenjena djeci oba spola od 9 godina na više, a pogodna je za pojedinačni i skupni rad i uspješno se može rabiti u osnovnoj školi iako je pripremljena za izvanškolski rad i aktivnosti.
S obzirom da ove zbirke upotrebljavaju i neke škole u svojim izvan nastavnim aktivnostima, opisano je i nekoliko pokusa, za koje je potrebno i nešto više pribora.

OPČE UPUTE

Svi djelovi u zbirci su navedeni, označeni brojevima i nacrtani na zadnjoj strani.
Prije početka izvođenja pokusa, moraš nabaviti bateriju napona 9V (IEC 6LR61)
Kod svakog pokusa navedeni su sa odgovarajućim brojevima svi sastavni dijelovi koji su potrebni za izvođenje pojedinih pokusa i to onim redom kojim se koriste.
Korisno je da se prije početka izvođenja pokusa pripreme svi potrebni dijelovi, slože onim redom kojim će se koristiti te se zatim pristupi samom izvođenju pokusa.
Po završenom pokusu vrati pojedine djelove na njihova mjesta.

KAKO TREBA IZVODITI POKUSE

Svaki pokus je označen rednim brojem. Pokuse možeš izvoditi ne obazirući se na redne brojeve, no preporučamo da ideš po redu. Tijek pokusa ćemo opisati na primjeru električnog zvona, koji je opisan pod rednim brojem 130/131. Dijelovi potrebni za sastavljanje zvonca su u tekstu označeni sa brojevima. Slike i nazive tih dijelova možemo naći na zadnjoj stranici u “Popisu sastavnih dijelova”. U našem slučaju to su sljedeći brojevi: 5-6-7-8-11-12-13-16-17-25-28-31-33 itd.). Prema tim brojevima pripremit ćemo i svrstati u red sljedeće dijelove:

4 x 7 = opružna spona
8 = plastično podnožje
6 x 5 = vijak
13 x 6 = matica
11 = uzvojnica
12 = osovina sa navojem
13 = zvono
16 = željezna jezgra
17 = omotač jezgre
25 = vijak
3 x 28 = kutnik 25 x 25 mm
31 = čekić za zvono
33 = žica za spajanje

• 2 x 5 - znači da se sastavni dio br.5 upotrebljava dva puta

• (20) - broj u zagradi označava da su potrebni isti sastavni djelovi kao kot pokusa br. 20

Primjer: Na podlozi od plastične mase učvrstimo kutnik s pomoću vijka i matice. Nakon toga učvrstimo željeznu jezgru s omotačem jezgre i na jezgru postavimo uzvojnicu itd. Sve sastavne dijelove treba spojiti čvrsto i precizno. Ako pojedini pokusi ne budu odmah pravilno djelovali, potrebno je ukloniti nedostatke. Pokusi iz područja elektrostatike izvode se najbolje pri suhom vremenu, osobito zimi. Pokuse treba obavljati suhim rukama.

Želimo puno uspjeha pri eksperimentiranju...

ELEKTROSTATIKA

1. STRUJA IZ PAPIRA.

Iz bilježnice istrgnemo list papira i dobro ga osušimo na štednjaku. Položimo ga zatim na bilježnicu i rukom čvrsto prevučemo preko njega (slika 1). Podignemo papir lijevom rukom pa mu s donje strane približimo članak desne ruke. Između papira i ruke pojavit će se električna iskra.

Pribor: list iz bilježnice

Fig. 1

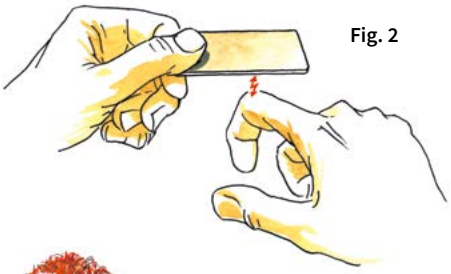


2. ELEKTRIČNA ISKRA - GROM.

Plastičnu pločicu položimo na rub stola i istrljamo ju suhom rukom ili novinskim papirom. Pločicu zatim podignemo i približimo joj članak prsta (slika 2). Između pločice i prsta pojavit će se iskra koju ćemo čuti, osjetiti a u mraku i vidjeti. Iskra koju smo izvukli iz papira i plastike u biti se ne razlikuje od munje i groma. Razlika je u tome što se kod naših pokusa radi o malim količinama elektriciteta, a kod munje u golemim.

Pribor: 26

Fig. 2



3. STRUJA IZ VUNE.

Ako duže hodamo u cipelama s gumenim džonom po vunenom ili svilenom sagu, naše tijelo će biti puno elektriciteta. Dirnemo li nakon toga vodovodnu cijev ili neki drugi metalni predmet, koji je u dodiru sa zemljom između našeg tijela i tog predmeta pojavit će se električna iskra. češalj se kod češljanja također naelektrizira kao i kosa. Isto se događa i s krznom mačke koju gladimo. Sve ovo nam ne zadaje brige kao što nam ih zadaju one koje nastaju na benznskim crpkama zbog trenja benzina kroz cijevi ili kod zrakoplova na kojima nastaju električni naboji zbog trenja kroz zrak.

Velike nevolje čine električne iskre u tvornicama papira i gume kao i u radionicama u kojima se energija prenosi transmisijama od gume i kože. Zbog električne iskre je stradao cepelin Hindenburg.

Pribor: češalj

Fig. 3



Fig. 4



4. ELEKTROSTATIČNO “LJEPILO”.

Zimi, kada u sobi grijemo, ugrijemo veći list novina koji zatim položimo na zid i rukama ga zagladimo. Novine će ostati zalijepljene na zidu stanovito vrijeme. Trljanjem smo izazvali elektricitet u papiru zbog čega su novine ostale zalijepljene na zidu.

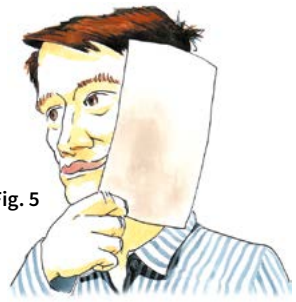
Pribor: list novina

5. ELEKTRIČNA PAUČINA.

List papira ugrijemo na štednjaku ili radijatoru. Položimo ga zatim na bilježnicu i rukom čvrsto prevučemo preko njega, kao što smo to učinili u pokusu br. 1. List zatim dignemo i približimo ga licu (slika 5). Pri ovom imamo osjećaj da smo licem dotakli paučinu. Trenjem smo u papiru izazvali elektricitet koji podiže dlačice na našoj koži i izaziva osjećaj paučine.

Pribor: list iz bilježnice

Fig. 5



6. NAELEKTRIZIRANA TIJELA PRIVLAČE.

Dvije šesterouglaste obične olovke položimo u križ jednu na drugu, pa zatim gornjoj približimo plastičnu pločicu koju smo provukli kroz prste ili novinski papir. Umjesto olovke možemo se poslužiti i ravnalom ili drugim predmetima. Sve te predmete će naelektrizirana pločica privući.

Stari Grci su već 600 p. n. e. primjetili da elektroni privlače lake predmete ako ih protrljamo rukom ili tkaninom. Od tuda naziv elektricitet. Umjesto skupog jantara smo upotrebili plastiku. Naelektrizira se i papir ako ga dobro osušimo i istrljamo. U kasnijim pokusima naučiti ćemo da se trljanjem naelektriziraju sva tijela koja trljamo.

Pribor: 26, 2 šesterouglaste olovke

Fig. 6

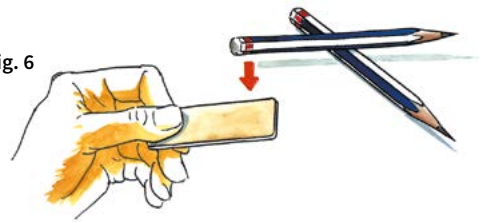
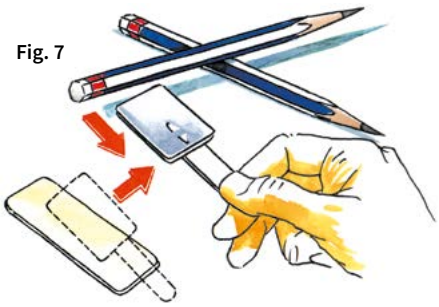


Fig. 7



7. METALI SE MOGU NAELEKTRIZIRATI.

Dvije šesterouglaste obične olovke položimo jednu na drugu kao u prijašnjem pokusu. Gornjoj olovci približimo metalnu pločicu sa plastičnom drškom kojom smo prethodno trljali plastičnu pločicu (slika 7). Naelektrizirana metalna pločica privlači olovku. Kao što vidimo i metali se trenjem mogu naelektrizirati. Kasnije ćemo vidjeti zašto je metalna pločica pričvršćena na plastičnu dršku..

Pribor: 26, 27, 2 olovke

8. NAELEKTRIZIRANA TIJELA ODBIJAJU DRUGA TIJELA.

Obične olovke iz pokusa br. 7 položimo na plastičnu podlogu (slika 8). Naelektriziranu metalnu pločicu približimo gornjoj olovci. Pločica olovku privlači. Naelektriziramo li pločicu ponovo, pločica će olovku odbiti. U svim dosadašnjim pokusima primjetili smo da naelektrizirana tijela privlače druga, a sada vidimo da ih u nekim slučajevima i odbijaju.
Pribor: 8, 26, 27, 2 olovke

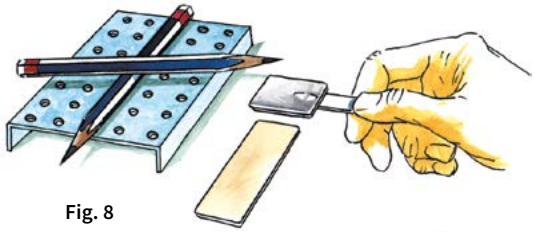


Fig. 8

9. NAELEKTRIZIRANO TIJELO U BLIZINI MLAZA VODE.

Naelektriziranu plastičnu pločicu približimo tankom mlazu vode (slika 9). Pločica mlaz privlači i raspršuje ga.
Pribor: 26, čaša vode

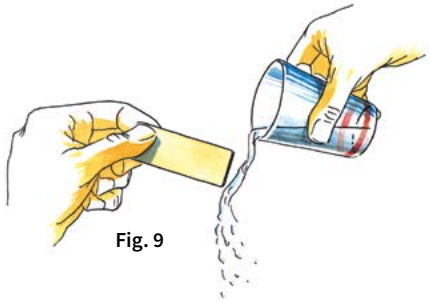


Fig. 9

10. KAD SE NAELEKTRIZIRANA TIJELA PRIVLAČE, A KAD ODBIJAJU?

Radove u ovom zanimljivom pokusu treba obaviti ovim redom:
I) metalnu pločicu trljamo o plastičnu podlogu;
II) naelektriziranu plastičnu pločicu položimo na aluminijsko zvono na kojem se može lako okretati;
III) plastičnoj pločici približimo naelektriziranu metalnu pločicu (slika 10). Pločice se privlače;
IV) držak metalne pločice provučemo kroz prste ili protrljamo papirom i približimo plastičnoj pločici.
Pločice se odbijaju.
Iz navedenog pokusa vidimo da električni naboji mogu biti različiti. Mogu se privlačiti ili odbijati.
Pribor: 13, 26, 27

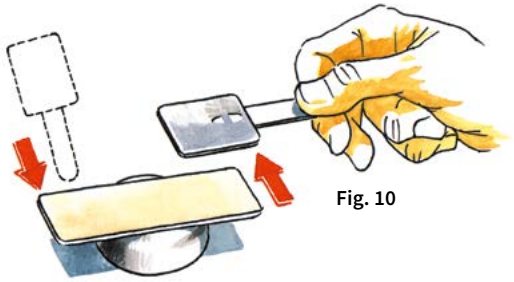


Fig. 10

11. JEDNOSTAVNI ELEKTROSKOP.

Iz sastavnih dijelova koji se nalaze u zbirci, napravimo elektroskop (slika 11). Na plastičnoj podlozi učvrstimo željezni stalak na kojem se nalazi kazaljka od papira (140 x 12 mm). Kao osovina poslužit će nam pribadača kojom ćemo učvrstiti kazaljku nešto iznad težišta. Elektroskop je ispravan ako kazaljka visi okomito a pomaknemo li je iz tog položaja, njiše se.
Pribor: 3 x 5, 3 x 6, 8, 20, 2 x 28, 29, pribadača, kazaljka

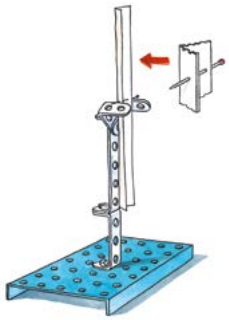


Fig. 11

12. NAELEKTRIZIRANA PLASTIČNA PLOČICA PRIVLAČI KAZALJKU ELEKTROSKOPA.

Plastičnu pločicu provučemo kroz prste ili papir, pa je približimo kazaljki elektroskopa (slika 12). Pločica kazaljku privlači. Izvršimo sličan pokus s češljem, komadom stakla ili pečatnog voska koji protrljamo o odijelo. Sva navedena i druga tijela privlače kazaljku elektroskopa ako ih protrljamo. Trljanjem postaju naelektrizirana.
Pribor: (11), 26

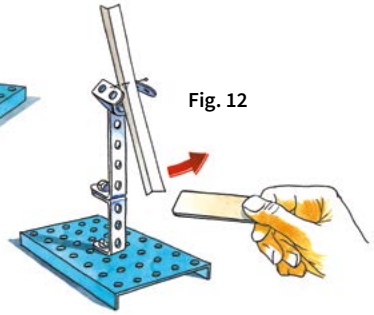


Fig. 12

13. NAELEKTRIZIRANA METALNA PLOČICA PRIVLAČI KAZALJKU ELEKTROSKOPA.

Ponovimo pokus br. 12, s tim da plastičnu pločicu ne trljamo rukom već metalnom pločicom s drškom od polivinila. Ako tu pločicu približimo kazaljki, pločica će je privući. Umotajmo pločicu u komad papira ili tkanine i zatim istrljajmo plastičnu pločicu. Papir, tkanina i druga tijela kojima trljamo postaju naelektrizirana.
Iz navedenih pokusa zaključujemo da naelektrizirana postaju tijela koja trljamo kao i ona kojima trljamo.
Pribor: (11), 26, 27, komad papira i tkanine

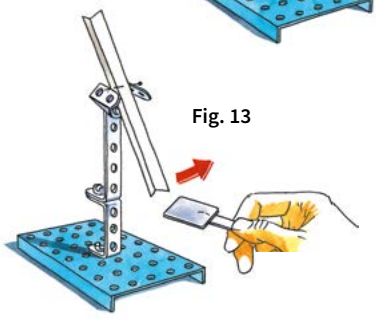


Fig. 13

14. NABIJANJE ELEKTROSKOPA.

Plastičnu pločicu položimo na rub stola. Preko nje prevučemo uz umjereni pritsak metalnu pločicu, pa zatim njome dodirnemo stalak elektroskopa (slika 14). Kazaljka će se pomaknuti i tako ostati. Ponovimo li postupak još nekoliko puta kazaljka će se sve više pomicati. Električni naboj raste.
Pribor: (11), 26, 27

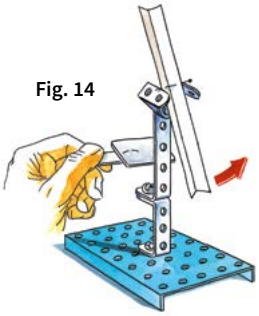


Fig. 14

15. PRAŽNJENJE ELEKTRIČNOG NABOJA.

Dodirnimo prstom metalni stalak nabijenog elektroskopa (slika 15). Kazaljka će se prikloniti. Elektroni su kroz naše tijelo otišli u zemlju.
U ranijim pokusima smo opazili da tijela postaju naelektrizirana ako njima trljamo plastiku. Postaje li naelektrizirana i naša ruka?
Pribor: (11)

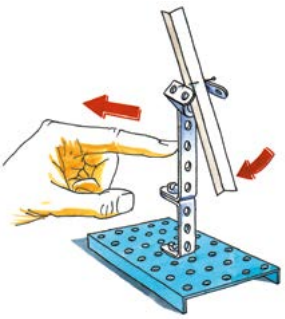
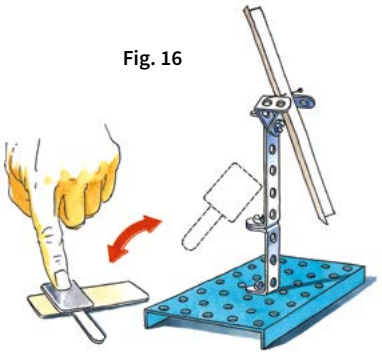


Fig. 15

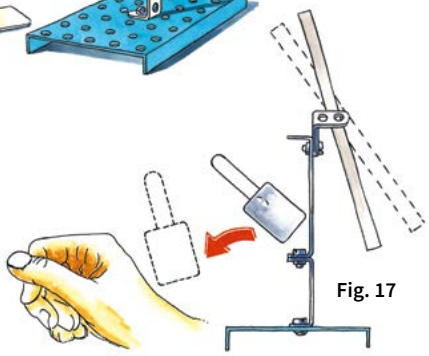
16. POSTUPNO NABIJANJE ELEKTROSKOPA.

I) plastičnu pločicu položimo na stol i trljamo suhom rukom ili papirom;
II) na plastičnu pločicu položimo metalnu pločicu koju držimo za polivinilski držak;
III) prije nego što metalnu pločicu podignemo, dodirnemo je prstom;
IV) metalnom pločicom dodirnemo stalak elektroskopa.
Kazaljka će se pomaknuti. Ponovimo pokus nekoliko puta i to samo II), III) i IV). Kazaljka će se sve više i više pomicati, što dokazuje da električni naboj raste.
Plastična i metalna pločica čine aparat koji se zove elektrofor.
Pribor: (11), 26, 27


Fig. 16

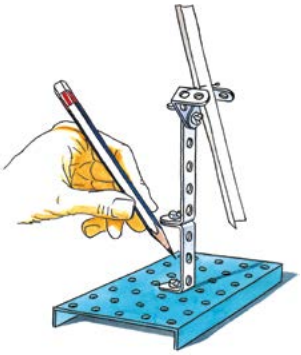
17. POSTUPNO PRAŽNJENJE ELEKTROSKOPA.

Elektroskop nabijemo s pomoću elektrofora kao što smo naučili u prijašnjem pokusu. Nabijeni elektroskop dodirnemo metalnom pločicom. Kazaljka će malo pasti. Zatim metalnom pločicom dodirnemo vlastito tijelo i ponovo elektroskop i t.d. Kazaljka sve više pada.
Pribor: (11), 26, 27


Fig. 17

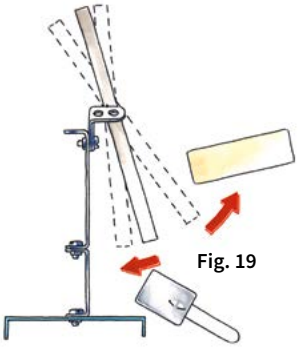
18. VODIČI I IZOLATORI.

Elektroskop nabijemo s pomoću elektrofora (pokus br. 16) te potom dodirnemo stalak elektroskopa: drškom metalne pločice, olovkom, papirom, bakrenom pločicom i ostalim dijelovima iz naše zbirke. što primjećujemo? Kod dodira plastičnom pločicom, suhim staklom, porculanom, pečatnim voskom, parafinom i t.d. kazaljka se ne miče. Navedena tijela su izolatori. Metali su naprotiv dobri vodiči elektriciteta. Naše tijelo, olovka, vlažan papir i t.d. su također dobri vodiči.
Pribor: (11), 24, 26, 27, razni predmeti


Fig. 18

19. POZITIVNA I NEGATIVNA ELEKTRIČNA TIJELA.

S pomoću elektrofora nabijemo elektroskop. Kazaljki približimo metalnu pločicu kojom smo ga nabijali (slika 19). Kazaljka se odmiče. Približimo li kazaljki plastičnu pločicu, ona će se primaknuti. Iz ovoga vidimo da tijela mogu biti različito naelektrizirana. U našem slučaju metalna pločica bila je pozitvno električna kao i nabijeni elektroskop, dok je plastična pločica bila negativno električna. Istoimena električna tijela se odbijaju, a raznoimena privlače.
Pribor: (11), 26, 27


Fig. 19

20. ELEKTRIČNO NJIHALO.

Poučni pokusi mogu se izvoditi električnim njihalom. Ono se sastoji od kuglice izrađene od bazge ili stiropora (1), pamučne niti (2), uspravnog štapića (3), koljena (4) i vodoravnog štapića (5). Ako nismo u mogućnosti napraviti kuglicu od bazge, možemo se poslužiti malim cilindrom od staniola. List staniola veličine 5 X 3 cm omotamo oko obične olovke, s jedne strane stisnemo i vežemo pamučnu nit. štapiće izradimo od papira, dužina štapića neka bude oko 90 mm, za izradu jednog štapića uzmi papir dimenzije 90 x 100 mm. Svaki komad posebno premažemo lijepilom i lagano ga omotamo oko željezne šipke koja se nalazi u zbirci. Tako nastalu cjevčicu osiguraj da se ne odvije (selotejp, gumica) te skini sa željezne šipke prije nego što se potpuno osuši. Cijevčicu učvrstimo na plastični podnožje pomoću osovine s navojem. Koljeno izradimo od žice ili čavla odgovarajuće debljine.
Pribor: 2 x 6, 8, 9, 12, papir, staniol ili Al folija, pamučna nit, žica

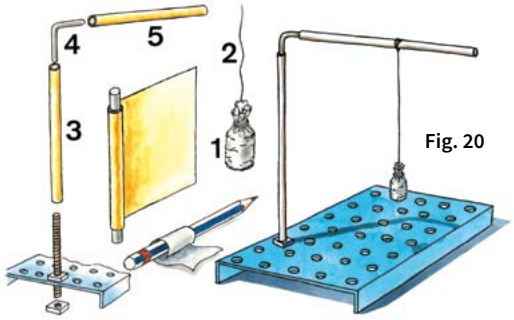
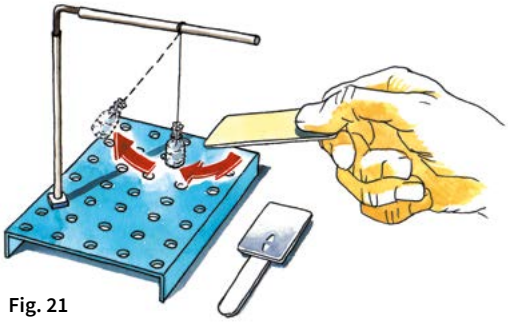


Fig. 20

21. POKUSI S ELEKTRIČNIM NJIHALOM.

I) električnom njihalu približimo naelektriziranu plastičnu pločicu. Pločica privlači kuglicu njihala ali ju odmah zatim odbije i više je pločicom ne možemo uhvatiti.
II) kuglicu njihala dodirnemo rukom pa jo zatim približimo naelektriziranu metalnu pločicu. Pločica privlači kuglicu ali je potom snažno odbija.
Kako objasniti ove pojave?
Plastična pločica ima negativan naboj. Ona privuče kuglicu pa time i ona dobiva negativan naboj, te ju glede toga odbije. Metalna pločica ima pozitivan naboj, usljed dodira i kuglica se naelektrizira pozitivno te se odbija. Iz navedenog vidimo da se tijela s jednakim električnim nabojem odbijaju.
Pribor: (20), 26, 27.


Fig. 21

22. TIJELA S RAZLIČITIM ELEKTRIČNIM NABOJEM PRIVLAČE SE.

Za ovaj pokus potrebna su dva njihala. Za podlogu prvoga poslužit ćemo se plastičnom podlogom, a drugoga aluminijskom. Njihala razmaknemo pa zatim jedno nabijemo pozitivno, a drugo negativno. Kod približavanja njihala primjećujemo da se kuglice privlače. Ako se dodirnu, naboji se pobijaju. Iz navedenog zaključujemo:
a) tijela s različitim nabojima se privlače, i
b) pozitivni i negativni naboji istih veličina se pobijaju.
Pribor: (20), 6, 13, 25, 26, 27, papir, staniol ili Al folija, nit

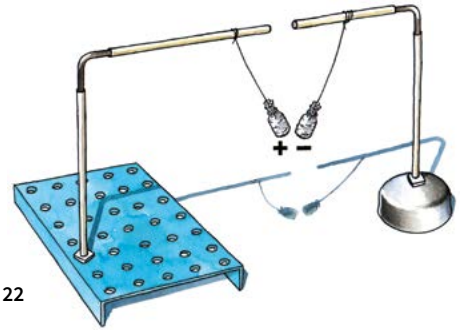


Fig. 22

23. ELEKTROSKOP S LISTIČIMA.

Za daljnje pokuse statičkim elektricitetom potreban je osjetljiv instrument - elektroskop s listićima. Napravit ćemo ga sami ovim redom:
u sredinu podloge od plastične mase (9) učvrstimo vijkom i maticom dva puta prirubljenu traku 60 x 12 mm;
pomoću vijka i matice učvrstimo vrh trake i zvonce od aluminija, tako da iz njega viri jos 10 mm vijka. Na vijak ćemo staviti cijev iz Al folije (staniola) dužine 9 cm (izrada kao što je opisana u pokusu br. 20). Na vrhu učvrstimo dva nosača (b) od gole bakrene žice promjera 0,3 mm ili od žice konstantana promjera 0,2 mm. Nosač je pravokutnik dužine 10, širine 5 mm izrađen tako da postaje uvijeni držak za učvršćenje u cijev. Listići elektroskopa moraju biti izrađeni od tankog papira veličina 8 x 70 mm. Oni se učvršćavaju na držak kao što se vidi na slici 23 desno. Strelica označava mjesto gdje je papir lijepljen.
Pribor: 5, 2 x 6, 8, 13, 20, 25, 36, papir, staniol ili Al folija

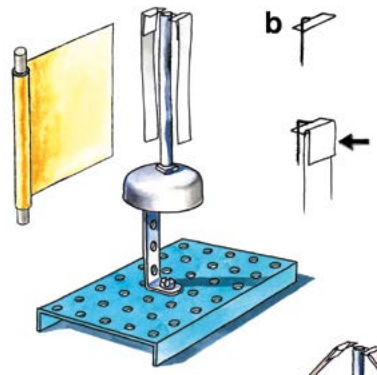


Fig. 23

24. ELEKTRICITET IZ KUTIJE ZA ŠIBICE.

Omotač kutije za šibice nataknemo na metalnu pločicu. Omotačem protrljamo plastičnu pločicu pa ga približimo elektroskopu (slika 24). Listići elektroskopa se rasklope. Dodirnemo li prstom elektroskop oni će se sklopiti. Omotajmo metalnu pločicu redom papirom, tekstilom, krznom i t.d. pa pokušajmo naelektrizirati ta tijela trljanjem o plastičnu pločicu. Pokušajmo to i sa staklom trljajući ga vunom ili svilom.
Pribor: (23), 26, 27, kutija za žigice



Fig. 24

25. KAPACITET.

Kraj drška metalne pločice omotamo staniolom ili Al folijom (gledaj detalj a) dobivajući na taj način dvije metalne pločice, veliku i malu (slika 25). Nabijmo elektroskop do punog otklona listića (pokus br. 16). Dodirnimo nabijeni elektroskop malom metalnom pločicom (iz staniola). Kut među listićima se smanjio. Dodirnim zatim pločicom vlastito tijelo pa ponovo elektroskop. Ponovimo ovo sve dok se listići potpuno ne zaklope. Elektroskop ponovo nabijem pa ga na sličan način izbijem velikom metalnom pločicom. Koja pločica ima veći kapacitet?
Pribor: (23), 26, 27, staniol (Al folija)

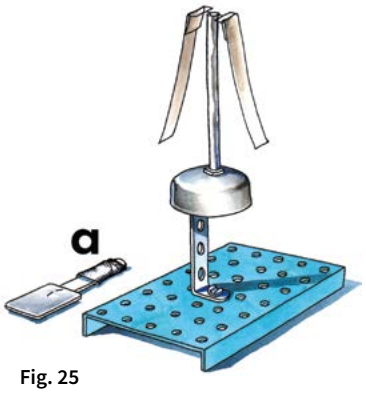


Fig. 25

26. IONIZACIJA ZRAKA.

I) elektroskop nabijemo do punog otklona listića, te ustanovimo koliko će vremena listići ostati otklonjeni. Kod suhog vremena, osobito zimi, listići će ostati otklonjeni nekoliko sati što dokazuje da je zrak dobar izolator. Pri vlažnom vremenu listići će se brzo vratiti u prvobitni položaj.
II) elektroskop ponovo nabijemo, pa mu približimo (oprezno da se listići ne upale) upaljenu šibicu. Listići se odmah zaklope. Molekule zraka pod utjecajem plamena brzo se gibaju pa jedna drugu ioniziraju, a ionizirani zrak nije dobar izolator. Zato grom često udara u vatru.
Pribor: (23), 26, 27, šibice

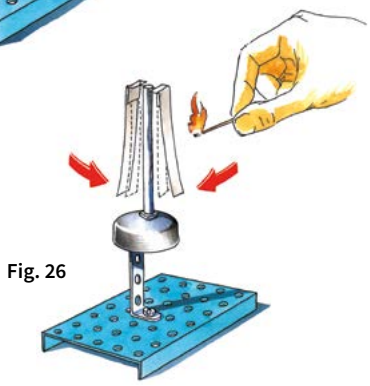


Fig. 26

27. ELEKTRIČNO POLJE.

Iz srednje debele ljepenke izrežemo pločicu veličine plastične pločice iz naše zbirke. Položimo ljepenku na rub stola i preko nje plastičnu pločicu koji protrljamo papirom ili suhom rukom. Zatim ga podignemo. što primjećujemo? Zajedno s plastičnom pločicom podigli smo i ljepenku iako je ona prilično teška. Plastična pločica je prilikom trljanja dobila negativan naboj. Na ljepenci je zbog brzine negativnog naboja nastao pozitivan, što je dovelo do privlačenja. Privlačnost može biti prilična, što osjećamo kod razmaka obe pločice (slika 27). Između njih vlada električno polje.
Pribor: 26, pločica od ljepenke

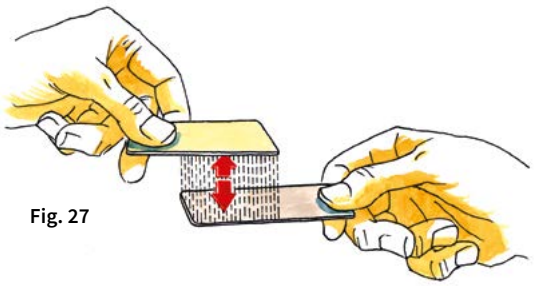


Fig. 27

28. ELEKTRIČNE SILNICE.

Na rub stola položimo pločicu ljepenke a ispod nje podužu nit. Na ljepenku položimo plastičnu pločicu koji trljamo rukom ili papirom. Zadržimo jednom rukom ljepenku na stolu a drugom podignimo plastičnu pločicu 6 do 8 mm u zrak. Kod toga osjećamo otpor. Konci niti se dižu u pravcu plastične pločice. U električnom polju između pločica postoje nevidljive električne silnice. U smjeru tih silnica dižu se konci niti.
Pribor: 26, pločica od ljepenke, nit



Fig. 28

29. KONDENZATOR.

Na rub stola položimo naelektriziranu plastičnu pločicu i na nju postavimo elektroskop. Listići se neće otkloniti iako je pločica naelektrizirana. Zašto? Plastična pločica je negativno električna. Stol u njegovoj neposrednoj blizin ima zato pozitivan naboj koji je vezan za negativan naboj pločice. Podizanjem plastične pločice zajedno s elektrskopom 8 do 9 mm iznad stola umanjuje se pozitivan naboj, negativan prevladava i listići se razmiču. Pozitivno nabijen stol i negativno nabijena plastična pločica čine kondenzator. O kondenzatoru se govori i u pokusima 27 i 28.

Pribor: (23), 26, 27



Fig. 29

30. ODREĐIVANJE POLOVA ISPITIVAČEM.

Negativno nabijen elektroskop dodirnemo ispitivačem (nije priložen). Listići elektroskopa se sklope, a na jednoj od elektroda ispitivača pojavi se svjetlo. Ako elektroskop nabijemo pozitvno, svjetlo će se pojaviti na drugoj elektrodi ispitivača. Ispitivač se rabi u ispitivanju napetosti mreže. Ako dodirnemo ispitivačem električnu mrežu, svjetlo se pojavljuje na obe elektrode jer se u mreži nalazi izmjenična struja. Opomena: pokus obavi u dovoljno zatemljenom prostoru.

Pribor: (23), 26, 27, ispitivač

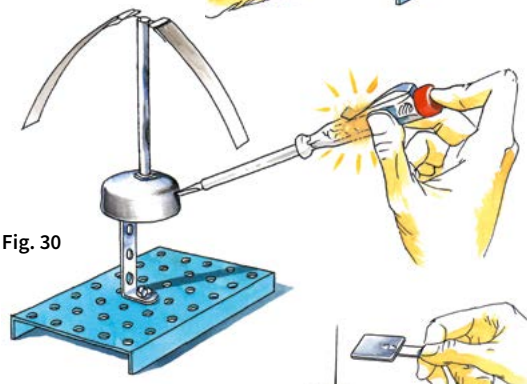


Fig. 30

31. DJELOVANJE ŠILJKA.

Na elektroskop postavimo iglu ili komadić žice, te šiljku približimo (ne dodirnuti) pozitivno nabijenu metalnu pločicu. Listići će se otkloniti iako elektroskop nismo dodirnuli. Odmaknimo pločicu, pa šiljku igle (ili žice) približimo (ne dodirnuti) šiljak druge igle koju držimo rukom. Elektroskop će se postupno prazniti. Očito je da elektroni prelaze s jednog tijela na drugo preko šiljaka. šiljci u tehnici riješavaju mnoge probleme. U tvornicama papira s pomoću šiljaka odvaja se statički elektricitet koji nastaje zbog trenja papira i dovodi do “lijepljenja”. Pomoću šiljaka otklanja se elektricitet sa zrakoplova koji se naelektriziraju zbog trenja zrakom. šiljcima se uklanja također i naboj s transmisijama. šiljcima se služimo pri zaštiti kuća od gromova.

Pribor: (23), 26, 27, igla

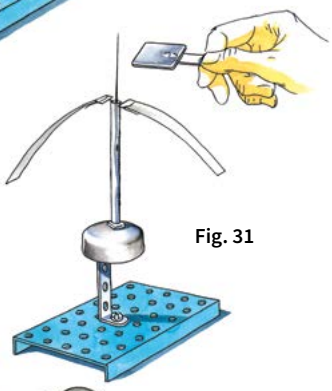


Fig. 31

32. GROMOBRAN.

Gromobran se sastoji od željeznog štapa sa šiljkom na vrhu. Od šiljka vodi prema zemlji debela bakrena žica ili cinčani lim, koji u zemlji završava na većoj metalnoj mreži. Ako se kući približi oblak pun elektriciteta onda se zbog njegove blizine po indukciji naelektrizira i kuća. Ako je oblak pozitivan kuća je negativna i obrnuto. Između kuće i oblaka nastaje električno polje (kondenzator). Elektroni, preko šiljka, prelaze s oblaka na gromobran i obrnuto, te time pobijaju naboj i opasnost od udara groma. Ako grom pak udari, udara u gromobran a ne u kuću. Na većim kućama ima više šiljaka.

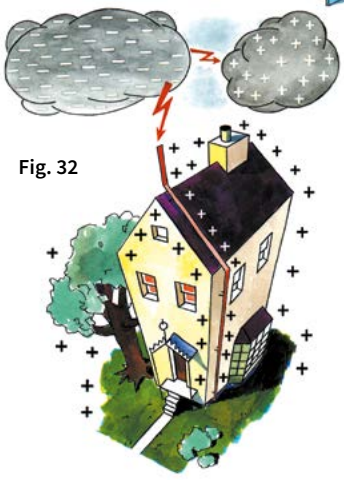


Fig. 32

33. FARADAYEV KAVEZ.

U starim knjigama mogu se naći priče o kralju iz daleke zemlje, komu su prorekli da će mu kći poginuti na svoj 16. rođendan. Kad se približio taj dan, kralj naredi da izgrade utvrđeni dvorac u koji se moglo ući jedino preko pokretnog mosta. U toj tvrđavi je pred 16. rođendan stanovala princeza sa svojim slugama. Na sam rođendan nebo se naoblačilo - čitamo dalje u priči - počelo je grmjeti i sijevati. Uz jaki tresak u dvorac udari grom i ubije mladu princezu. Možemo li zaštiti kuće od udara gromova? Možemo gromobranom, no još je sigurniji Faradayev kavez. Evo pokusa koji će nam objasniti kako ona djeluje. Na podlogu od plastične mase (9) postavimo manju limenu posudu (staru limenku ili aluminijski lončić). S unutarnje i vanjske strane nalijepimo nekoliko listića tankog papira (na slici 33 prikazana su samo dva). Dodirnemo posudu (kavez) naelektriziranom metalnom pločicom. Listić s vanjske strane kaveza će se otklonit dok s unutarnje strane miruje. Koliko god elektrizirali posudu, naboj će se širiti samo s vanjske strane, dok će unutrašnjiost ostati nenabijena, neutralna. To se događa i u kad posudu na više mjesta probušimo ili kad bi umjesto posude od lima uzeli posudu od žičanog pletiva. Ako takvim pletivom omotamo kuću, grom joj neće naškoditi. Faradayeva kavez upotrbljava se osobito za zaštitu skladišta streljiva.

Pribor: 8, 26, 27, limena posuda, papir

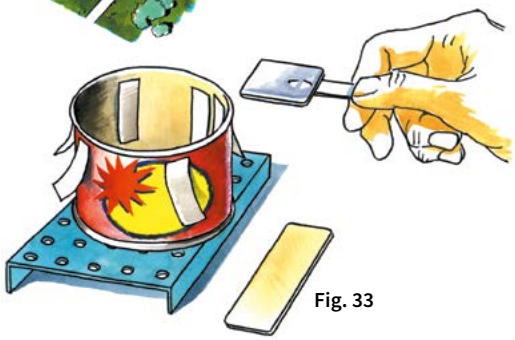


Fig. 33

34. JOŠ NEKOLIKO POKUSA.

Od bazge ili komadića stiropora napravimo nekoliko kuglica. Kuglicama na stolu približimo naelektriziranu pločicu. Kuglice živo poskakuju između stola i pločice. Umjesto kuglica možemo napraviti i valjke od tankog papira.

Pribor: 26, 27, papir, bazga ili stiropor



Fig. 34

35. MOLEKULE, ATOMI, ELEKTRONI.

Priroda se sastoji od različitih tvari Element je čista tvar, koju sa kemijskom reakcijom ne možemo razgraditi u jednostavniju tvar. Elementi su sastavljeni od atoma, koji su povezani u molekule. Znanost danas zna za 102 elementa od kojih su 92 prirodna dok su ostali umjetno stvoreni nuklearnim reakcijama. Iako su atomi pojedinih elemenata različiti po sastavu i veličini, imaju neka zajednička obilježja. Svaki atom ima u svom središtu tešku jezgru, a oko jezgre se neprestano okreće više ili manje laganih elektrona. Najjednostavniji je atom vodika (slika 35 lijevo). On se sastoji iz male jezgre (J) oko koje se okreće samo jedan elektron (e) kao što se Mjesec okreće oko Zemlje. Drugi po redu je helij (slika 35 u sredini). Atom helija se sastoji od nešto veće jezgre oko koje kruže dva elektrona. Jezgra litija je još veća. Oko nje se vrte 3 elektrona. Oko jezgre željeza koje je još veće kruži 26 elektrona, oko jezgre zlata 79, oko jezgre olova 82, a oko jezgre urana, u različitim razmacima, čak 92 elektrona. Elektroni su u atomima vezani za jezgru slično kao što je Mjesec vezan na Zemlju i Zemlja na Sunce. Kod nekih tijela mi možemo na neko vrijeme otkinuti neke elektrone, pa na njima nastaje manjak. Takva tijela su električno pozitivna dok su ona s viškom elektrona su negativna.

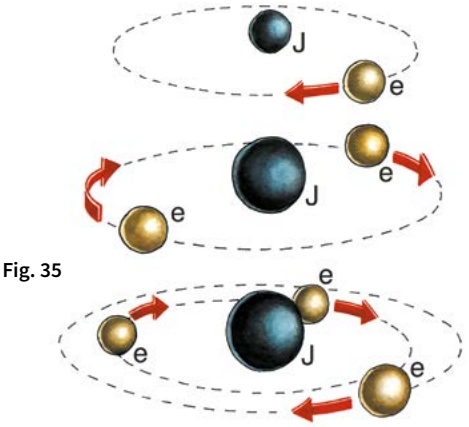


Fig. 35

MAGNETIZAM

36. MAGNETSKA ZAGONETKA.

U našoj zbirci nalaze se dva cilindrična teška komada. Jedan od njih je brušen a drugi crn i produžen u vijak. Na osnovu pokusa, u kojima nesmijemo uporabiti nikakva druga sredstva, treba pronaći:
I) koji od navedenih predmeta je magnet a koji željezo, i,
II) da li privlači magnet željezo ili željezo magnet.
Pokus možemo izvesti na slijedeći način: jedan od nepoznatih predmeta položimo na stol i pokušamo ga podići drugim dodirivajući ga u sredini (na oba predmeta označi sredinu cilindričnog dijela), kao što je prikazano na slici 36a i b. Ako ga možemo dignuti znači da u rukama držimo magnet a ako ne onda je magnet na stolu. Zbog čega je to tako doznat ćemo kasnije. Pokusima se možemo uvjeriti da ne privlači samo magnet željezo već da i željezo privlači magnet. Privlačenje je prema tome obostrano.
Pribor: 10, 16

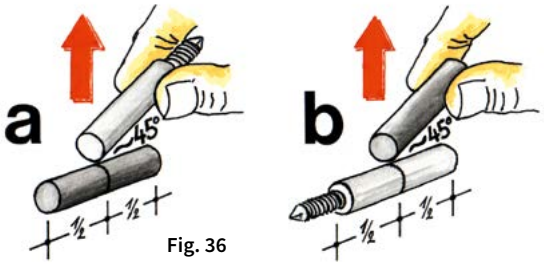
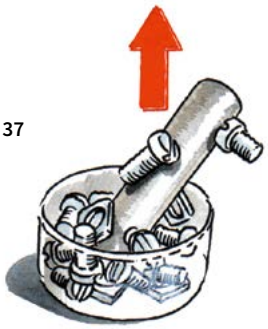


Fig. 36


Fig. 37

37. MAGNET.

Već stari Grci su znali da se u blizini mjesta Magnezija u Maloj Aziji može naći ruda koja privlači željezne predmete. Priča se da su se komadi te rude lijepili pastirima za okove pastirskih štapova. Ta se ruda zove magnetit a sila privlačenja magnetizam. Pomoću tog prirodnog magneta može se izraditi umjetni magnet na način koji ćemo upoznati kasnije. Takav je magnet onaj koji se nalazi u našoj zbirci samo nije izrađen od magnetita već s pomoću elektriciteta. S tim magnetom možemo podići sve vijke i matice iz naše zbirle i mnoge druge predmete.
Pribor: 5, 6, 10

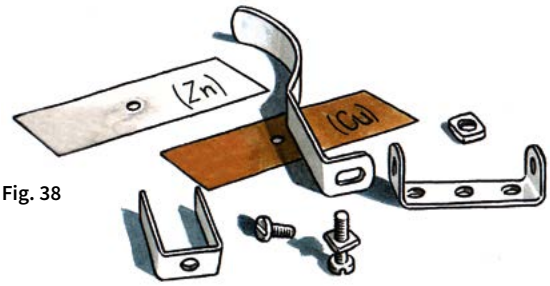


Fig. 38

38. PRIVLAČI LI MAGNET SAMO ŽELJEZNE PREDMETE?

Na stol položimo razne metalne predmete iz naše zbirke i pokušamo ih dignuti magnetom. Koje predmete ćemo podići? Podići ćemo sve željezne predmete kao što su matice, vijci, čavli, limene trake, a nećemo podići cink, bakar i olovo. Daljnjim pokusima se je moguće uvjeriti da magnet privlači osim željeza i predmete od nikla i kobalta. Najjače privlači magnetske slitine kao što su AlNi, AlNiCo. Od slitine AlNiCo (aluminij, nikal, kobalt) izrađen je magnet iz naše zbirke.
Pribor: 5, 6, 10, 23, 24, metalni predmeti

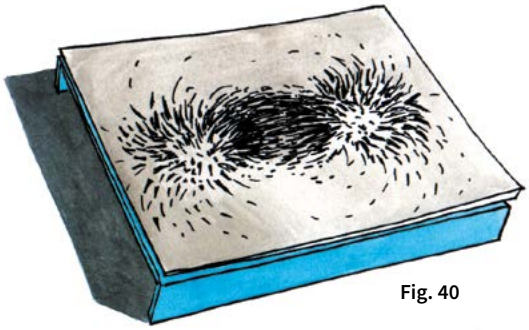

Fig. 39

39. MAGNET IMA DVA POLA.

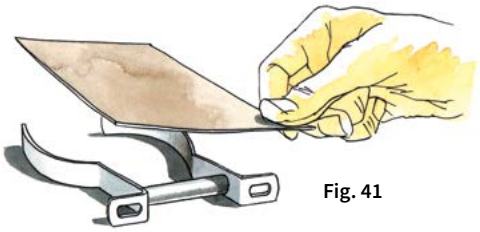
Na list papira natrusimo željeznu piljevinu i u nju uronimo magnet pa ga zatim podignemo. čestice piljevine se "zaljepe" na magnet ali ne po cijeloj dužini jednako. Područja u kojima magnet najjače privlači zovu se polovi. Svaki magnet ima dva pola. To su područja u kojima je magnetizam najjači. U sredini magneta magnetizam je 0. Možemo li sada objasniti magnetsku zagonetku koju smo postavili u pokusu br. 36?
Pribor: 3, 10, list papira

40. MAGNETSKO POLJE.

Ispod kartona (9,5 x 7 cm) koji smo položili na podlogu od plastične mase nalazi se magnet.
1) natrusimo na karton željeznu piljevinu i pokucamo olovkom po kartonu. Piljevina će se poredati u linije koje izlaze iz jednog pola pa se u manjim ili većim lukovima vraćaju u drugi pol duž nevidljivih magnetskih silnica.
2) ponovimo gornji pokus s tim što prethodno podignemo karton 2 do 3 cm. Sada također se piljevina reda duž magnetskih silnica.

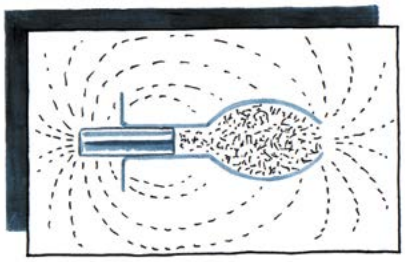

Fig. 40

3) ponovimo gornji pokus a prethodno magnet postavimo okomito. I u ovom slučaju primjetit ćemo pravilan raspored piljevine.
Zaključak: u prostoru oko magneta prostiru se magnetske silnice. One čine magnetsko polje koje je najjače na polovima.
Pribor: 3, 8, 10, karton


Fig. 41

41. MAGNETSKO POLJE IZMEĐU DVA RAZLIČITA POLA.

Magnet položimo na stol i na svaki kraj dodamo jedan lim (slika 41). Pokrijemo sve kartonom i na njega natrusimo željeznu piljevinu. Pokucajmo lagano olovkom po kartonu. željezna piljevina će se poredati oko magneta kao u prijašnjem pokusu, a i između limova što je osobito važno za razumijevanje rada generatora i elektromotora.
Pribor: 3, 10, 15, karton


Fig. 42

42. POLJE JEDNAKIH POLOVA.

Na stol položimo dva statorska kraka ali tako da se oba naslanjaju na isti pol magneta (slika 42). Prekrijemo kartonom na koji natrusimo željeznu piljevinu. Promatranje: ne zanima nas piljevina neposredno oko magneta već ona između oba lima. Tu se ona nije poredala što dokazuje da u tom polju nema magnetskih silnica, no vrlo su guste silnice s vanjske strane lima. One teku u lukovima prema drugom polu magneta. Iz navedenih pokus zaključujemo da polovi magneta nisu jednaki.
Pribor: 3, 10, 15, karton

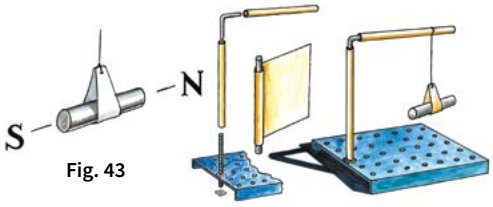


Fig. 43

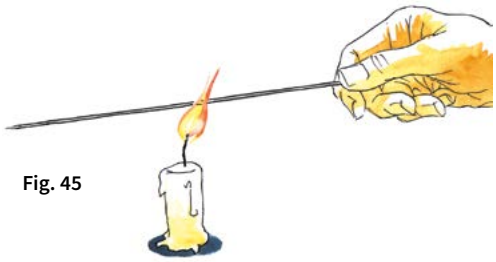
43. SJEVERNI I JUŽNI POL MAGNETA.

S pomoću komada papira objesimo magnet iz naše zbirke na pamučnu nit. U tu svrhu možemo rabiti stalak iz pokusa br. 20. Nakon nekog vremena magnet se umiri tako da pokazuje jednim krajem prema sjeveru a drugim na jug. Magnet ima dva pola. Bojom ili komadom papira obilježimo sjeverni.
Pribor: (20), 10, papir, nit


Fig. 44

44. MAGNETIZIRANJE ČELIKA I ŽELJEZA.

1) Preko željezne igle za pletenje ili veće igle za šivanje prevučemo nekoliko puta magnetom (jednim polom) vračajući se uvijek u luku (slika 44). Uronimo vrh igle nakon toga u željeznu piljevinu. Igla je postala magnet. Pokusima se možemo uvjeriti da i ona ima dva pola. Obješena o nit ona će se zaustaviti tako da će jednim krajem pokazivati na sjever a drugim na jug.
2) Magnetiziramo li na sličan način željeznu šipku iz zbirke, primjetit ćemo da ona podiže tek neznatan broj zrnaca željeza. To znači da nije jako magnetična. Taj magnetizam se brzo gubi.
Magnetizirjamo na sličan način i odvijač iz zbirke. On je izrađen od čelika kao i igle za pletenje. čelik možemo magnetizirati trajno, a željezo samo na kratko vrijeme.
Pribor: 3, 9, 10, željezna igla za pletenje


Fig. 45

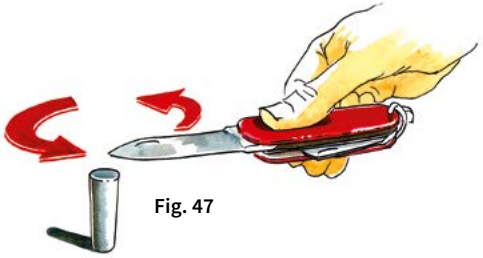
45. VISOKA TEMPERATURA UNIŠTAVA MAGNETIZAM.

Magnetiziranu željeznu iglu za pletenje ugrijemo na plamenu svijeće. Igla gubi magnetizam.
Pribor: 3, 10, svijeća, igla za pletenje


Fig. 46

46. SAVIJANJE MAGNETA.

Magnetiziranu željeznu iglu za pletenje savijemo nekoliko puta u raznim smjerovima, te ispitamo njenu magnetičnost. Igla gubi magnetizam. Isto tako ga gubi udaranjem ili bacanjem.
Pribor: 3, 10, željezna igla za pletenje


Fig. 47

47. MAGNETIZIRANJE DŽEPNOG NOŽA.

Sječivo džepnog noža prevučemo nekoliko puta magnetom (slika 47). Oštricu približimo vijcima ili željeznoj piljevini. Nož je postao magnetičan. Kojim smo ga polom magnetizirali i koji smo pol dobili? Može li nam magnetizirani nož poslužiti kao kompas?
Pribor: 3, 5, 10, džepni nož

48. SNAGA MAGNETA.

Dosad smo upoznali nekoliko magneta. Koji je od njih najjači i kolika je njegova snaga? Bez sumnjje najjači je AlNiCo magnet. Kako ćemo ispitati njegovu snagu?
I) osim magneta potrebna nam je i kotva (19) na koju objesimo zdjelicu od ljepenke i tankog
konopca (slika 48). Rukom podignemo magnet zajedno s kotvom i zdjelicom. U zdjelicu stavimo neke predmete iz naše zbirke, sve dok ih magnet može nositi. To upamtimo. U zdjelicu možemo stavljati i utege pa time izraziti nosivost magneta.
II) Na sredini magneta (koja je označena pri pokusu br.36) pritvrdi s tankim konopcem zdjelicu napravljenu u prvom dijelu ovog pokusa. Na magnet položi omotač jezgre skladno skici 48b. Koliko je sada magnet jak? Iako je magnet isti snaga mu je znatno veća. Djeluju oba pola magneta dok je u prijašnjem pokusu djelovao samo jedan.
Pribor: 10, 17, 18, ljepenka, nit, razni predmeti

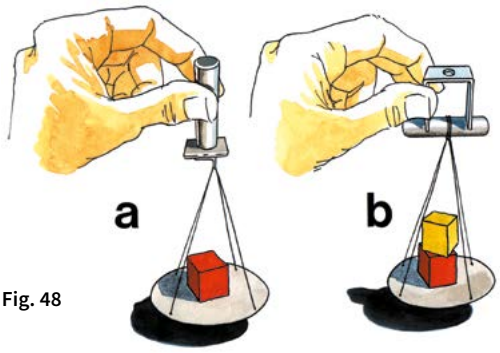
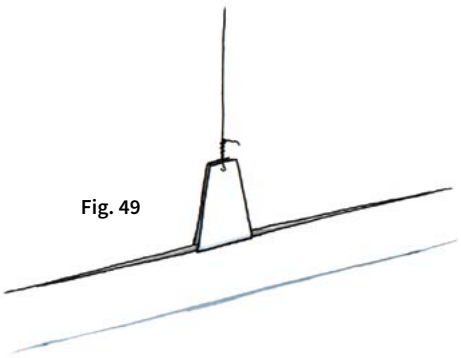


Fig. 48

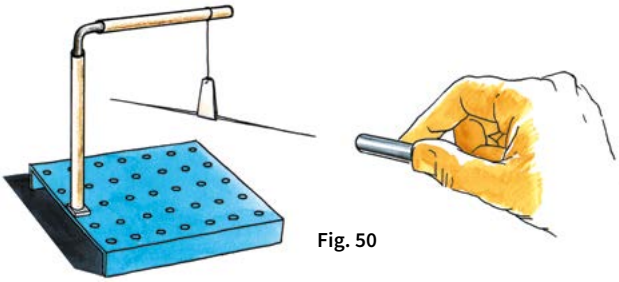
49. MAGNETSKA IGLA.

U kompasu (38) koji je sastavni dio zbirke, nalazi se magnetska igla. Kako tu iglu ne možemo izvaditi, napravit ćemo drugu kako slijedi: dvije duže igle za šivanje položimo ušicama jednu preko druge i čvrsto ih vežemo tankom niti. Magnetiziramo ih sjevernim polom magneta na jednom kraju a južnim na drugom. Ako objesimo igle na 12 do 20 cm dugu nit i pričekamo da se umire jedna će pokazivati prema sjeveru a druga prema jugu.
Pribor: 10, 2 igle za šivanje, nit, papir


Fig. 49

50. SNAGA MAGNETSKOG POLJA.

Magnetsku iglu objesimo na stalak i pričekamo da se umiri. Na udaljenost od 10 cm približimo magnet sjevernim polom prema igli. Da li se pokrenula? Pričekajmo da se umiri te pokušajmo isto drugim polom. Ako se zbog velike udaljenosti igla ne pokrene napravimo isti pokus smanjivajući udaljenost. Magnetsko polje je vrlo veliko premda je magnet mali. Pokusima smo dokazali da snaga magnetskog polja pada s kvadratom udaljenosti. Najjače polje je u neposrednoj blizini magneta.
Pribor: (20), (49), 10


Fig. 50

51. KOMPAS.

U našoj zbirci se nalazi kompas koji je nešto drugačiji od običnog. Ima jedan dio više. Obični kompas se sastoji od magnetske igle koja svojim plavo obojenim krajem pokazuje sjever a crvenim jug. Magnetska igla se okreće na čeličnom šiljku a nalazi se u kutiji koja na dnu ima naznačene strane svijeta. Uobičajene su međunarodne oznake prema engleskim nazivima:
S = jug (south)
N = sjever (north)
E = istok (east)
W = zapad (west)
Naš kompas ima pored navedenih dijelova još jednu žutu iglu koja služi kao kazaljka u slučaju da se kompas rabi kao galvanoskop. Radi boljeg razumijevanja u daljnjim pokusima ćemo crtati samo magnetsku iglu.
Pribor: 34

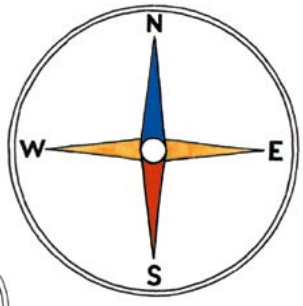


Fig. 51

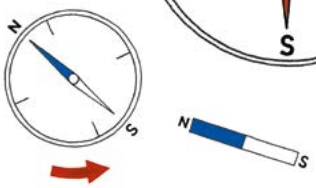
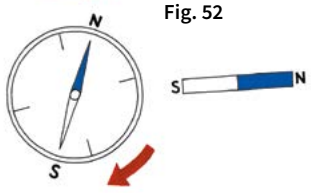


Fig. 52

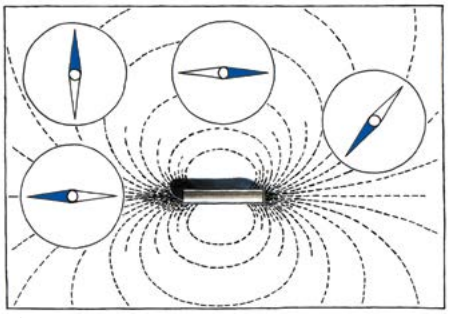


52. MEĐUSOBNO DJELOVANJE POLOVA.

I) južnom polu magnetske igle približimo sjeverni pol magneta.
II) sjevernom polu magnetske igle približimo sjeverni pol magneta.
III) izvedemo gornje pokuse s južnim polom magneta.
Pravilo koje se iz tog vidi glasi: istoimeni polovi magneta se odbijaju a raznoimeni privlače.
Pribor: 10, 34

53. KOMPAS U MAGNETSKOM POLJU.

U sredinu većeg papira za risanje položimo magnet i s pomoću kompasa ustanovimo opsežnost magnetskog polja. Ispitajmo na 30 raznih mjesta položaj magnetske igle i to narišimo na papir. Magnetska igla se u magnetskom polju postavlja u smjeru magnetskih silnica.
Pribor: 10, 34, papir


Fig. 53

54. ZEMLJA KAO MAGNET.

Slika 54 pokazuje Zemlju sa njezinim magnetskim silnicama Pravac sjever (N) - jug (S) odgovara zemplopisnoj osi Zemlje. Kako i Zemlja utječe na magnetsku iglu smatramo da je Zemlja ogroman magnet koji ima svoj južni pol u blizini sjevernog geografskog pola, a sjeverni u blizini južnog. Magnetsko polje Zemlje obuhvata čitavu Zemlju. Magnetska igla se u tom polju postavlja u smjeru magnetskih silnica koje teku od sjevera prema jugu.

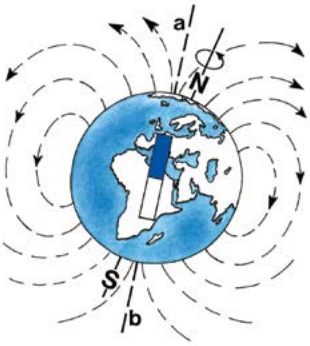


Fig. 54

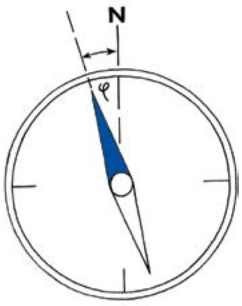


Fig. 55

55. MAGNETSKA DEKLINACIJA.

Magnetni polovi Zemlje nisu jednaki zemplopisnim polovima, pa magnetna igla ne pokazuje točno prema sjeveru, nego se od njega odmiče. Pravac a – b (gledaj sliku 54) se zove magnetni merdijan. Kut j kojeg zatvaraju magnetni merdijan (a – b) i zemljopisni merdijan (N – S) zovemo magnetna deklinacija. Mjerenjima koja su trajala godinama ustanovljeno je da magnetska deklinacija nije u svim krajevima Zemlje jednaka i da čak u istom mjestu nije uvijek ista. Kako je u prometu kompas važno sredstvo orijentacije moramo znati kolika je deklinacija u pojedinim mjestima. Ti se podaci mogu naći u magnetskim kartama.

Pribor: 34

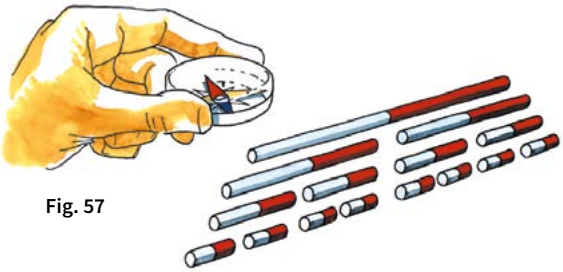


Fig. 56

56. ORIJENTACIJA ZEMLJOPISNE KARTE.

Zidnu kartu Europe položimo na stol. Na rub karte postavimo kompas i okrećemo kartu tako dugo da se rub karte poklopi sa smjerom magnetske igle. U tom položaju karta je orijentirana prema sjeveru. Potražimo na karti mjesto u kome vršimo pokus. Pokažimo u kom mjestu leži Atena, Zagreb, Ljubljana i drugi europski gradovi. Da bi orijentacija bila potpuna moramo voditi računa o deklinaciji. To je kut koji stvaraju geografski i magnetski meridijan.

Pribor: 34, karta Europe


Fig. 57

57. DJELJENJE MAGNETA.

Magnetizirajmo željeznu iglu za pletenje. S pomoću kompasa se možemo uvjeriti da ima dva pola, sjeverni i južni. Prelomimo iglu na dva dijela. Svaki dio je potpuni magnet sa sjevernim i južnim polom. Prelomimo nastale dijelove na dva nova dijela itd. Na koliko god dijelova podijelili magnet svaki novo nastali dio je magnet za sebe.

Pribor: 10, 34, željezna igla za pletenje


Fig. 58

58. USMJERAVANJE SITNIH MAGNETA.

Promiješajmo kutiju sa strugotinama željeza koja se nalazi u našoj zbirci. Na kutiju postavimo kompas, kad se igla zaustavi polako okrećemo kutiju zajedno s kompasom (slika 58 lijevo). Magnetska igla neće promijeniti svoj smjer. Ponovimo pokus još jedanput s tim da na kutiju postavimo magnet i dobro promješamo strugotine (slika 58 u sredini). Magnet zatim uklonimo i na kutiju ponovo stavimo kompas. Igla će se brzo zaustaviti. Kod okretanja kutije sa strugotinama okreće se i magnteska igla. Zašto?

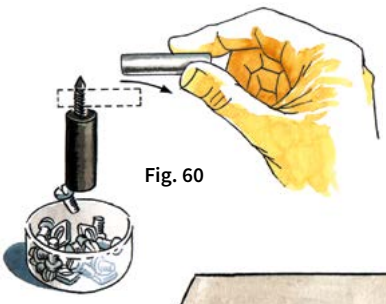
Pribor: 3, 10, 34


Fig. 59

59. MAGNETSKI UTJECAJ.

Bilo koji komad željeza iz naše zbirke uronimo u strugotine i uvjerimo se da nije magnetičan. Svaki takav komad će se magnetizirati približimo li mu magnet (slika 59). Čim magnet udaljimo željezo gubi magnetizam. Ta je pojava poznata kao magnetska influenca ili utjecaj.

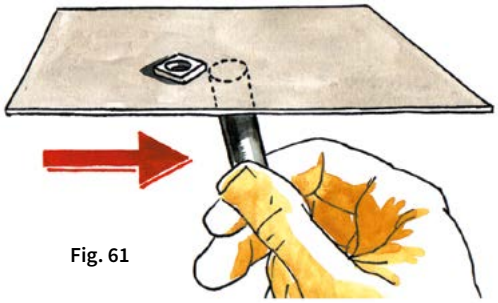
Pribor: 3, 10, 15


Fig. 60

60. REMANENTNI MAGNETIZAM.

Željeznu jezgru (17) koju držimo s pomoću magneta zaronimo u kutiju s vijcima i maticama. Željezo će privući mnogo vijaka i matica što je znak da je magnetizirano. Podignimo magnet zajedno sa željezom, vijcima i maticama, prihvatimo ga rukom i uklonimo magnet. Većina predmeta će pasti što je znak da je magnetizam popustio. Pojedini vijci i matice će se zadržati izvjesno vrijeme. Magnetizam prema tome nije u potpunosti iščezao. Opisana pojava se zove magnetska remanenca koja je od velikog značenja u izgradnji istosmjernih generatora.

Pribor: 5, 6, 10, 16


Fig. 61

61. DJELOVANJE MAGNETA KROZ RAZNE MATERIJALE.

Na slici 61 prikazan je pokus gdje se između magneta i željezne matice nalazi karton. Unatoč tome magnet maticu privlači. Ako pomaknemo magnet pomaknut će se i matica. Pokušajmo da li magnet djeluje kroz plastično ili drveno ravnalo na koje smo stavili maticu. Pokusima se možemo lako uvjeriti da magnetsko polje djeluje kroz staklo, bakar, aluminij, drvo, kao i kroz mnoge druge materijale ali se zaustavlja na željezu.

Pribor: 6, 10, karton, drveno ravnalo

62. BLOKIRANJE MAGNETA.

Magnet iz naše zbirke zatvorimo u željeznu kutiju od bombona ili neku sličnu. Kompasom se možemo uvjeriti da je magnetsko polje kroz to dosta oslabilo. Ako bi stijenke kutije bile deblje, djelovanje magneta bilo bi potpuno blokirano. željeznim oklopima možemo spriječiti djelovanjje magneta prema vani kao i djelovanje vanjjskih magneta na unutrašnjost oklopa.

Pribor: 10, 34, željezna kutija



Fig. 62

63. ASTATSKI PAR MAGNETSKIH IGALA.

U tehnici često rabimo magnetske igle koje nisu pod utjecajem zemaljskog magnetizma. To su astatski parovi igala koje možemo izraditi na sljedeći način: dvije duže igle za šivanje magnetiziramo tako da kod ušica nastanu istoimeni polovi. Igle zabodemo u papirnatu cjevčicu tako da su polovi sa svake strane raznoimeni (slika 63). Ako takav astatski par igala objesimo na tanku nit, magnetske igle neće se postaviti u smjeru sjever-jug. Aststski par igala rabimo kod gradnje osjetljivih galvanoskopa i galvanometara.

Pribor: 10, 2 igle, papir, nit

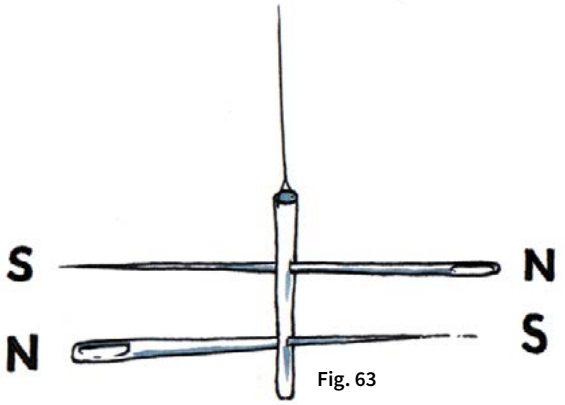


Fig. 63

64. MAGNETSKA KOČNICA.

Na stalak koji smo rabili u pokusu br. 20, objesimo zvonce od aluminija s otvorom prema dolje (slika 64). Ovo ćemo najlakše izvesti ako oko ruba zvona zalijepimo deblji papir i na njega učvrstimo tri niti s pomoću kojih zvono objesimo na stalak. Ono mora biti tako visoko da pod njegov rub stane magnet. Pokus ima dva dijela:

I) magnet uklonimo, zvono polako zavrtimo i brojimo koliko će okretaja biti u jednom a koliko u drugom smjeru.

II) kad se zvono potpuno umiri, pod sam rub podmetnemo magnet i zvono okrenemo na isti način kao ranije, pa ponovo brojimo koliko okretaja će napraviti u jednom a koliko u drugom smjeru. Primjetit ćemo da sad neće napraviti toliko okretaja a i kretat će se sporije. Zašto? Znamo da magnet ne privlači aluminij a ipak smo vidjeli da djeluje kao kočnica. Zvonce se okreće u magnetskom polju. Magnetske silnice stvaraju u aluminiju električnu struju koja ima svoje polje suprotno polju magneta. Na taj način dolazi do kočenja.

Pribor: (20), 10, 13, nit, karton

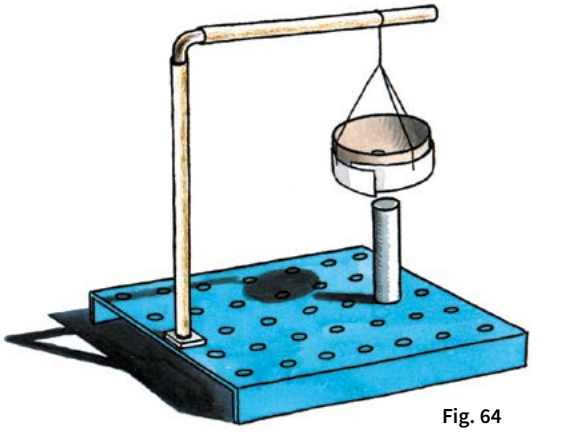


Fig. 64

65. BRODSKI KOMPAS.

Brodski kompas je drugačiji od kompasa kojim smo se dosad služili. Možemo izraditi model brodskog kompasa. Iz tankog kartona izrežemo krug promjera 10 cm i na njega narišemo vjetrulju kao što ima naš kompas. Osim toga na obod kruga nanesemo skalu od 360 stupnjeva od oznake N nadalje. Na tu vjetrulju nalijepimo s pomoću dvije papirnate trake magnetsku iglu iz pokusa br. 49, tako da njen sjeverni pol padne na oznaku N na kartonu. Tako izrađen kompas objesimo s pomoću tankih niti na stalak kojim smo se do sad koristili. Kod tog kompasa se ne okreće samo magnetska igla već i vjetrulja. Nakon izvjesnog vremena kompas se zaustavlja i igla pokazuje smjer sjever - jug. Ispod tako napravljenog kompasa stavimo knjigu koja nam predstavlja brod. Na knjig namjestimo malu papirnatu traku s okomitom crtom. Ako je brod okrenut točno prema sjeveru, sjeverni pol našeg kompasa nalazit će se točno prema crti. Sad dolazi kapetan i zapovjedi: “Brod 8 stupnjeva istočno.” Kormilar će okrenuti kormilo a time i brod, tako da će se crtica nalaziti na 8 stupnjeva istočno. Magnetska igla će kod toga i dalje pokazivati prema sjeveru. Da bi se izbjegle pogreške koje mogu nastati zbog ljuljjanja broda, brodski kompas je obješen o dvostruki obruč tzv. Kardan.

Pribor: (20), (49), karton, nit, knjiga, papir

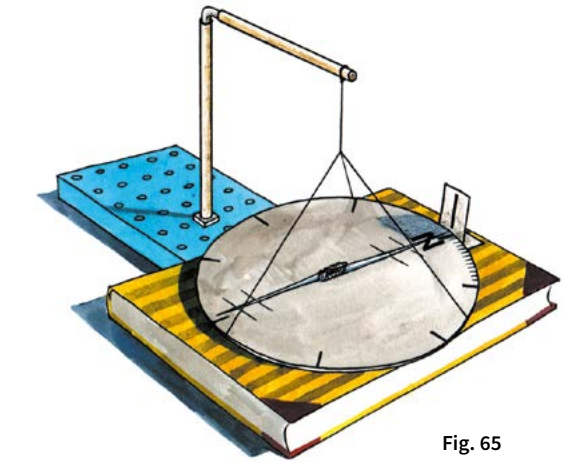


Fig. 65

66. MAGNETSKA DEVIJACIJA.

Izvedimo zadatak zapovjednika broda iz prijašnjeg zadatka. Brod sad više ne plovi prema sjeveru već 8 stupnjeva istočno. Približimo našem kompasu veći čekić ili drugi željezni predmet. Znamo da se magnet i žeeljezo međusobno privlače, pa će zbog toga čekić privući magnetsku iglu i brod će usljed nastalih smetnji skrenuti s pravog puta. Te se smetnje javljaju na svim brodovima. One se zovu magnetske devijacije. Uzrok tim pojavama je prije svega sam brod jer je izrađen od željeza. željezni su i strojevi koji ga pokreću. Smetnje mogu nastati usljed tereta koje sadrži željezo, nikal ili kobalt. Za uklanjanje devijacija, brodski kompas opskrbljen je pokretnim magnetskim šipkama i pomičnim željeznim kuglama. Možemo korigirati devijaciju našeg brodskog kompasa ako magnetskoj igli i s druge strane približimo komad željeza ili manji magnet sve dok se kompas ne vrati na kurs 8 stupnjeva istočno.

Pribor: (65), čekić

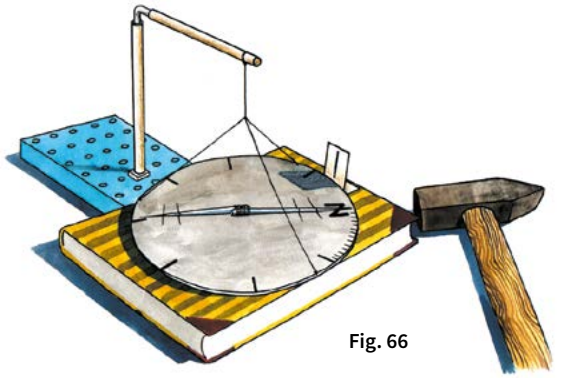


Fig. 66

67. MAGNETSKE IGLE NA VODI.

S pomoću 6 igli za šivanje možemo izvesti zanimljiv pokus koji će nam pokazati posljedice međusobne privlačnosti i odbijanja magnetskih polova. Igle magnetiziramo u istom pravcu. Od pluta izrežemo 6 malih kocki, te u njih zabodemo igle, koje zatim stavimo u posudu s vodom ušicama prema dolje. Magnetske igle plivaju. One se odbijaju ali samo neko vrijeme. Javljaju se privlačne sile između vrhova igala s jednim polom i ušica sa suprotnim. Izvedimo isti pokus i s 5, 4 ili 3 igle.
Napomena: posuda mora biti dosta široka i ne smije biti željezna.
Pribor: 10, posuda s vodom, 6 igala, 6 malih čepova

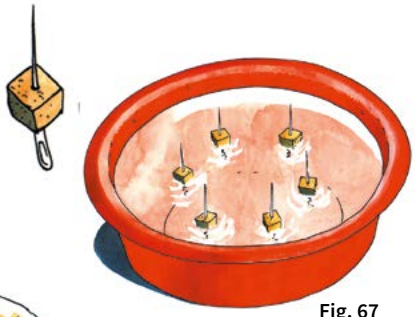


Fig. 67

68. OBRNUTO MAGNETSKO POLJE.

Magnet koji visi o tankom koncu zavrtimo 8-10 puta u istom smjeru i pustimo da se vrti. Ispod postavimo kompas. Magnetska igla kompasa će se okretati zajedno s magnetom jer se s njim okreće i njegovo magnetsko polje.
Pribor: 10, 34, papir, nit



Fig. 68

BATERIJE I ELEMENTI

69. BATERIJA.

Baterija se može kupiti u svakoj trgovini. Poznat je i po imenu baterija. Naša baterija (slika 69) nalik je na uspravnu kutiju. Iz nje izlaze dva metalna priključka. To su polovi baterije. Manji je pozitivan (+) a veći negativan (-) pol. Polovi baterije ne smiju biti u dodiru jer se u tom slučaju baterija brzo istroši.

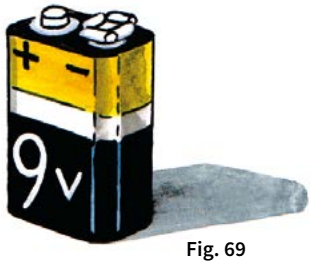


Fig. 69

70. POKUS BATERIJE.

U ovoj zbirci imamo više sprava s pomoću kojih možemo ispitati valjanost baterije. To su električna žaruljica i galvanoskop. Ako žaruljica svijetli ili ako se kazaljka galvanoskopa otkloni, baterija je u redu. Tjekom pokusa baterija se prazni.
Pribor: 2 x 7, 8, 14, 33, 35, baterija

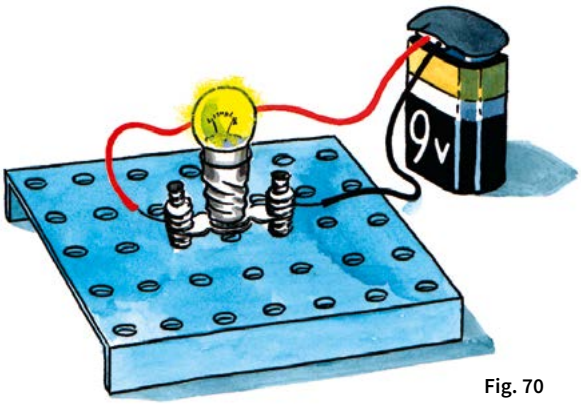


Fig. 70

71. ELEKTRIČNA ŽARULJICA.

Djelovanje električne žaruljice će objasnit sljedeći pokus: u komad daske zabijemo dva čavla tako da budu jedan od drugoga udaljeni 1 cm. Između njih razapnemo željeznu žicu debljine 0,1 mm. Kroz žicu pustimo struju iz nove baterije (slika 71 ljevo). željezna žica će se zažarit. Ako bi rabili struju iz dvije baterije žica bi izgorjela. Na toj osnovi građene su električne žaruljice. U staklenom balonu u kome nema zraka nalazi se vrlo tanka žica od volframa, metala s visokim talištem. Ta se žica pod utjecajem struje užari ali ne može izgorjeti jer u balonu nema kisika. U njemu je argon. žaruljica je vrlo osjetljiva sprava. Ne smije pasti, niti se drmati, naročito kad svijetli. Rabiti se smije samo za napon koji je propisan, a označen je na uvojnici žarulje. žaruljica iz naše zbirke može se priključiti na bateriju napona 9 V. Kod većeg napona žarna nit bi izgorjela.
Pribor: komad daske, 2 čavla, željezna žica, baterija
POZOR:
- baterija je u kratkom spoju!
- baterija neka bude priključena samo kratko vrijeme, koliko je potrebno za razumijevanj pokusa!
- pazi da se ne opečeš!

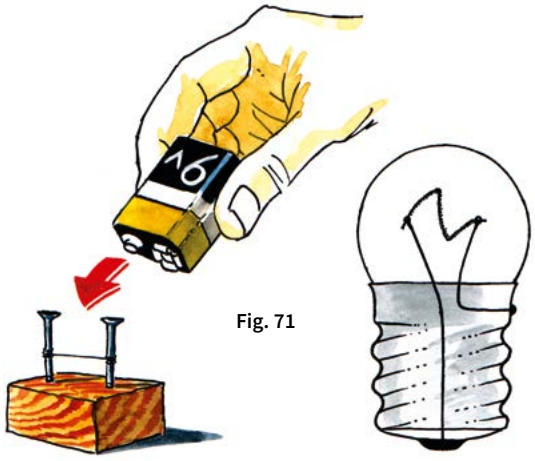


Fig. 71

72. UNUTRAŠNJOST BATERIJE.

9V baterija sastavljena je od šest članka ili elementa (ne zamijeniti s elementima u kemiji). Svaki element se sastoji od posudice iz cinka, vrećice s ugljenom prašinom i otopine salmijaka. članci su međusobno povezani na sljedeći način:
cink prvog članka je slobodan; negativan priključni pol
ugalj prvog članka je spojen s cinkom drugog članka;
ugalj drugog je spojen s cinkom trećeg članka…;
ugalj zadnjeg - šestog članka je slobodan, pozitivan priključni pol
Iz baterije vire dva priključna pola, negativan i pozitivan.

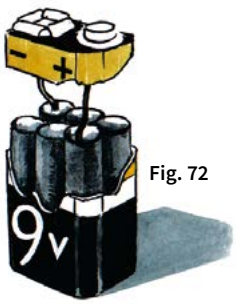


Fig. 72



Fig. 73

73. TROŠENJE BATERIJA.

Baterije traju samo neko vrijeme. Nakon što se istroše se bacaju. što se u baterijama troši? Troše se posudice od cinka a i otopina salmijaka. Potpuno su dobre vrećice s ugljenim štapićem i prašinom manganovog oksida. Istrošene baterije bacajte u za tu svrhu namjenjene kontejnere (zbirališta).

74. ELEKTRICITET IZ ŽABLJIH KRAKOVA.

Godine 1791. objavljen je čuveni pokus Galvania, profesora anatomije na sveučilištu u Bologni. On je na željeznu rešetku objesio bakrenu kuku na kojoj su visila dva žablja kraka. Zbog vjetra su se kraci njihali i dodirivali željeznu rešetku. Kad god bi se to desilo trzali su se kao da su živi. Galvani je mislio da je uzrok trzanja elektricitet životinjskog tijela. Istog su mišljenja bili i drugi znanstvenici tog doba. Aleksandar Volta je mislio drugačije. On je bio profesor na Univerzitetu u Paviji. On je također tvrdio da je uzrok trzanja elektricitet, ali je odbio mišljenje da je to elektricitet životinjskog tijela, i tvrdio da nastaje usljed dodirivanja, s jedne strane dva metala, željezo i bakar, i s druge, vlažnog tijela koje ne mora biti životinjsko. Više godina je trajala borba između Volte i istomišljenika galvanija. Tek 1799. Godine Volta je izradio spravu s pomoću koje je dokazao svoju tvrdnju. I mi ćemo napraviti tu spravu ali se prije moramo upoznati s aparatom za mjerenje elektriciteta. Ta se sprava zove galvanoskop.

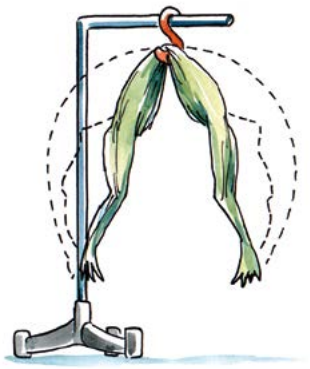


Fig. 74

75. GALVANOSKOP.

Galvanoskop iz zbirke ima tri sastavna dijela. Kompas (K), podlogu (P) i uzvojnicu (T). Kompas ima pored magnetske igle s crveno plavim kracima i žutu metalnu iglu. Prilikom mjerenja kompas treba umetnuti u uzvojnicu galvanoskopa koji treba okrenuti tako da žut kazaljka pokazuje na 0. Prilikom mjerenja u blizini galvanoskopa ne smiju se nalaziti ni magnet ni komadi željeza.

KOMPAS
UZVOJNICA
PODLOGA

Pribor: 1, 34

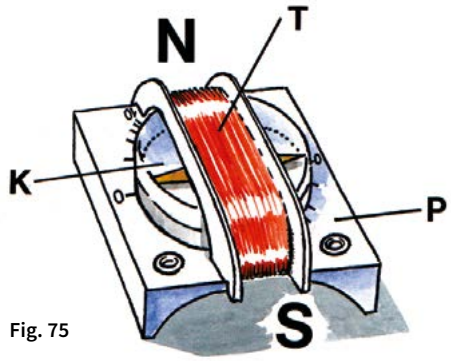


Fig. 75

76. VOLTINO OTKRIĆE.

Pločicu od cinka (Zn) i bakra (Cu) iz naše zbirke očistimo brusnim papirom, dobro obrišemo i s pomoću dvije žice spojimo s galvanoskopom (slika 76). žuta kazaljka galvanoskopa mora pokazivati 0.

Pokusi:

I) između pločica stavimo komad novinskog papira - kazaljka se neće pomaknuti.
II) papir između pločica namočimo vodom. Kazaljka će se otkloniti kao dokaz da kroz galvanoskop ide električna struja.
III) promijenimo polove (žicu spojenu s cinkom spojimo s bakrom i obrnuto), kazaljka će se ponovo otkloniti, ali ovaj put u suprotnom smjeru.
IV) pritisnimo pločice jednu uz drugu. Otklon će se povećati
V) smanjimo površinu pločica, otklon će se umanjiti.

Voltin pokus se razlikovao od našeg. U njegovo doba još nisu znali za galvanoskop kojim bi mogli dokazati neznatne električne struje. Struju je Volta dokazao tzv. Voltinim stupom. Na malu okruglu pločicu od cinka stavio je vlažnu krpicu iste veličine, a na krpicu stavio bakrenu pločicu. Zatim po još jednu cinčanu pločicu, krpicu, bakrenu pločicu itd. Naizmjence 60 puta. Time je dobio stup. U ovom se stupu dakle dotiču na jednoj strani bakar i cink a na drugoj ta dva metala posredstvom tekućine i krpice. Pri tom se stvara električna struja. To je bila prva sprava (baterija) koju je čovjek napravio za proizvodnjju električne struje. Volta je tim jednostavnim otkrićem stekao u znanosti veliku slavu. Po njemu se jedinica napetosti struje zove Volt a sprava za mjerenje napetosti Voltmetar. Instrument koji smo napravili u pokus br. 76 zove se voltin članak ili voltin element. Od voltinog otkrića do danas je izrađeno mnoštvo najrazličitijih članaka odnosno elemenata. Svi ti elementi se zovu u čast Galvania - galvanski elementi.

Pribor: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, papir, voda

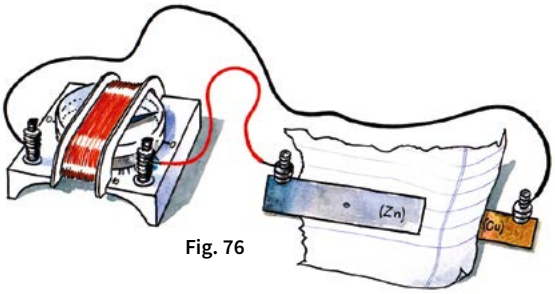


Fig. 76

77. ELEMENT OD BAKRA, CINKA I KUHINJSKE SOLI.

U staklenu čašu sa slanom vodom uronimo pločice od bakra i cinka koje smo s pomoću dvije žice spojili s galvanoskopom (slika 77). Kazaljka galvanoskopa će se jako otkloniti što je znak da se u elementu stvara struja.

Pribor: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, čaša, sol, voda

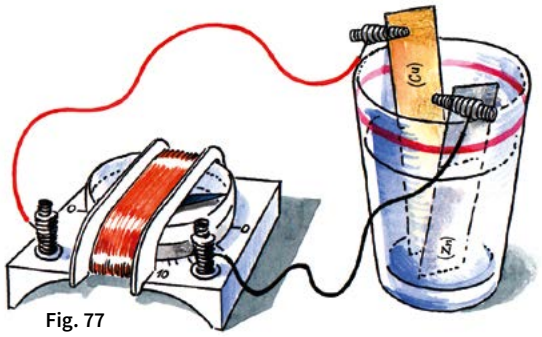


Fig. 77

78. POLARIZACIJA I DEPOLARIZACIJA.

I) galvanski element od cinka, bakra i kuhinjske soli spojimo s galvanoskopom. Promatramo kazaljku galvanmoskopa. Ona se u početku otkloni dokazivajući da element daje struju, no poslije se polako vraća. Struja se očigledno smanjuje. Dodavanjem soli možemo struju podići ali ne za dugo. Zbog čega dolazi od pada struje? Na pločici bakra gomilaju se mjehurići vodika koji nastaju raspadanjem soli. Ti mjehurići spriječavaju djelovanjje elementa. Ova se pojava zove polarizacija.
II) drvenim štapićem ili krpicom uklonimo mjehuriće s bakra. Element ponovo daje struju.
III) odlijmo nešto vode i element napunimo opranim sitnim pijeskom. Element daje struju duže vremena. Mjehurići vodika se spajaju s kisikom iz zraka, a zrak se nalazi između zrna pijeska. Ovime se spriječava polarizacija. Pijesak dakle djeluje kao depolarizator.

Pribor: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, čaša, sol, pijesak, voda

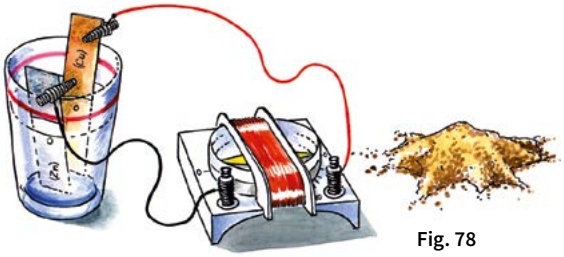


Fig. 78

79. LECLANCHÉOV ELEMENT.

9V baterija se sastoji od šest Leclanchéovih elementa u kojima je cink negativni pol, ugalj pozitivan a manganov oksid depolarizator. Elektrolit (tekućina između polova) je otopina salmijaka u vodi u omjeru 1 : 3. Ta je otopina pomiješana sa škrobnim ljepilom pa usljed toga ne teče. To je tzv. suha baterija.



Fig. 80

80. KAKO U ELEMENTU NASTAJE STRUJA.

Metali izlučuju pod utjecajem električnih sila koje vladaju između tekućina i metala, pozitivne ione. Kroz to na metalima, u našem slučaju cinku, nastaje višak elektrona. Spojimo li s pomoću žica izvan elementa cink s ugljenom (odnosno u ranijem pokusu s bakrom), elektroni struje sa cinka, gdje ih je više, prema bakru odnosno ugljenu gdje ih ima manje. Tako nastaje električna struja. A što su ioni? Tijela su kao što znamo sastavljena od molekula i atoma a atomi od jezgre i elektrona. Svaki atom ima određeni broj pozitivnih naboja i isti toliki broj elektrona. Ako uklonimo iz atooma ili grupe atoma nekoliko elektrona, atom se pretvara u ion. Ion nastaje i kad atomu ili grupi atoma damo više elektrona no što mu pripada. U prvom slučaju je ion pozitivan a u drugom negativan. Na slici br. 80 prikazan je s lijeve strane shematski pozitivni a s druge strane negativni ion.

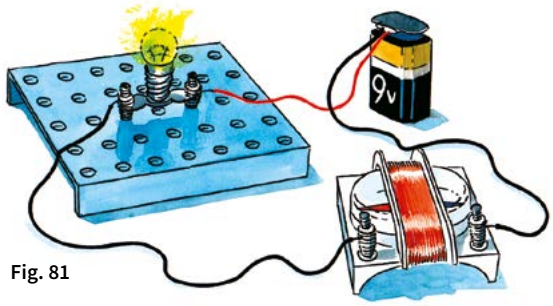


Fig. 81

81. STRUJNI KRUG.

Na slici br. 81 prikazan je strujni krug koji sačinjavaju baterija, žarulja, galvanoskop i spojne žice. Struja teče iz baterije u žarulju, iz žarulje u galvanoskop i iz galvanoskoopa u bateriju. Dok struja teče žaruljica svijetli a kazaljka galvanoskopa se otklanja. Ako na nekom mjestu, bilo kojem, krug prekinemom struja prestaje teći. Struja teče samo u zatvorenom strujnom krugu.

Pribor: 1, 4 x 7, 8, 14, 33, 34, 35, baterija

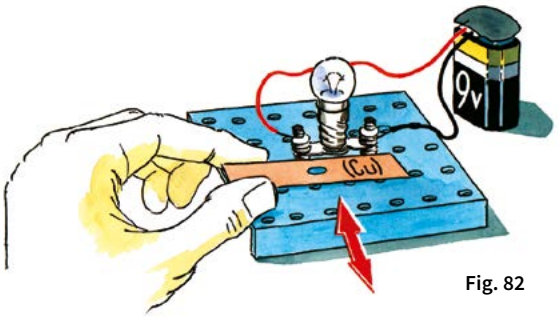


Fig. 82

82. KRATKI SPOJ.

S pomoću žaruljice i baterije uspostavimo strujni krug (slika 82). žaruljica svijetli. Ako dodirnemo oba pola baterije bakrenom pločicom ili nekim drugim metalnim predmetom, žaruljica se gasi. Napravili smo kratki spoj. U kratkom spoju baterija se brzo troši. Sa negativnog pola, teče bez otpora, vrlo jaka električna struja na pozitivni pol baterije. Ako želimo da nam baterija dugo traje moramo izbjegavati kratke spojeve.

Pribor: 2 x 7, 8, 14, 24, 33, 35, baterija

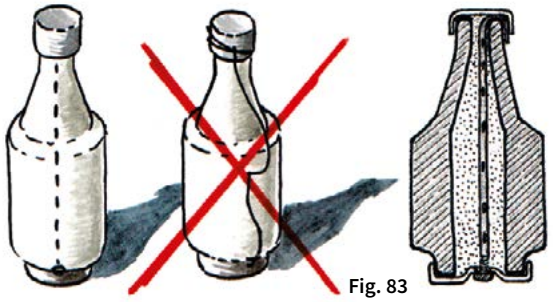


Fig. 83

83. OSIGURAČ.

Električna struja u domaćinstvu ima napetost 220V. Da ne bi došlo do šteta usljed kratkog spoja, u električni vod su ugrađeni osigurači. Oni se nalaze iznad brojila za struju i mogu biti elektromagnetski ili termički. Mi ćemo govoriti o termičkim osiguračima. Osigurač (slika 83) se sastoji iz keramičnog cilindra (1) sa kremenovim pijeskom (2) u kojem je tanka žica (3) pritvrđena sa metalnim kapicama i oprugicom (4). Ta tanka žica pregori u slučaju kratkog spoja potrošača ili jakostnog (strujnog) preopterećenja.Ako se to dogodi treba najprije potražiti grešku u električnoj mreži. Razlog pregaranja osigurača može biti prevelik broj ukopčanih aparata (jakostno preopterćwnje sa zbrajanjem potrošnje) ili kratak spoj na jednom od potrošača. Nakon što smo uklonili kvar namjestimo u osigurač novu patronu. Zabranjeno je a i vrlo opasno popravljati pregorjele osigurače, kao što je prikazano na slici 83 desno. U tom slučaju može doći do požara ili oštećenja aparata.

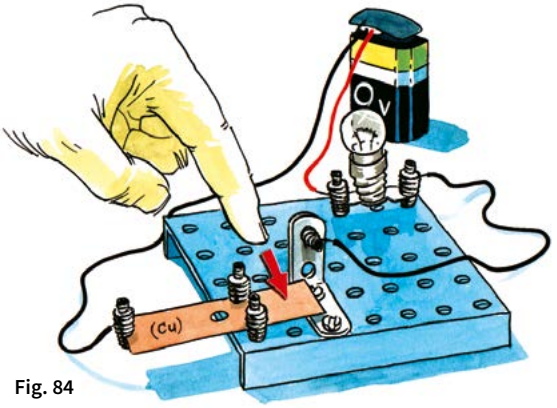


Fig. 84

84. ELEKTRIČNI PREKIDAČ.

Na slici 84 je prikazan električni prekidač i način njegovog spajanja s baterijom i žaruljicom. Ako pritisnemo prekidač strujni krug će biti zatvoren i žaruljica će svijetliti sve dok ga držimo pritisnutim. Na opisani način djeluje električni prekidač kod električnog zvona.

Pribor: 2 x 5, 2 x 6, 6 x 7, 8, 14, 24, 28, 33, 35, baterija

A • −	J • − − −	S • • •	1 • − − − −
B − • • •	K − • −	T −	2 • • − − −
C − • − •	L • − • •	U • • −	3 • • • − −
D − • •	M − −	V • • • −	4 • • • • −
E •	N − •	W • − −	5 • • • • •
F • • − •	O − − −	X − • • −	6 − • • • •
G − − •	P • − − •	Y − • − −	7 − − • • •
H • • • •	Q − − • −	Z − − • •	8 − − − • •
I • •	R • − •		9 − − − − •
			0 − − − − −

Fig. 85

85. TELEGRAFIRANJE S POMOČU SVJETLA.

Električni prekidač iz pokusa br. 84 možemo upotrijebit kao telegrafski aparat. Telegrami se prenose s pomoću Morseove abecede sastavljene od dugih i kratkih bljeskova (slika 85). Naš svjetlosni telegraf pogodan je zbog toga što za prijenos znakova nisu potrebne žice. Nedostatak je u tome što se njime mogu povezati samo krajevi koji su vidljivi, i što se njime može raditi jedino noću. Ako želimo sačuvati tajnost poruka, moramo se služiti šifrom.

86. PREKIDAČ.

Električni prekidač koji smo upoznali u pokusu br. 84, pogodan je samo za instalacije u kojima se struja ukopčava za kratko vrijeme, kao što je to slučaj kod svjetlosnog telegrafa i električnog zvona. Ako želimo struju ukopčati za duže vrijeme, potrbna nam je sklopka koja je u najjednostavnijoj izvedbi prikazana na slici 86. Ako polugu sklopke okrenemo u lijevo uspostavit ćemo strujni krug i žaruljica će svijetlit. Kad ju okrenemo u desno žaruljica prestaje svijetlit. Kod sklopke u kućnim instalacijama poluge se okreću uvijek u istom smjeru i nalaze se u izoliranim kućištima. Metalne dijelove te sklopke ne smijemo dirati jer se radi o vrlo visokom naponu.

Pribor: 3 x 5, 3 x 6, 4 x 7, 8, 14, 24, 2 x 28, 33, 35, baterija

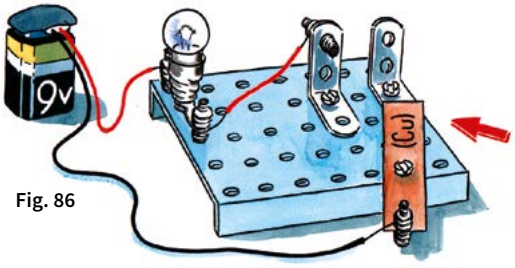


Fig. 86

87. SKLOPKA ZA DVIJE ŽARULJICE.

Jednom sklopkom možemo palit i gasit više žaruljica. Na slici br. 87 prikazane su dvije žaruljice koje se napajaju naizmjence iz iste baterije. Slična sklopka za tri žaruljice bila bi potrebna naprimjer kod semafora u saobraćaju gdje se naizmjenično pale crveno, žuto i zeleno svjetlo.

Pribor: 3 x 5, 3 x 6, 7 x 7, 8, 2 x 14, 24, 2 x 28, 33, 2 x 35, baterija

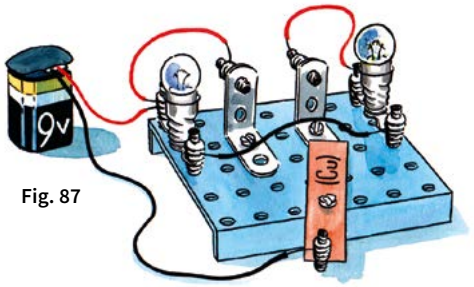


Fig. 87

88. JEDNA ŽARULJICA S DVIJE SKLOPKE.

Kakva bi instalacija bila potrebna da bi se žaruljica u sredini stepeništa palila i gasila u prizemlju i na prvom katu? Ta instalacija ima dvije sklopke, žarulju, izvor struje (u našem slučaju bateriju) i žicu za spajanje. S pomoću sastavnih dijelova iz naše zbirke možemo sastaviti dvije sklopke. Sa svake strane podloge po jednu. Slika 88 pokazuje kako su sklopke povezane međusobno i kakav je njihov spoj sa žaruljom i baterijom. S pomoću svake sklopke možemo žarulju paliti i gasiti. No također možemo žarulju upaliti jednom sklopkom, a gasiti drugom na katu ili obrnuto. Opisana instalacija se zove korespondentna.

Pribor: 6 x 5, 6 x 6, 8 x 7, 8, 14, 23, 24, 4 x 28, 33, 35, baterija

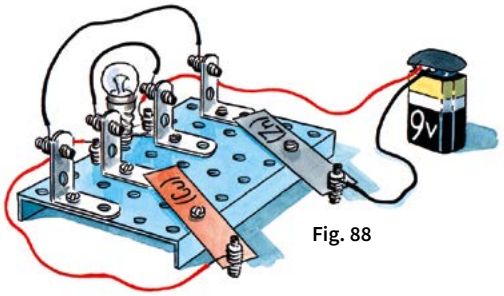


Fig. 88

89. PARALELNO VEZIVANJE ŽARULJA.

I) na bateriju spojimo paralelno tri žaruljice.

Promatranje: prva žaruljica sjaji punim sjajem kao i druga i treća. Kolika je snaga utrošene struje. Napon baterije iznosi 9V. Prva žaruljica troši 0,05 ampera (50 mA), druga i treća isto. Snaga struje je prema tome: P = 9 (3 x 0,05) = 1,35 W

II) jednu od žaruljica iz gornjeg pokusa izvijemo iz grla. Druge dvije svjetle i dalje. Paralelno vezivanje žarulja upotrebljava se kod kućne električne rasvjete.

Pribor: 6 x 7, 8, 3 x 14, 33, 3 x 35, baterija

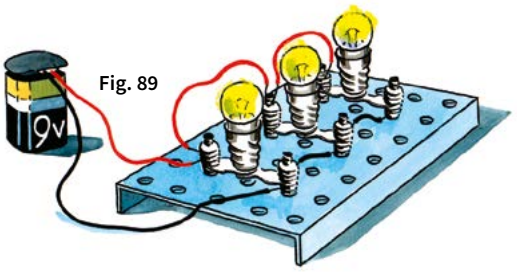


Fig. 89

90. SERIJSKO VEZIVANJE ŽARULJICA.

I) baterijom spojimo u seriju tri žaruljice. Jedna sama žaruljica svijetli punim sjajem dok dvije spojene u seriji svijetle mnogo slabije. Kod tri žaruljice spojene serijski svjetlo jedva da se vidi. U prvom slučaju kroz žaruljicu teče struja od 0,05 ampera, a napon iznosi 9 volti. Za dvije u seriju spojene žarulje napon bi morao iznositi dva put toliko a za tri, tri puta toliko.

II) u gornjem pokusu izvijemo jednu od žaruljica iz grla. Sve se žaruljice gase jer je strujni krug prekinut.

Pribor: (89)

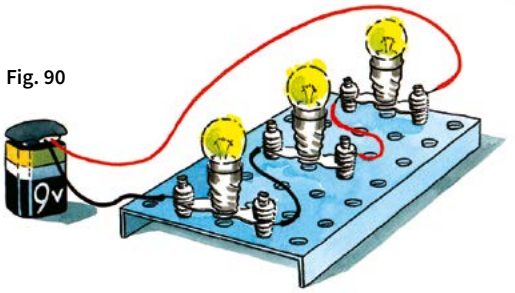


Fig. 90

91. POVEĆANJE NAPONA BATERIJE.

I) u pokusu 72 upoznali smo unutrašnjost baterije. Vidjeli smo da se ona sastoji iz šest elementa.

U tim elementima su pozitivne elektrode ugljeni štapići, negativne cinčane posudice a elektrolit otopina salmijaka i vode. Manganov oksid djeluje kao depolarizator. Elementi su vezani u seriju. Napon pojedinog elementa iznosi 1,5V. čitava baterija ima 6 x 1,5 = 9V (slika 91 lijevo).

II) ako dve baterije povežemo serijski (slika 91 desno), nastala baterija imat će 2 x 9 V = 18 V

Pribor: 2 baterije

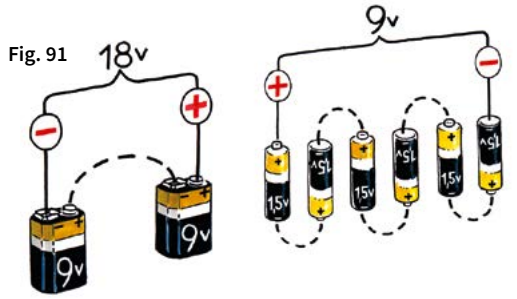


Fig. 91

92. POVEĆANJE SNAGE BATERIJE.

Nova baterija ima snagu dovoljnu za napajanje tri žaruljice od kojih svaka troši 0,05 A. Ako želimo bateriju veće snage moramo povezati nekoliko baterija paralelno (slika 92). Iako je napon svake od tih baterija 9V ukupni se napon ne povećava ali se zato povećava kapacitet paralelno spojenih baterija.

Pribor: 33, 3 baterije

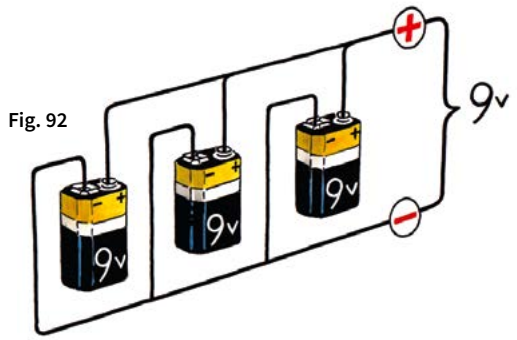


Fig. 92

93. BRZINA ELEKTRICITETA.

Električni signal može u jednoj samoj sekundi obići sedam puta oko zemljine kugle. Brzina elektriciteta iznosi 300.000 km u sekundi. (Pokus prikazan na slici 93 je neizvodljiv. Slika treba da nam pomogne da steknemo predodžbu o brzini elektriciteta.)

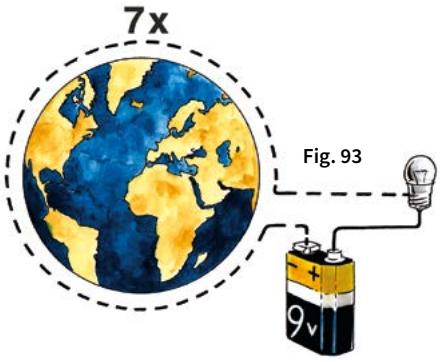


Fig. 93

94. ISPITIVANJE PROVODNOSTI.

Iz dijelova zbirke "Elektropionir" možemo izraditi uređaj za ispitivanje provodnosti raznih materijala. Sastav uređaja prikazan je na slici 94.
I) grubo ispitivanje: predmet koji želimo ispitati položimo tako da dodiruje obe pločice. Time se uspostavlja strujni krug. Ako žaruljica zasvijetli, tijelo koje ispitujemo je vodič. Ispitajmo naprimjer olovku, ljepenku, reostat iz naše zbirke itd. Kod nijednog od tih tijela žaruljica neće zasvijetliti što nam govori da su spomenuta tijela izolatori. To međutim nije tako. U pokusu br 18 smo vidjeli naprimjer, da se s pomoću olovke može isprazniti nabijeni elektroskop. Kako protumačiti ovu proturiječnost?
Napon struje iznosi u našem pokusu 9V dok u pokusu br 18 iznosi nekoliko stotina V. da li su tijela vodiči ili izolatori ne ovisi samo o sastavu tijela, nego i o naponu struje pa se tako može reći da nema ni idealnih izolatora ni idealnih vodiča. Ipak znamo za dobre izolatore i dobre vodiče. Dobri vodiči su naprimjer, srebro, bakar i aluminij a dobri izolatori staklo, guma, porculan, polivinil i drugi.
II) u gore opisanom uređaju zamijenimo žarulju galvanoskopom. Ispitajmo ponovo provodnost žice u reostatu. Kazaljka galvanoskopa se otklanja što nam kazuje da žica od konstantana struju provodi, iako ne tako dobro kao bakrena žica.
III) ispitajmo provodnost krumpira. Veći krumpir razrežemo na dva dijela i jedan dio položimo na metalne pločice našeg uređaja. žaruljica vjerojatno neće zasvijetlit ali će se kazaljka galvanoskopa otkloniti dokazujući da krumpir propušta električnu struju. Propušta više što je veća kontaktna površina. Ni u kom slučaju ne smijemo dodirivati pokidane električne žice bez obzira na to da li one pripadaju visokom naponu ili se radi o telefonskim odnosno telegrafskim žicama. Osobito je opasno dodirivati vodiče mokrom rukom ili mokrim predmetima koje držimo rukama (naprimjer pri puštanju zmajeva).
Pribor: 2 x 5, 2 x 6, 4 x 7, 8, 14, 23, 24, 33, 35, baterija, razni predmeti

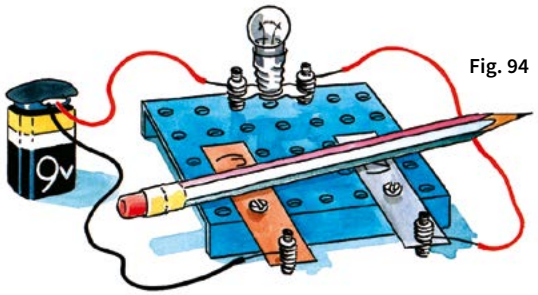


Fig. 94

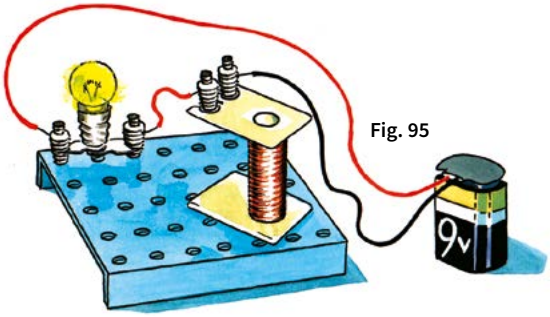


Fig. 95

95. OTPOR VODIČA.

I) žaruljicu, uzvojnicu i bateriju spojimo u strujni krug (slika 95). žaruljica svjetli tek neznatno. Očigledno je da kroz dugačku tanku žicu uzvojnice ne prolazi toliko struje kao kroz mnogo deblje i kraće spojne žice. Ako uzvojnicu izostavimo iz strujnog kruga, žaruljica svijetli punim sjajem. Vodič pruža sjajan otpor. Napravimo slične pokuse s uzvojnicom galvanoskopa i rotora!
III) žaruljicu, uzvojnicu i bateriju spojimo u strujni krug. žaruljica sjaji tek neznatno no naša pažnja je okrenuta drugoj pojavi. Prekinimo struju. žaruljica utrne. Da li će kod ponovnog uspostavljanja strujnog kruga žaruljica zasvijetliti u trenutku ukopčavanja struje? Neće. Od trenutka ukopčavanja struje do pojave svjetla proći će izvjesno vrijeme. Uzvojnica ne pruža strujni otpor samo zbog toga što je u njoj vrlo dugačka žica nego i zbog toga što je ta žica namotana i što je to uzvojnica u kojoj se prilikom ukopčavanja struje stvara druga, tzv. inducirana struja koja je suprotna ulazećoj struji. Otuda kašnjenje. To je inuktivni otpor, za razliku od galvanskog otpora koji pruža sam vodič.
Pribor: 4 x 7, 8, 11, 14, 33, 35, baterija



Fig. 96

96. OTPORNIK ILI REOSTAT.

U našoj zbirci se nalazi sprava koja se zove otpornik ili reostat. To je jezgra od izolacionogmaterijala na koju je namotana žica od konstantana. žica od konstantana ima velik elktrični otpor. Povežimo reostat, žaruljicu i bateriju u strujni krug (slika 96). Ako pomičemo kontakt K duž reostata, žaruljica sjaji jače ili slabije, ovisno o tome da li se otpornik skračuje ili produžuje.
Pribor: 2 x 5, 2 x 6, 3 x 7, 8, 14, 30, 33, 35, baterija

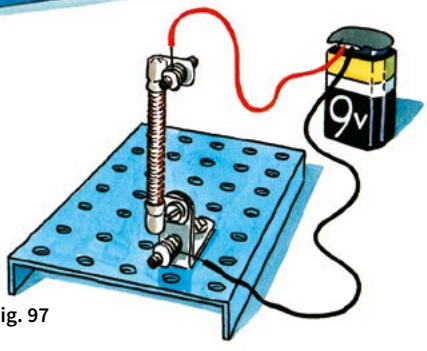


Fig. 97

97. ELEKTRIČNI GRIJAČ.

Uspostavimo strujni krug u kojem se nalazi baterija i pola našeg reostata (slika 97). Otporna žica kroz koju teče struja se grije. Napravili smo mali grijač. Na ovom principu građeni su: električni štednjak, glačalo, električni bojleri, radijatori i druge sprave. U navedenim spravama električna se energija prevara u toplinu.
Pribor: 2 x 5, 2 x 6, 2 x 7, 8, 28, 30, 33, baterija

98. ELEKTRIČNI UPALJAČ.

U manju daščicu zabijemo dva čavla na udaljenosti od 1 cm. Između čavala napnemo željeznu žicu promjera 0,1 mm. Na žicu natrusimo smrvljene glavice šibica pa ju spojimo s baterijom (slika 98). Glavice šibica će se zapaliti. Usljed električne struje željezna se žica ugrije i dolazi do paljenja. Na opisani način rade mine u rudnicima i kamenolomima.
OPOMENA: Pokus izvedi na negorljivoj površini (metalni pladanj).
Pribor: 2 x 7, 33, daščica, 2 čavla, željezna žica, baterija

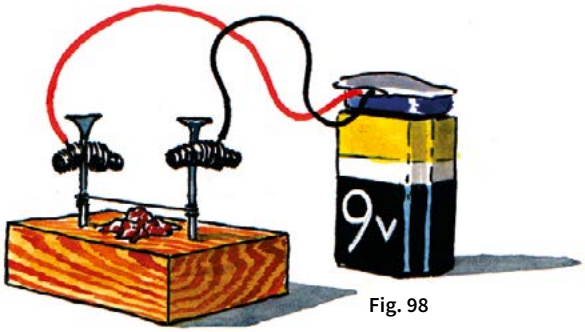


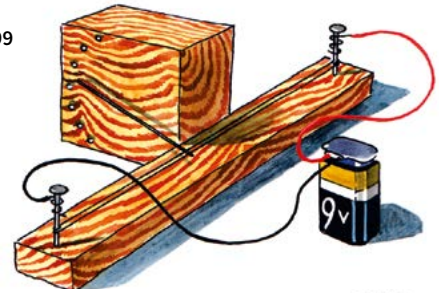
Fig. 98

99. AMPERMETAR S TOPLOM ŽICOM.

U daščicu dužine 20 do 25 cm, širine 3 cm zabijemo dva deblja čavla. Između njih nategnemo dvostruku žicu od konstantana debljine 0,2 mm. Kao kazaljku namjestimo mali štapić od drveta ili papira (slika 99). Napravili smo model ampermetra s toplom žicom. Ako krajeve žice spojimo s baterijom, kazaljka se otkloni. žica se naime zbog struje ugrije i zbog toga produži.

Pribor: 33, 37, daska, 2 čavla, štapić, baterija

Fig. 99



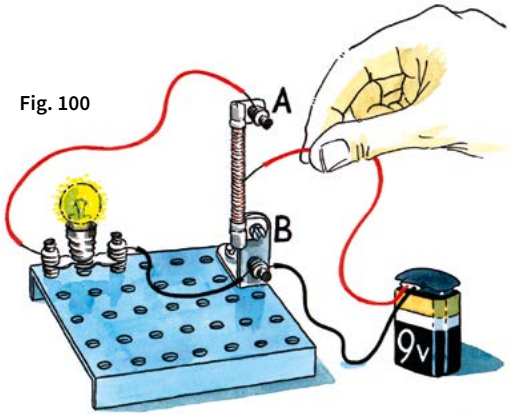
100. POTENCIOMETAR.

Žaruljicu, otpornik i džepnu bateriju spojimo (slika 100). Otpornik služi u ovom pokusu kao potenciometar.

Pokusi: slobodnim krajem žice koja vodi sa baterije dodirnimo potenciometar u točci A. žaruljica svijetli punim sjajem. Povucimo kontaktom od točke A do točke B! žaruljica se polako gasi i kod točke B se popuno ugasi. Kad struja teče kroz otpor u njemu nastaje pad napona. Kod priključka žaruljice u točci A ona je spojena direktno s baterijom te dobiva puni napon od 9V. Pomicanjem kontakta prema dolje napon se smanjuje pošto otpor raste. Na pola puta napon iznosi 9V a u točci B on je jednak 0.

Pribor: 5, 6, 4 x 7, 8, 14, 28, 30, 33, 35, baterija

Fig. 100



101. OHMOV ZAKON.

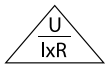
Tri baterije po 1,5 V povežemo serijski.Tako priređene baterije spojimo sa žaruljicom (slika 101). Ako spojimo samo preko prve baterije(1,5V) žaruljica neće svijetliti. Ako spojimo preko druge odnosno preko dvije baterije napon će biti veći (1,5V x 2 = 3V) te će zato žaruljica malo svijetliti. Ako spojimo preko treće odnostno sve tri baterije žaruljica će jače svijetliti (1,5V x 3 = 4,5V). Pokus bi mogli nastaviti do osam baterija (8 x 1,5V = 12 V) jer je žaruljica napravljena za napon od 12V.

Iz navedenog vidimo da je snaga struje veća što je napon veći. U pokusu 96 smo naučili da je struja jača što je manji otpor vodiča.

Jačina struje prema tome ovisi o napetosti izvora struje i otporu vodiča, odnosno potrošača. što je veća napetost i što je manji otpor, to je struja jača. To je Ohmov zakon. Ako jačina, napon i otpor označimo međunarodnim simbolima:

I = jačina (mjerena u amperima)
U = napon (mjeren u voltima)
R = otpor (mjeren u ohmima) onda je,
I = U/R

Radi lakšeg pamćenja koristimo se trokutom Ohmovog zakona:

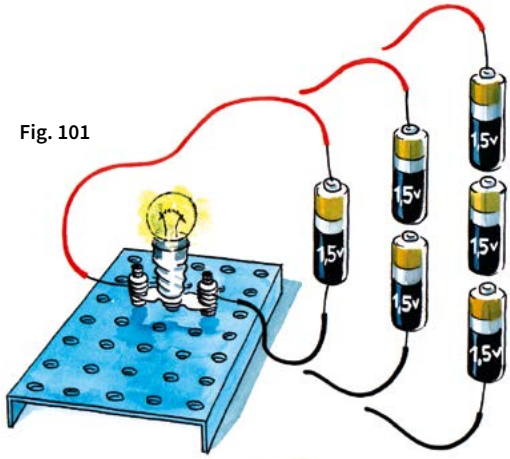


Ako u tom trokutu prstom pokrijemo veličinu koju tražimo nalazimo da je:

I = U/R
U = I x R
R = U/I

Pribor: 2 x 7, 8, 14, 33, 35, 3 baterije

Fig. 101



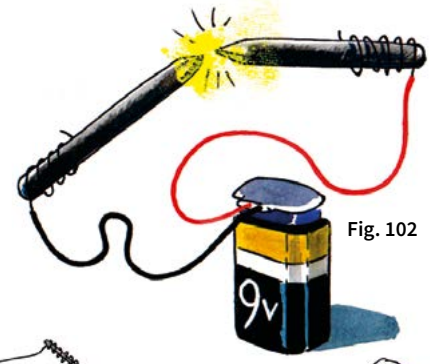
102. ELEKTRIČNI LUK.

Dva ugljena štapića zašiljimo i priključimo na bateriju (slika 102). šiljke štapića naslonimo jedan na drugi pa ih zatim razmaknemo. Između štapića pojavljuje se mali ali vrlo svijetao električni luk. Upotrijebim dvije ili više baterija! Izvedimo pokus pod vodom! Električni se luk

se koristio kao izvor svjetla u prvim kino-aparatima. Nekada se koristio i za javnu rasvjetu.

Pribor: 33, 2 ugljena štapića, baterija

Fig. 102

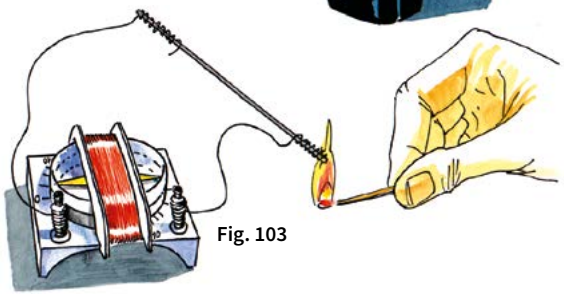


103. TERMOELEMENT.

Na svaki kraj željezne šipke dužine 12 do 13 cm učvrstimo namatanjem dva komada žice od konstantana promjera 0,2 mm. Krajeve žice spojimo s galvanoskopom (slika 103) Kad se kazaljka umiri (žuta kazaljka mora pokazivati 0) ugrijemo šibicom jedno spojno mjesto. Igla će se otkloniti. Element koji smo napravili zove se termoelement i ima veliku primjenu u tehnici. On se pored ostalog koristi za mjerenje visokih temperatura u željezarama, keramičkoj industriji itd.

Pribor: 1, 2 x 7, 9, 34, 37, šibice

Fig. 103



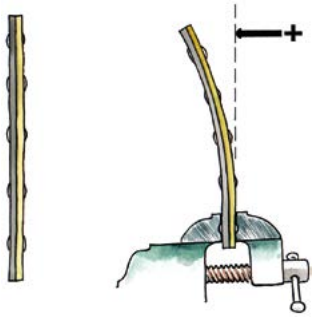
104. BIMETALNA TRAKA.

Komad željeznog lima veličine 10 x 1 cm i isto toliko velik komad cinčanog ili aluminijskog lima položimo jedan povrh drugog i zakovicama čvrsto spojimo. Ako jedan kraj tako nastale bimetalne trake učvrstimo i traku ugrijemo ona će se svinuti. Naime cink ima veći koeficijent rastezanja od željeza. Bimetalna traka se koristi za izradu termostata. To su električne naprave koje kod određene temperature prekidaju struju. čim temperatura padne

(ili se povisi) termostati struju ponovo ukopčavaju (slika 104 desno). Na taj način se održavaju određene temperature u hladnjacima, štednjacima, bojleria itd.

Pribor: željezni i cinčani lim, zakovice.

Fig. 104



105. MJERENJE VELIČINE OTPORA.

Za određivanje veličine otpora služi “Wheatstonov most” (slika 105). Izradit ćemo ga na sljedeći način:
I) na dasku dužine 60 i širine 8 cm zabijemo na udljenosti od 50 cm dva čavla među kojima napnemo uz samu dasku otpornu žicu od konstantana debljine 0,2 mm. Početak i kraj te žice priključimo na galvanoskop koji mora biti okrenut tako da žuta kazaljka pokazuje 0.
II) ostali elementi mosta su otpor R (u zbirci pod br. 33) za koji znamo da ima otpor od 70 ohma, uzvojnica čiji otpor tražimo i baterija. Veze između tih elemenata prikazane su na slici.
III) dodirnimo kontaktom koji vodi od baterije nadolje otpornu žicu. Kazaljka galvanoskopa se otkloni. Potražimo mjesto na kojem se pri dodiru žice kazaljka ne otklanja i zabilježimo ga. Pretpostavimo da je to mjesto u točci C koja dijeli otpornu žicu na dva nejednaka dijela, “d1” i “d2”. Ta dva dijela možemo izmjeriti.
Uzmimo da je “d1” = 30 cm, a “d2” = 20 cm.
Otpor uzvojnice izračunamo po formuli:
X = R x d1/d2
X = 70 x 30/20
X = 105 ohma
Uzvojnica ima prema tome 105 ohma otpora. Obrazloženje gornje forrmule možemo naći u udžbeniku fizike.
Pribor: 1, 6 x 7, 11, 30, 33, 34, 37, daska, 2 čavla, baterija

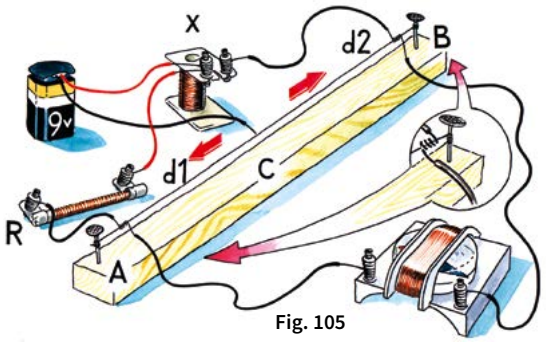


Fig. 105

106. OVISNOST OTPORA O TEMPERATURI VODIČA.

I) u manju daščicu zabijemo dva manja čavla i između njih namjestimo malu spiralu od željezne žice promjera 0,1 mm. Spiralu, žaruljicu i bateriju spojimo u strujni krug. čim uspostavimo strujni krug žaruljica će zasvijetliti. Ako ugrijemo spiralu žaruljica će se ugasiti. To je znak da je usljed visoke temperature porastao otpor željezne žice.
II) napravimo isti pokus s pomoću spirale od konstantana iste debljine. Otpor konstantana ne mijenja se zbog visoke temperature.
Pribor: 4 x 7, 14, 33, 35, daščica, 2 čavla, željezna žica, sviječa, baterija

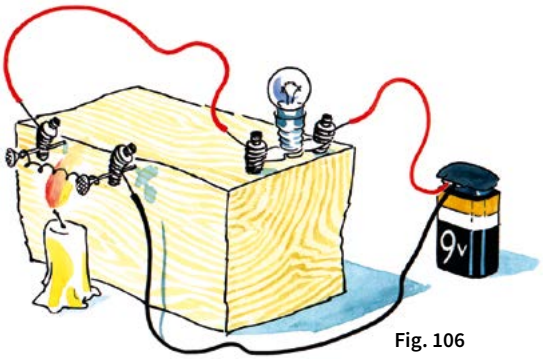


Fig. 106

ELEKTROMAGNETIZAM

107. ELEKTROMAGNET.

Na željeznu šipku iz naše zbirke motamo 20 - 30 navoja izolirane bakrene žice. Radi boljeg električnog spoja skinimo s krajeva bakrene žice izolaciju. žicu spojimo s baterijom i šipku uronimo u strugotine željeza. čim uspostavimo strujni krug šipka postaje magnet. Ako struju prekinemo šipka gubi magnetizam. Otkrili smo elektromagnet.
Pribor: 3, 2 x 7, 9, 33, 36, baterija
POZOR:
- baterija je u kratkom spoju!
- baterija neka bude priključena samo kratko vrijeme, koliko je potrebno za razumijevanje pokusa!
- pazi da se ne opečeš!

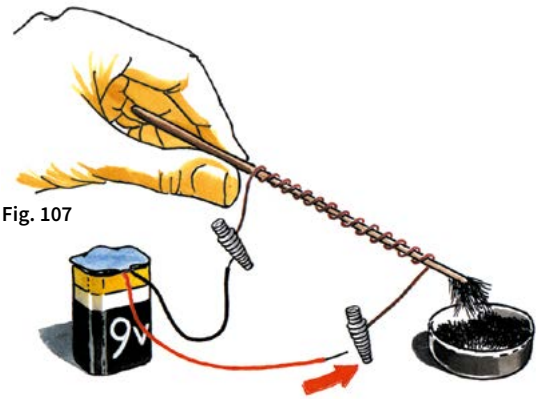
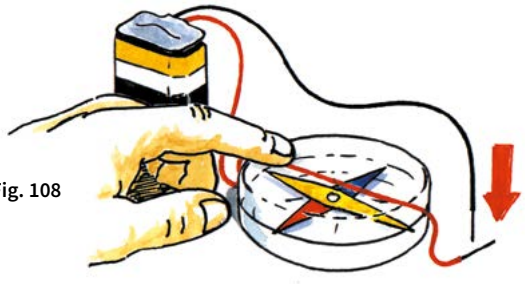


Fig. 107

108. OERSTEDOVO OTKRIĆE.

Do otkrića elektromagneta došlo je kao i do mnogih drugih, sasvim slučajno. Danski fizičar Oersted primjetio je da se magnetska igla otklanja ako se u njenoj blizini nalazi žica kroz koju ide struja. Ponovimo to otkriće! Iznad magnetske igle u kompasu držimo žicu za spajanje čije krajeve za trenutak spojimo s polovima baterije. Magnetska igla se otkloni i ostaje otklonjena sve dok ima struje. čim struju prekinemo magnetska se igla vraća u prvobitan položaj. Ako promjenimo polove magnetska se igla otklanja u suprotnom smjeru.
Pribor: 33, 34, baterija
POZOR:
- baterija je u kratkom spoju!
- baterija neka bude priključena samo kratko vrijeme, koliko je potrebno za razumijevanje pokusa!
- pazi da se ne opečeš!


Fig. 108

109. ZBRAJANJE MAGNETSKIH POLJA.

Omotajmo izoliranu bakrenu žicu više puta oko kompasa pa ju zatim za trenutak spojimo s baterijom. što je više puta omotana to će otklon magnetske igle biti jači.
Očigledno je da u uzvojnici svaki namotaj ima svoje magnetsko polje i da se magnetska polja namotaja zbrajaju. Na tom principu je građen i naš galvanoskop a i elektromagneti.
Pribor: 2 x 7, 33, 34, 36, baterija
POZOR:
- baterija je u kratkom spoju!
- baterija neka bude priključena samo kratko vrijeme, koliko je potrebno za razumijevanje pokusa!
- pazi da se ne opečeš!

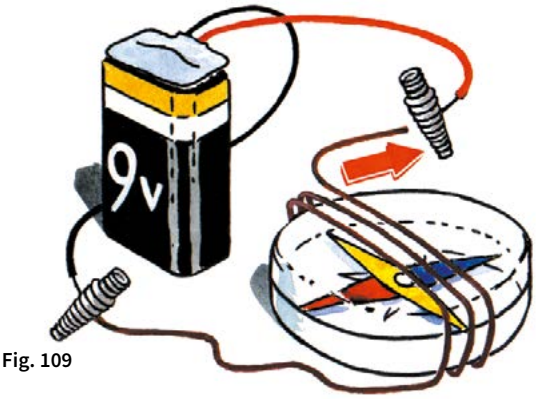


Fig. 109

110. MAGNETSKO POLJE VODIČA.

kroz sredinu većeg komada ljepenke provučemo bakrenu žicu (slika 110). žicu spojimo s baterijom. S pomoću kompasa ispitajmo magnetsko polje vodiča. Ispitat ćemo obim magnetskog polja i njegovu snagu. Ispitivanje vršimo na taj način da struju neprestano prekidamo i spajamo te promatramao otklon magnetske igle na raznim mjestima. magnetsko polje vodiča možemo ispitati i pomoću sitnih strugotina željeza koje prospemo po ljepenci te lagano pokucamo. Kod toga je potrebno više baterija.

Pribor: 3, 34, 36, ljepenka, baterija

POZOR:
- baterija je u kratkom spoju!
- baterija neka bude priključena samo kratko vrijeme, koliko je potrebno za razumijevanje pokusa!
- pazi da se ne opečeš!

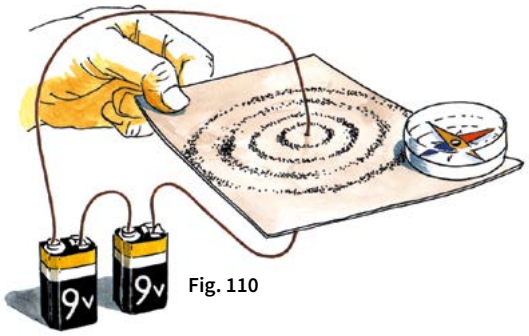


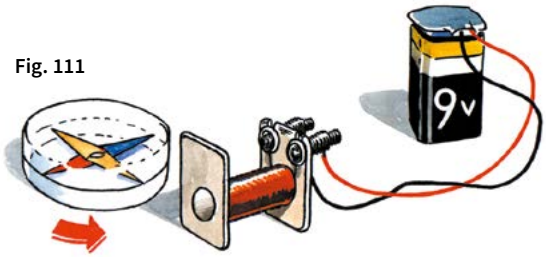
Fig. 110

111. UZVOJNICE KAO MAGNET.

U našoj zbirci se nalazi uzvojnica s 1000 navoja izolirane bakrene žice. Uzvojnicu postavimo oko 2 cm od kompasa i kroz navoje pustimo struju iz baterije (slika 111). U trenutku ukopčavanja struje magnetska igla će se otkloniti i ostati otklonjena sve dok uzvojnicom ide struja. Ako struju prekinemo magnetska igla se vraća u prvobitan položaj.

Pribor: 2 x 7, 11, 33, 34, baterija

Fig. 111

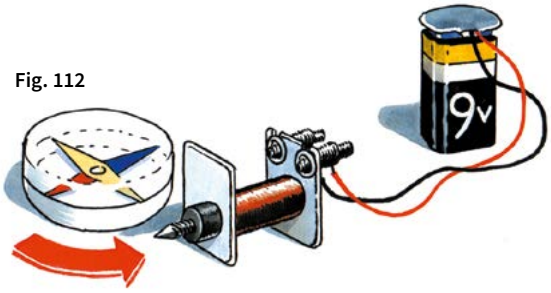


112. ŽELJEZO U UZVOJNICI.

Pokus br. 111 ponovimo i upamtimo za koliki će se kut otkloniti magnetska igla. Struju zatim prekinemo pa u uzvojnicu stavimo željeznu jezgru (ne magnet), koja se nalazi u našoj zbirci. Kad ukopčamo struju magnetska igla će se jako otkloniti. željezo u uzvojnici povećava magnetizam uzvojnice.

Pribor: 2 x 7, 11, 16, 33, 34, baterija

Fig. 112



113. ELEKTROMAGNETIZAM U OBLIKU ŠTAPA.

Na podlogun od plastične mase učvrstimo željeznu jezgru. Na nju nasadimo uzvojnicu i spojimo s baterijom. Dobili smo elektromagnet u obliku štapa (slika 113). Pokusima se možemo uvjeriti da elektromagnet nastaje u trenutku ukopčavanja struje te da prekidom struje magnet gubi svoju snagu i ostaje samo neznatan trag magnetizma.

Pribor: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 33, 34, baterija

Fig. 113



114. ELEKTROMAGNET U OBLIKU SLOVA U.

Željeznu jezgru koju smo već nekoliko puta rabili učvrstimo zajedno s omotačem jezgre na podlogu od plastične mase (slika 114). Na jezgru nasadimo uzvojnicu spojenu s baterijom. U trenutku ukopčavanja struje nastat će vrlo jak elektromagnet, znatno jači od onog iz pokusa br. 113, iako smo koristili istu uzvojnicu i istu bateriju. Dok nam u pokusu br. 113 nije pošlo za rukom s pomoću kotve podići magnet s podlogom, sad možemo podići mnogo veći teret. Zašto je sad elektromagnet jači?

Pribor: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 17, 33, 34, baterija

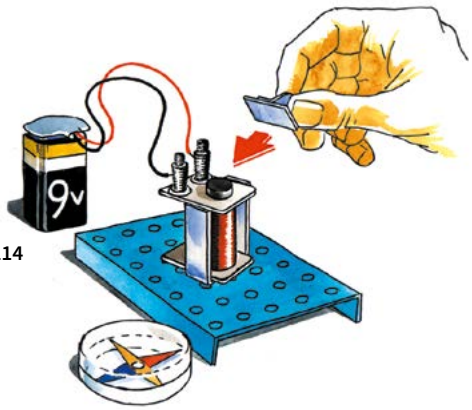


Fig. 114

115. ELEKTROMAGNETSKA DIZALICA.

Iz dijelova naše zbirke možemo napraviti malu elektromagnetsku dizalicu. Elektromagnet u obliku slova U iz pokusa 114 spojimo s baterijom (slika 115). Uronimo elektromagnet u kutiju s vijcima i maticama, podignemo elktromagnet zajedno s teretom i prenesemo na drugo mjesto. U trenutku iskopčavanja struje teret pada.

Pribor: 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 33, željezni predmeti, baterija

116. ZDJELASTI ELEKTROMAGNET.

Ovaj pokus možemo izvesti jedino ako raspolažemo mehaničkom radionicom. U okrugli komad željeza promjera 6 cm i dužine 3 cm napravimo utor širine 9 mm i dubine 20 mm. U taj utor smjestimo uzvojnicu s 1000 namotaja bakrene žice promjera 0,3 mm. Krajeve žice provučemo kroz izolirane rupe do baterije. Kotva je načinjena od okrugle željezne ploče debljine 10 mm. S pomoću tog elektromagneta može se uz uporabu jedne baterije podići teret od oko 15 dag. Slični magneti koriste se u električnim dizalicama koje mogu podići i po nekoliko tona tereta.

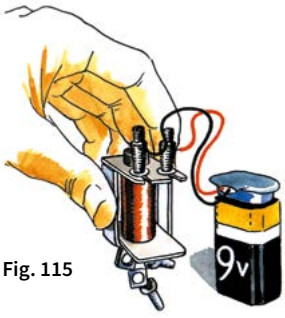


Fig. 115

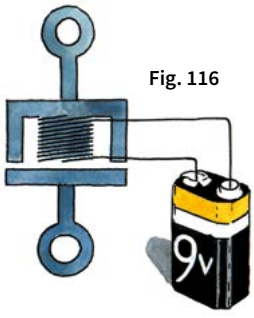


Fig. 116

117. KOJI JE MAGNET JAČI?

U našoj zbirci se nalaze dva magneta - permanentni izrađen od legure AlNiCo i elektromagnet koji smo upravo upoznali. Koji od tih magneta je jači? Da bi to ustanovili ponovimo pokus 48 - II) u kojem smo ispitali jakost permanentnog magneta. Taj uređaj je prikazan na slici 117 lijevo. U zdjelicu od ljepenke stavimo toliko predmeta koliko magnet može nositi. Isti pokus izvedimo s pomoću elektromagneta (slika 117 desno). Snaga elektromagneta je mnogo veća od snage permanentnih magneta.

Pribor: 6, 2 x 7, 10, 11, 16, 17, 18, 33, ljepenka, nit, baterija

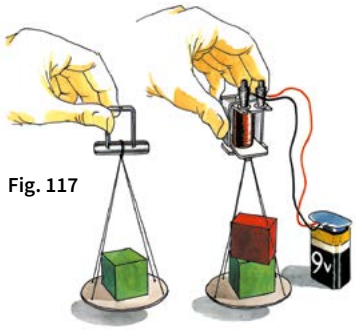


Fig. 117

118. MAGNETSKI SPEKTAR UZVOJNICE.

u sredini ljepenke veličine razglednice izrežemo pravokutni otvor dužine 30 i širine 21 mm. U taj otvor uronimo do pola uzvojnicu iz naše zbirke. Uzvojnicu spojimo s baterijom i na ljepenku natrusimo strugotine željeza. Usporedimo magnetski spektar uzvojnice sa spektrom permanentnog magneta iz pokusa br. 40.
pri gornjem pokusu stavimo u uzvojnicu željeznu jezgru i ponovimo pokus.

Pribor: 3, 2 x 7, 11, 16, 33, karton, baterija

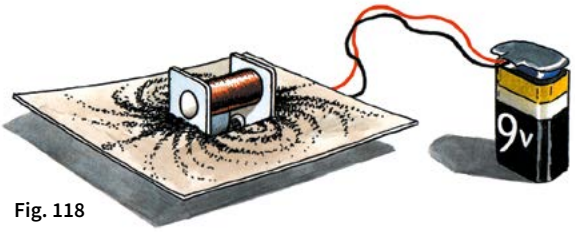


Fig. 118

119. ČAVAO U UZVOJNICI.

Uzvojnicu iz naše zbirke spojimo s baterijom (slika 119) pa u šupljinu uzvojnice stavimo čavao srednje veličine. Ako uzvojnicu podignemo, čavao neće pasti. Na njega djeluju dvije sile. Jedna je gravitacija (teža), a druga magnetizam. Druga je očigledno jača.

Pribor: 2 x 7, 11, 33, čavao, baterija

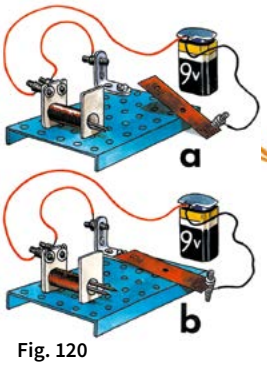


Fig. 120



Fig. 119

120. DVA ČAVLA U UZVOJNICI.

Uzvojnicu položimo na podlogu od plastične mase i u njezinu šupljinu stavimo dva čavla kojim smo odsjekli glave. Uzvojnicu spojimo s baterijom. Kod ukopčavanja i iskopčavanja struje primjećujemo da se čavli miču. Kod iskopčane struje zauzimaju položaj kao na slici 120a, a kod ukopčanja se razmaknu, kao na slici 120b. čavli se magnetiziraju. Kako su im istoimeni polovi s iste strane, oni se odbijaju.

Pribor: 5, 6, 4 x 7, 8, 11, 24, 28, 33, 2 čavla, baterija

121. AMPERMETAR S MEKIM ŽELJEZOM.

U šupljinu uzvojnice stavimo čavao te ga koncem ili gumicom privežemo (slika 121). U šupljinu uzvojnice stavimo kazaljku koju smo izradili od dva komada željeznog lima (od stare limenke). Prvi komad ima dimenzije 40 x 5 mm a drugi 60 x 2 mm i debljine 0,2 – 0,4 mm. Ta dva komada spojimo omotavanjem (slika 121). Tanji kraj savijemo malo ulijevo. Ako spojimo uzvojnicu s baterijom čavao i kazaljka magnetizirat će se istoimeno pa će se odbit. S pomoću pravog ampermetra možemo spravu baždariti i načinit mjersku skalu.

Pribor: 2 x 7, 11, 33, limene trake, drvo, čavao, gumica, baterija

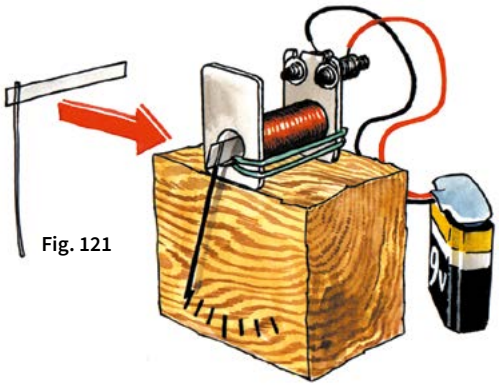


Fig. 121

122. DRUGA IZVEDBA AMPERMETRA.

Žicu od konstantana namotamo oko 20 puta na željeznu šipku. Na oprugu koju smo dobili objesimo željeznu jezgru (17). Stavimo jedan dio jezgre u uzvojnicu (slika 122) i spojimo s baterijom. Uzvojnica uvlači jezgru tim jače što je jača struja. S pomoću kazaljke i skale možemo zabilježiti dubinu uvlačenja odnosno jačine struje.

Pribor: 3 x 5, 3 x 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 2 x 20, 28, 33, 37, baterija

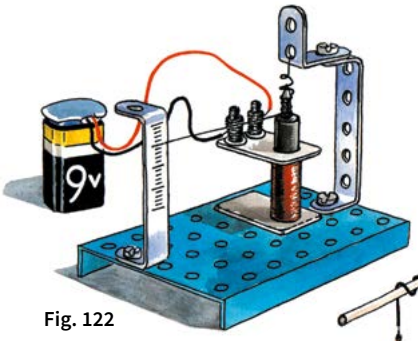


Fig. 122

123. MJERNI INSTRUMENT S POKRETNIM SVITKOM.

Na podlogu od plastične mase učvrstimo dva puta prirubljenu željeznu traku (21) a na nju drugu u vodoravnom položaju. Na vodoravnu traku učvrstimo s jedne strane željeznu jezgr (17) a s druge magnet (11). Tako nastaje potkovasti magnet s jakim magnetskim poljem između krakova. Između krakova nalazi se svitak od izolirane bakrene žice debljine 0,16 mm. Svitak ima 10-12 navoja promjera 10 mm i izrađen je prema slici 123 lijevo. Način montaže svitka je prikazan na slici. Jedan kraj svitka vodi preko papirne cijevčice stalka na pozitivni, a drugi preko podloge iod plastične mase na negativni pol baterije (radi boljeg električnog spoja skinimo s krajeva bakrene žice izolaciju). Ako uspostavimo strujni krug svitak će se okrenuti lijevo ili desno, ovisno u kom smjeru teče električna. Na ovom principu su građeni precizni električni mjerni instrumenti. Skretanje svitka objasnit će nam slijedeći pokus.

Pribor: (20), 2 x 5, 3 x 6, 10, 16, 2 x 29, 33, 36, baterija

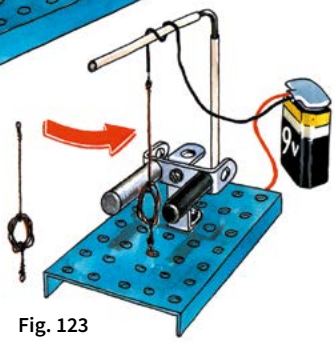


Fig. 123

124. VODIČ U MAGNETSKOM POLJU.

Na podlogu od plastične mase učvrstimo željeznu traku (31) a na nju željeznu jezgru (17) i magnet (11). U magnetsko polje objesimo na 10 cm dugim bakrenim žicama osovinu sa navojima iz zbirke omotanu s 30 navoja (radi boljeg električnog spoja skinimo s krajeva bakrene žice izolaciju). Pri ovom se koristimo stalkom od papirnatih cjevčica (pokus br. 20). Ako uspostavimo strujni krug, šipka (vodič) se odbija u jednom ili drugom smjeru, ovisno u kom smjeru ide struja. Između krakova magneta postoji jako magnetsko polje. Magnetsko polje nastaje i oko vodiča u trenutku protoka struje, a za magnetska polja znamo da se privlače odnosno odbijaju, ovisno o tome jesu li istoimena ili raznoimena. Opisani pokus je važan za razumijevanje djelovanja elektromotora.

Pribor: (20), 5, 2 x 6, 10, 12, 16, 29, 33, 36, baterija

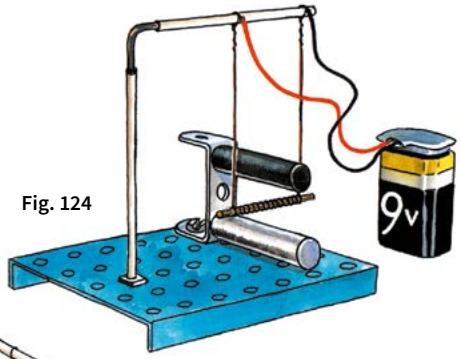


Fig. 124

125. BLOKIRANJE ELEKTROMAGNETA.

Na plastično podnožje pričvrstimo elektromagnet izrađen prema slici 125. Na stalak iz papirnatih cijevi (pogledaj pokus br.20) objesimo preko pamučne niti dvostruko savinitu traku 38 x 12 mm, tako da bude udaljena 1 cm od elektromagneta. Ako pustimo struju elektromagnet privlači željeznu traku. Stavimo između njih razne predmete kao napr. bakreni lim, cinčani lim, ljepenka, staklo, željezni lim, ustanovimo koji materijali propuštaju magnetsko polje a koji ne.

Pribor: (20), 5, 2 x 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 28, 29, 33, pamučna nit, baterija

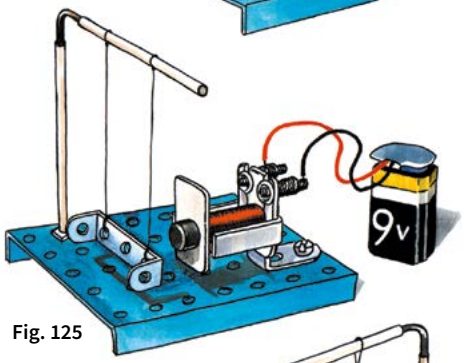


Fig. 125

126. ELEKTROMAGNETSKA KOČNICA.

Na stalak iz papirnatih cijevi (pogledaj pokus br.20) kojeg smo pričvrstili na plastično podnožje, objesimo preko bombažne niti zvono otvorom prema dolje. Ispod zvona pričvrstimo na plastično podnožje elektromagnet iz predhodnog pokusa. Zvono obilježimo crticom. Zavrtimo zvono kod iskopčane struje i izbrojimo okretaje u jednom i drugom smjeru. Kad se ono samo od sebe potpuno umiri ukopčamo struju i zvono ponovo zavrtimo. Brojimo okretaje. Elektromagnet koči zvono. To je princip elektromagnetske kočnice koja ima u tehnici veliku primjenu.

Pribor: (20), 6, 2 x 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 33, pamučna nit, baterija

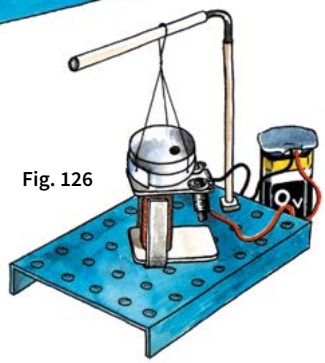


Fig. 126

ELEKTROMAGNET U TEHNICI

127. MORSEOV TELEGRAFSKI APARAT.

Na podlogu učvrstimo elektromagnet koji se sastoji od jezgre podložene sa maticom, omotača i uzvojnice. U neposrednoj blizini elektromagneta nalazi se u vodoravnom položaju kotva K. To je dva puta prirubljena traka 60 x 12 mm montirana na vertikalnu traku. S desne strane kotve učvršćen je kutnik 25 x 25 mm u koji možemo učvrstiti malu olovku. Prekidač od bakrene pločice, kutnika 25 x 25 mm i opružnih spojki pričvrstimo na plastično podnožje (slika 127). Telegrafski aparat spojimo s baterijom. Elektromagnet privuče kotvu. Ako struju prekinemo kotva se vraća u prijašnji položaj. Olovka može na traku, koja kod pravih uređaja klizi ispod nje, pisati točke i crtice ovisno o spajanju sa strujom. Iz točki i crtica sastavljena je Morseova abeceda (pokus 85).

Pribor: 5 x 5, 6 x 6, 6 x 7, 8, 11, 16, 17, 20, 24, 2 x 28, 29, 33, olovka, papir, baterija

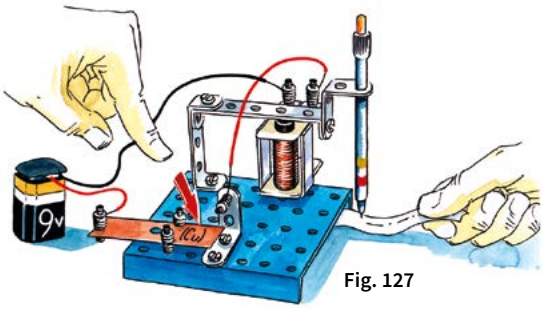


Fig. 127

128. MORSEOV KLJUČ.

Za rad telegrafskih aparata Morse je konstruirao naročitu sklopku koja omogućava naizmjenično ukopčavanje i iskopčavanje dvaju telegrafskih aparata. Mi možemo napraviti takvu sklopku. Upotrebimo bakrenu pločicu, kutnike 25 x 25 mm i opružne spojke te sve skupa pričvrstimo na plastično podnožje. Kutnici sa vijcima predstavljaju lijevi i desni kontakt (slika 128).Morseov ključ ima tri vodiča. Struja dolazi preko središnjeg. Pomicanjem poluge na jednu ili drugu stranu struja se može sprovesti preko lijevog ili desnog kontakta. Rad Moresovog ključa ćemo upoznati najlakše kod povezivanja dvaju telegrafskih aparata.

Pribor: 7 x 5, 8 x 6, 7 x 7, 8, 11, 16, 17, 20, 23, 3 x 28, 29, 33, baterija

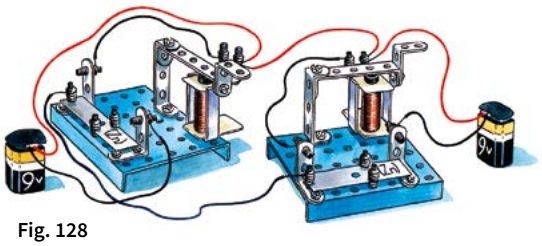


Fig. 128

129. ELEKTRIČNE SHEME.

Na slici br. 129 prikazana su shematski dva Morseova telegrafska aparata i dva ključa. Oznake znače:

T = Morseov telegrafski aparat **B = baterija**
K = Morseov ključ **Z = zemlja**

Na opisani način su, na primjer, povezne dvije željezničke stanice. željeznice su, naime, nekada upotrebljavale Morseove telegrafske aparate.Opisanu shemu možemo izvesti ako raspolažemo s dvije zbirke. Jedan aparat postavimo u jednoj a drugi u drugoj sobi i telegrafiramo. Iz prve sobe vode u drugu dvije žice. Na željeznici se kod Morseovog aparata upotrebljava samo jedna žica, umjesto druge se upotrebljava zemlja, za kontakt sa zemljom služe dvije zakopane metalne ploče.

Pribor: dva telegrafska aparata, dva ključa, dvije baterije

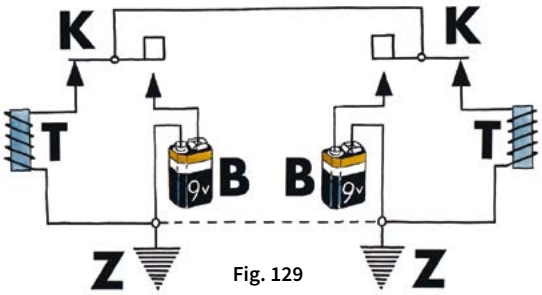


Fig. 129

130. WAGNEROV ČEKIĆ.

Fizičar Wagner pronašao je električnu spravu koja automatski uključuje i prekida struju. Takva se sprava zove Wagnerov čekić. Mi ćemo ga napravit jer se često koristi u tehnici. Pomoću kutnika (30) učvrstimo na plastično podnožje elektromagnet. Na drugi kutnik učvrstimo kotvu za zvono koje učvrstimo na podlogu tako da je kotva 2-3 mm udaljena od elektromagneta. Struja mora ići ovim pute: iz baterije preko žice koju za sada držimo rukom, na kotvu, iz kotve na kutnik i opružnu spojku, pa preko spojene žice u uzvojnicu i potom u bateriju. čim uspostavimo strujni krug kotva počinje vibrirati i time prekida i uključuje struju. U trenutku kad elektromagnet kotvu privuče struja se prekida jer se kotva odmaknula od kontakta. Elektromagnet time prestaje djelovati. Kotva se zbog elastičnosti pera vraća u prijašnji položaj i time ponovo uspostavlja strujni krug - igra se ponavlja.

Pribor: 4 x 5, 5 x 6, 3 x 7, 8, 11, 16, 17, 2 x 28, 31, 33, baterija

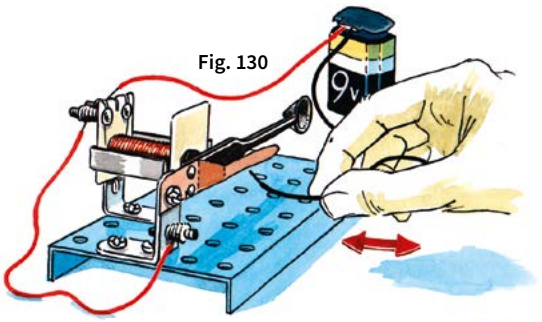


Fig. 130

131. ELEKTRIČNO ZVONO.

Ako smo napravili Wagnerov čekić, neće nam biti teško izraditi električno zvono. U tu svrhu treba montirati još vijak za podešavanje kao i samo zvono. Vijak za podešavanje se sastoji iz kutnika u kojem je učvršćen zatični vijak s dvije matice (slika 131). Zvono učvrstimo na podlogu s pomoću osovine s navojem i četiri matice. Električni vodovi vidljivi su na slici br. 131.

Pribor: 5 x 5, 12 x 6, 4 x 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 25, 3 x 28, 31, 33, baterija

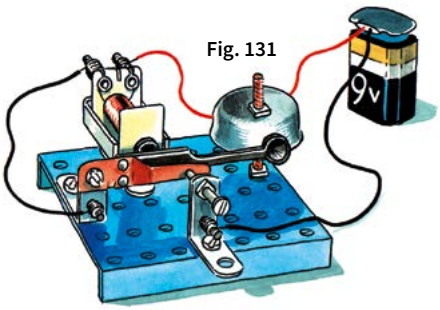


Fig. 131

132. ELEKTRIČNO ZVONO KAO VRATAR.

Na shemi 132 prikazan je spoj električnog zvona, baterije i prekidača. Tako montirano zvono je vratar. Zvono i baterija nalaze se u stanu dok se prekidač nalazi kod ulaza. Osoba koja nas posjećuje, pritisne prekidač čime uspostavlja strujni krug i zvono počinje zvoniti. S pomoću drugoga elektromagneta možemo i otvoriti vrata posjetitelju.

Pribor: električno zvono, prekidač, žica za spajanje, baterija

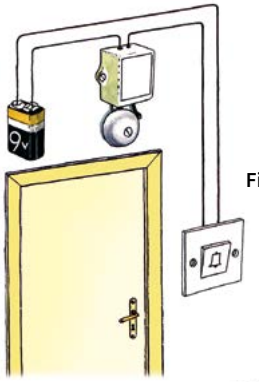


Fig. 132

133. ZVONO S VIŠE PREKIDAČA.

U bolnicama, hotelima, željezničkim vagonima i drugdje, potrebno je da se određene osobe napr. bolničarka ili kondukter mogu pozvati s više mjesta. Slika 133 prikazuje shematski spoj zvona s baterijom i prekidačem. Na opisani način izvedena je napr. signalizacija u spavaćim kolima s tim da se na hodniku iznad svakih vrata nalazi crvena signalna pločica koja “padne” kad zvono zazvoni. Tako kondukter zna koji putnik zove. Signalne pločice s brojevima soba nalaze se i u bolnicama i u hotelima. I one se pokreću s pomoću elektromagneta.

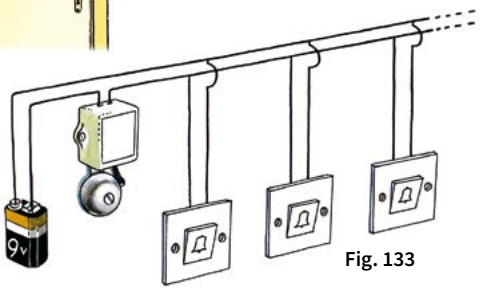


Fig. 133

134. SIGNALNE NAPRAVE.

Iz tankog lima napravimo sklopku (slika 134). Limovi trebaju biti širine 10 a dužine 60 mm. Sklopku učvrstimo iznad vrata tako da se limovi dodiruju ako se vrata otvore, a da se razmaknu kada se zatvore. Ako sklopku spojimo s baterijom i električnim zvonom dobijemo signalnu napravu koja će nam javljati kad su vrata otvorena a kad zatvorena. Opisani uređaj koristi se za osiguranje skladišta, trgovina i stanova.

Pribor: zvono, lim, žica za spajanje, baterija

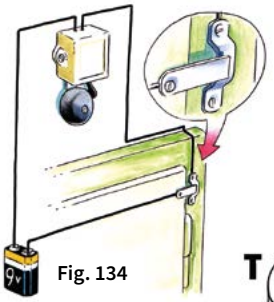


Fig. 134

135. ELEKTRICITET JAVLJA NIVO VODE.

Nivo vode ili druge tekućine u rezervoarima tvornica i laboratorija ne smije preći ispod određene točke. Te točke osigurava struja (slika 135). U tekućini je uronjen plovak koji se zajedno s tekućinom diže i spušta. Ako dođe do kritične gornje granice, kontakt A uspostavlja strujni krug i električno zvono upozorava da nešto nije u redu. Ako se voda spusti ispod dozvoljene točke signalni uređaj pokreće kontakt B. Postoji i mogućnost automatskog reguliranja nivoa tekućine. Jedan od navedenih kontakata otvara a drugi zatvara dovod odnosno odvod.

P = plovak
T = točak
U = uteg

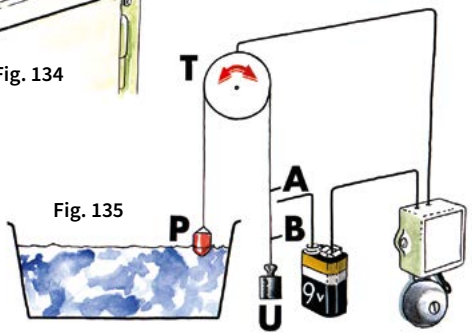


Fig. 135

136. FIZIOLOŠKO DJELOVANJE ELEKTRIČNE STRUJE.

Struja djeluje na naše tijelo. Provjerit ćemo ovo s još nekoliko pokusa.

I) lijevom rukom uhvatimo pločicu od bakra, desnom od cinka, pa njima dodirnemo polove baterije (slika 136 lijevo). Iako pretpostavljamo da kroz naše tijelo teče struja , to ne osjećamo.

II) metalne pločice spojimo s uzvojnicom u kojoj se nalazi željezna jezgra (slika 136 desno). Držimo pločice rukama pa struju spajamo i prekidamo. Kod spajanja, kao ni ranije, ne osjećamo ništa dok kod prekidanja osjećamo jake električne udarce. Oni potječu iz uzvojnice jer je veza s baterijom u tom momentu prekinuta. Da bi objasnili tu pojavu

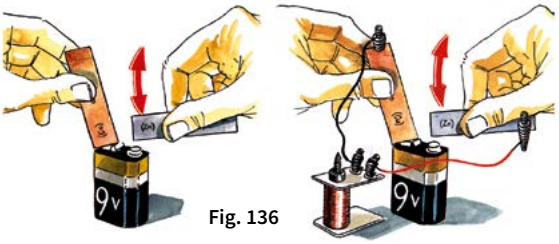


Fig. 136

ponovit ćemo pokus 95. Kod tog pokusa upoznali smo induktivni otpor koji nastaje u uzvojnici prilikom ukopčavanja uzvojnice u strujni krug. Tad se oko uzvojnice stvara magnetsko polje. Prilikom prekidanja struje magnetsko se polje ruši te dolazi do induciranog udarca koji smo osjetili.
Pribor: 4 x 7, 11, 16, 23, 24, 33, baterija

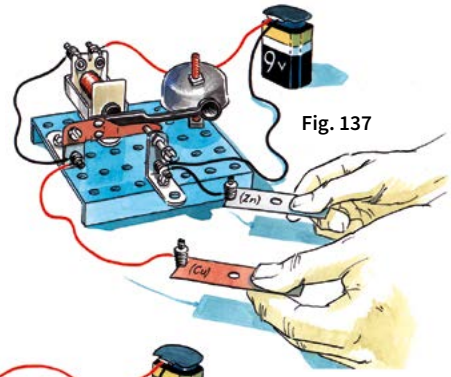


Fig. 137

137. INDUKCIJSKI APARAT.

Od električnog zvona od indukcijskog (samoindukcijskog) aparata samo je jedan korak. Dok zvono zvoni spojimo s njim dvije metalne pločice, jednu s vijkom za podešavanje a drugu s kutnikom koji nosi kotvu (slika 137). Ako su ruke suhe osjetit ćemo slabu struju, a ako su mokre jaku.
Pribor: (131), 23, 24, 33

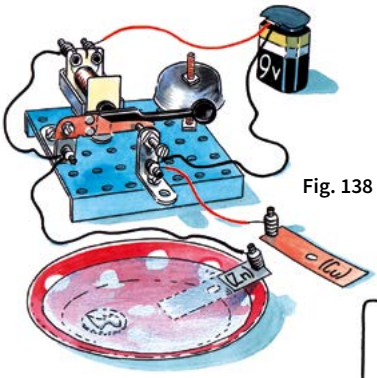


Fig. 138

138. ELEKTRIZIRANJE KROZ VODU.

Metalnu pločicu iz pokusa 137 spustimo u zdjelu punu vode. Pored pločice u vodu spustimo kovanicu. Dok zvono zvoni, pokusna osoba neka desnom rukom čvrsto uhvati drugu metalnu pločicu a lijevom nekao podigne novčić iz vode.
Kod dodira vode pokusna osoba će osjetiti vrlo jak udar. Neće uspjeti podići novčić jer će ju uhvatit grč u ruci. Mokrim rukama je vrlo opasno dirati električne instalacije.
Pribor: (137), posuda s vodom, kovanica

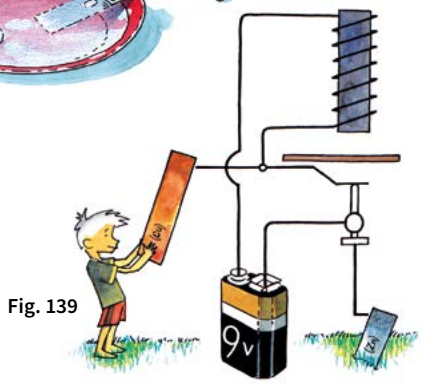


Fig. 139

139. ZEMLJA KAO VODIČ.

Elektrodu koja je kod prijašnjeg pokusa bila u vodi zabodemo u vlažnu zemlju na kojoj stojimo bosi. Drugu elektrodu uhvatimo rukom. Vlažna zemlja je dobar vodič elektriciteta. Slika 139 je djelomični shematski prikaz pokusa.
Pribor: (137)

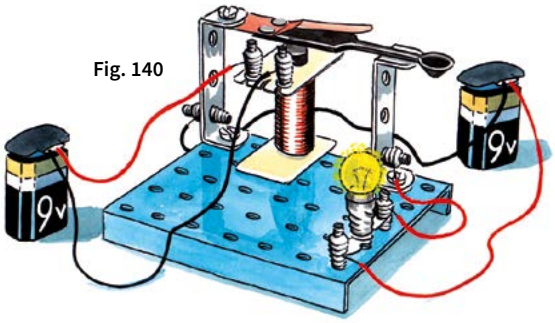
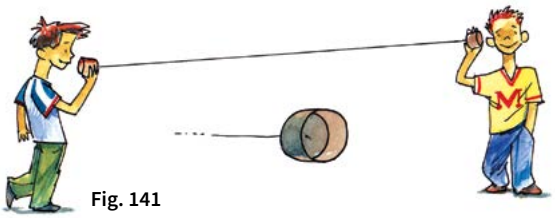


Fig. 140

140. RELE.

Relei su sprave koje nam omogućuju da s pomoću slabe struje ukopčavamo ili iskopčavamo drugi jači strujni krug. Postoje dvije vrste releja, oni koji ukopčavaju i oni koji iskopčavaju struju. Možemo izraditi i jedne i druge. Na slici 140 prikazan je rele za ukopčavanje. U prvom strujnom krugu se nalazi elektromagnet i baterija br. 1. Ako uspostavimo strujni krug, magnet privlači kotvu a ta povezuje drugi strujni krug u kojem se nalaze žaruljica, baterija br. 2 i kotva. žaruljica svijetli. Nije teško napraviti izmjene koje će rele za ukopčavanje pretvoriti u rele za iskopčavanje.
Pribor: 3 x 5, 3 x 6, 6 x 7, 8, 11, 14, 16, 2 x 29, 31, 33, 35, 2 baterije


Fig. 141

141. PASTIRSKI TELEFON.

Pastirski telefon se sastoji od dva valjka napravljena od ljepenke i presvučena s jedne strane pergament papirom. Između telefona napnemo tanku nit koja mora biti prilikom telefoniranja napeta. Dok jedan govori drugi sluša i obrnuto. Prilikom govora titra membrana od pergament papira, možeš uporabiti i plastičnu čašu od jogurta. Ti se titraji kroz napetu nit prenose na drugu membranu koja usljed toga isto tako titra. Telefon radi samo na kratkim udaljenostima i sve dok je nit napeta. Nalik na ovakav telefon je i Bellow telefon. I on ima dva jednaka dijela. U svakom dijelu se nalazi permanentni magnet, željezna jezgra i uzvojnica a ispred elektromagneta nalazi se tanka željezna membrana. Ako govorimo prema membrani time mijenjamo magnetsko polje usljed čega se u uzvojnici stvara struja koja se s pomoću dvije žice prenosi do drugog telefona i tamo uzrokuje titranje membrane. Bellow telefon je danas ustupio mjesto telefonu koji se sastoji od slušalice i mikrofona.

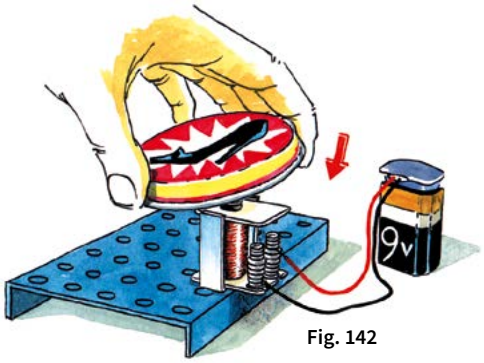


Fig. 142

142. PRETVARANJE ELEKTRICITETA U ZVUK.

Na slici 142 shematski je prikazan uređaj s pomoću kojeg možemo pretvoriti električitet u zvuk. Na plastičnom podnožju nalazi se elektromagnet sastavljen od jezgre, omotača i uzvojnice. Na elektromagnet postavimo poklopac kutije za bombone (željezni lim). Prilikom pokusa poklopac neznatno podignemo. To je membrana. Ako struju uklapnjamo i prekidamo čuje se klokotanje membrane. Kod uspostavljanja strujnog kruga elektromagnet membranu privuče a kod prekida ona se zbog elastičnosti vraća u prvobitni položaj. Na gornjoj osnovi je rađena slušalica koju ćemo napraviti u slijedećem pokusu.
Pribor: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 17, 33, limeni poklopac, baterija

143. SLUŠALICA.

S pomoću dvije dva puta prirubljene trake 38 x 12 mm i dva puta prirubljene trake 60 x 12 mm, montiramo membranu i elektromagnet, tako da se membrana nalazi 1 - 2 mm udaljena od elektromagneta. Slušalicu spojimo s baterijom (slika 143), membrana ne smije dodirivati elektromagnet prilikom ukopčavanja struje a ne smije biti ni previše udaljena od njega. Kada uklapljamo struju elektromagnet privuče membranu, kada prekidamo struju membrana popusti. čuje se karakteristično "klokotanje".

Pribor: 4 x 5, 6 x 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 20, 22, 2 x 29, 33, baterija

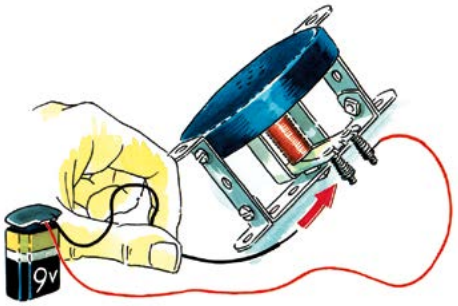


Fig. 143

144. TURPIJA KAO PREKIDAČ STRUJE.

Slušalicu iz prethodnog pokusa spojimo s baterijom preko turpije (slika 144). Jednim kontaktom stružemo po turpiji. U slušalici čujemo zujanje koje nastaje zbog prekidanja struje.

Pribor: (143), turpija

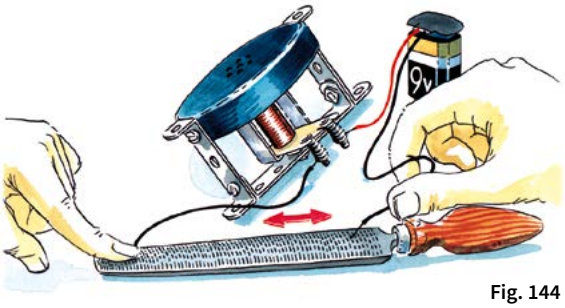


Fig. 144

145. AUTOMOBILSKA SIRENA.

Za izvođenje tog pokusa potrebna nam je slušalica (slika 143), baterija i spojne žice. Jedan pol uzvojnice elektromagneta spojimo s membranom a s drugim sa osjećajem dotičemo membranu (dostatno da membrana vibrira) kao što je prikazano na slici 145. baterijom.

Pribor: (143), 7

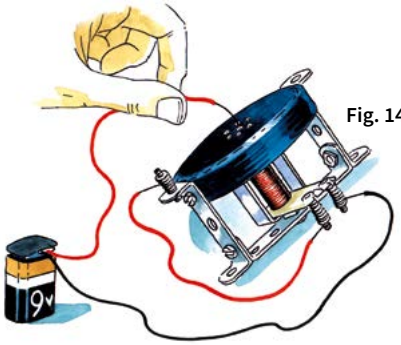


Fig. 145

146. MIKROFON.

U našoj zbirci se nalazi vrlo jednostavan ali osjetljiv mikrofon. On ima dva osnovna sastavna dijela: membranu poput one u slušalici (s tom razlikom što je izrađena od plastične mase) i tri kontakta od kojih su dva željezna učvršćena na membranu dok treći iz uglja koji visi o koncu, dotiče prije spomenute kontakte.

Bateriju, mikrofon i žaruljicu spojimo u strujni krug (slika 146). Ako na slobodni ugalj pritisnemo prstom, žaruljica će svijeltiti. što je pritisak jači jače je i svjetlo. Usljed jačeg ili slabijeg dodira uglja mikrofon propušta jaču ili slabiju struju. Ovo se može postići i govorom.

Pribor: 2, 4 x 5, 4 x 6, 4 x 7, 8, 14, 2 x 28, 33, 35, baterija

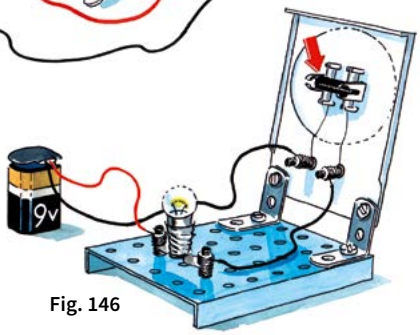


Fig. 146

147. TELEFON.

Ako spojimo slušalicu iz pokusa br. 143, mikrofon iz prethodnog pokusa i bateriju dobijemo telefon, spravu s pomoću koje možemo prenositi govor na velike udaljenosti. Džepni sat koji položimo na podlogu od plastične mase čujemo u slušalici.

Zbog kucanja membrana titra. Ugljeni štapići propuštaju čas jaču čas slabiju struju, elektromagnet u slušalici čas jače čas slabije privlači membranu usljed čega titra zrak i mi to čujemo.

S pomoću našeg telefona se može prenositi i govor. U tu svrhu treba mikrofon postaviti u jednu sobu a slušalicu u drugu, s tim da su potrebne duže žice.

Pribor: (143), (146), džepni sat

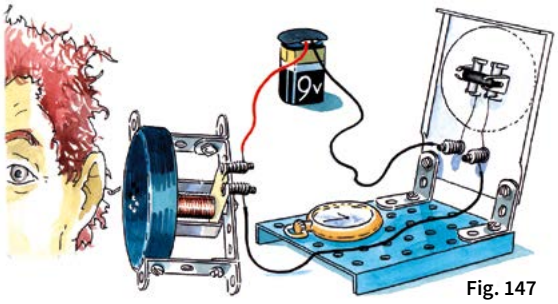


Fig. 147

GENERATORI I ELEKTROMOTORI

148. PRETVARANJE MEHANIČKE ENERGIJE U ELEKTRIČNU.

I) uzvojnicu spojimo s galvanoskopom (slika 148). U šupljinu uzvojnice uvučemo brzim pokretom magnet. Kazaljka galvanoskopa će se otklonit ali se brzo vraća u prijašnji položaj. Brzim pokretom izvučemo magnet, kazaljka će se otklonit u suprotnom smjeru.

II) okrenimo magnet pa ga prvo uvucimo a zatim izvucimo. I sad nastaju udari struje.

Kako se kod ovog pokusa rađa struja? Iz ranijih pokusa znamo da je magnet nosilac magnetskog polja. Ako uronimo magnet u uzvojnicu magnetske sile sijeku namotaje uzvojnice. Zbog indukcije u njima nastaje struja. Struja traje samo dok je magnet u pokretu, dok se magnetsko polje mijenja.

To je jedan od najvažnijih pokusa s područja elektriciteta. Na tom principu su građeni generatori. To su strojevi u kojima se mehanička energija pretvara u električnu energiju.

Pribor: 1, 4 x 7, 10, 11, 33, 34

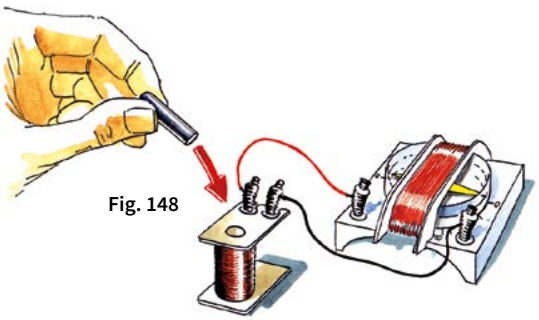


Fig. 148

149. GENERATOR IZMJENIČNE STRUJE.

U uzvojnicu stavimo željeznu jezgru, pa ju spojimo s galvanoskopom i pričekamo da se kazaljka postavi na 0. Zavrtimo zatim iznad uzvojnice magnet koji visi o koncu. Napravili smo najjednostavniji generator izmjenične struje.

Pribor: 1, 4 x 7, 10, 11, 16, 33, 34, papir, nit

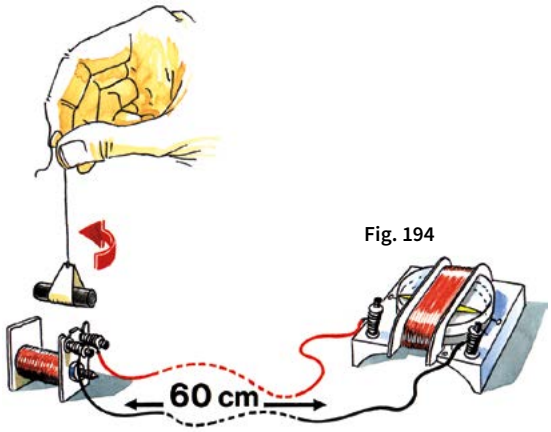


Fig. 194

150. STATOR ELEKTROMOTORA I GENERATORA.

Kod električnih mašina se onaj dio koji se ne pokreće zove stator. Izradit ćemo jedan takav stator. Na podlogu učvrstimo oba kraka statora. Između krakova stavimo magnet i učvrstimo
ga osovinom s navojem i dvije matice. Stator je izrađen. S pomoću kompasa možemo se uvjeriti da se između krakova prostire magnetsko polje. Strugotinama željeza možemo dokazati da teku magnetske silnice od jednog kraka prema drugom. (vidi pokus br. 41).

Pribor: 2 x 5, 4 x 6, 8, 10, 12, 15, 34

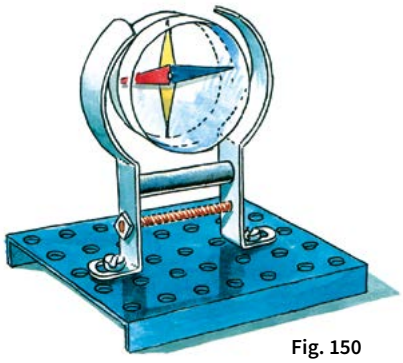


Fig. 150

151. ROTOR ELEKTROMOTORA I GENERATORA.

Rotor je ustvari uzvojnica podešena tako da se može okretati. Početak i kraj namotaja završavaju na poluvaljcima. Preko tih poluvaljaka koji se zovu kolektori, dovodimo rotoru struju ili mu je oduzimamo, već prema tome da li se radi o elektromotoru ili generatoru. Na kolektor sa svake strane naslanja se po jedna metalna opruga zvana četkica. Provjerimo s pomoću kompasa kako djeluje rotor!

I) rotor spojimo preko četkica s baterijom (slika 151);

II) s pomoću kompasa ustanovimo koji kraj rotora ima sjeverni a koji južni pol;

III) provjerimo da li se polovi kod punog okretaja rotora (360 stupnjeva) mijenjaju ili ostaju isti. Pažljivim promatranjem ustanovit ćemo da krajevi uzvojnice mijenjaju pol poslije svake polovice okretaja i to zahvaljujući kolektoru koji u određenom trenutku mijenja smjer struje. Nije teško ustanoviti da se smjer struje mijenja onda kad se uzvojnica rotora nalazi u vodoravnom položaju. U tom trenutku mijenjaju se i magnetski polovi rotora. Prejašnji sjeverni pol postaje južni i obratno.

Pribor: 3 x 5, 3 x 6, 2 x 7, 8, 19, 2 x 20, 21, 33, baterija

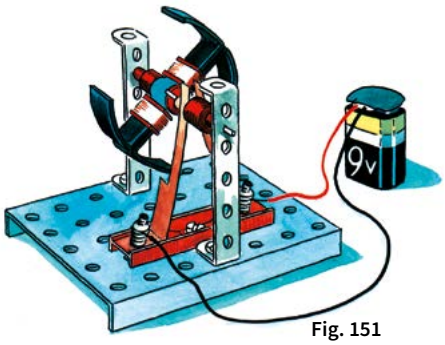


Fig. 151

152. ELEKTROMOTOR ZA ISTOSMJERNU STRUJU.

Pošto smo upoznali stator generatora (pokus br.150) i rotor generatora s četkicama (pokus br.151), možemo izraditi elektromotor za istosmjernu struju.

Najprije moramo sastaviti rotor s četkicama a zatim stator. Kad se uvjerimo da se rotor besprijekorno okreće i da se četkice naslanjaju na kolektor, spojimo elektromotor s baterijom.

Rotor počinje da se okreće. Iz početka polako a zatim sve brže i brže do punog broja okretaja koji iznosi od 2800 do 3000 u minuti. Mijenjajmo polove baterije!

Pribor: (151), 2 x 5, 4 x 6, 10, 12, 15

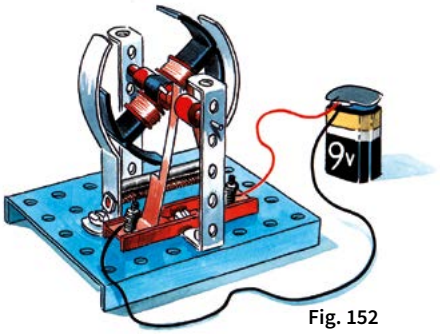


Fig. 152

153. GENERATOR ZA ISTOSMJERNU STRUJU.

Elektromotor iz pokusa br. 152 spojimo s galvanoskopom i rukom zavrtimo rotor elektromotora. Kazaljka galvanoskopa se otkloni. Zavrtimo ga u suprotnom smjeru. Kazaljka se otkloni u suprotnom smjeru. Elektromotor za istosmjernu struju može nam poslužiti kao što smo vidjeli i kao generator, kao stroj koji rađa istosmjernu struju.

Pribor: (152), 1, 2 x 7, 34

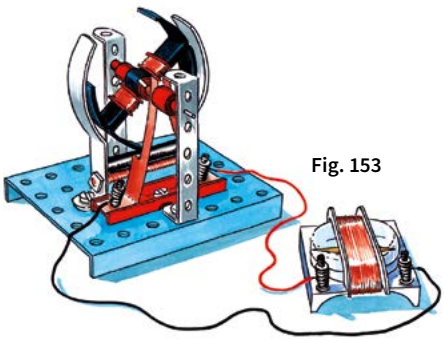


Fig. 153

POGOVOR

Time što smo izveli sve pokuse opisane u ovoj zbirci za nas nije kraj već početak rada. Pokusi koji su opisani čine prvi i vrlo važan korak u stjecanju znanja vlastitim iskustvom. Na to znanje lako je nadovezati znanje koje su stekli drugi, a koje se posreduje s pomoću knjiga, predavanja, radio i televizijskih emisija.

Stečeno znanje možeš dograditi sa:
GENIUS (153 poskusa sa področja elektrotehnike in 120 poskusa sa područja elektronike) - ART. E184

NAZIV SASTAVNIH DIJELOVA

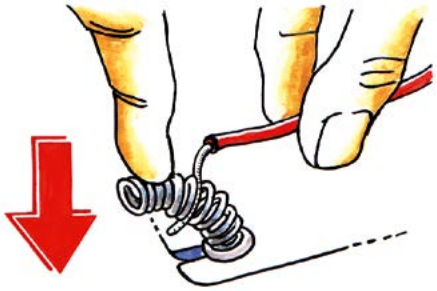
Broj	NAZIV SASTAVNIH DIJELOVA	Kom.
1	Galvanoskop	1
2	Mikrofon	1
3	Kutijica sa željeznim strugotinama	1
4	Kutijica za vijke i matice	1
5	Vijci M4 x 5	12
6	Matice	16
7	Opružna spojka	1
8	Plastično podnožje	8
9	Željezna šipka	1
10	Magnet	1
11	Uzvojnica	1
12	Osovina s navojem	1
13	Zvono	1
14	Stalak za žaruljicu	1
15	Stator (kraka statora)	1
16	Željezna jezgra	1
17	Omotač jezgre	1
18	Kotva	1
19	Rotor	1
20	Traka dva puta prirubljena 60 x 12 mm	2

Broj	NAZIV SASTAVNIH DIJELOVA	Kom.
21	Četkice	1
22	Slušalica	1
23	Pločica od cinka (Zn)	1
24	Pločica od bakra (Cu)	1
25	Vijak M4 x 20	1
26	Plastična pločica	1
27	Metalna pločica s plastičnom ručkom	1
28	Kutnik 25 x 25 mm	4
29	Traka dva puta prirubljena 38 x 12 mm	2
30	Otpornik (reostat)	1
31	Čekić za zvono	1
32	Ključ za matice sa izvijačem	2
33	Žica za spajanje	5
34	Kompas	1
35	Žaruljica 12 V/0,05 A	1
36	Bakarna žica	1
37	Žica od konstantana	1

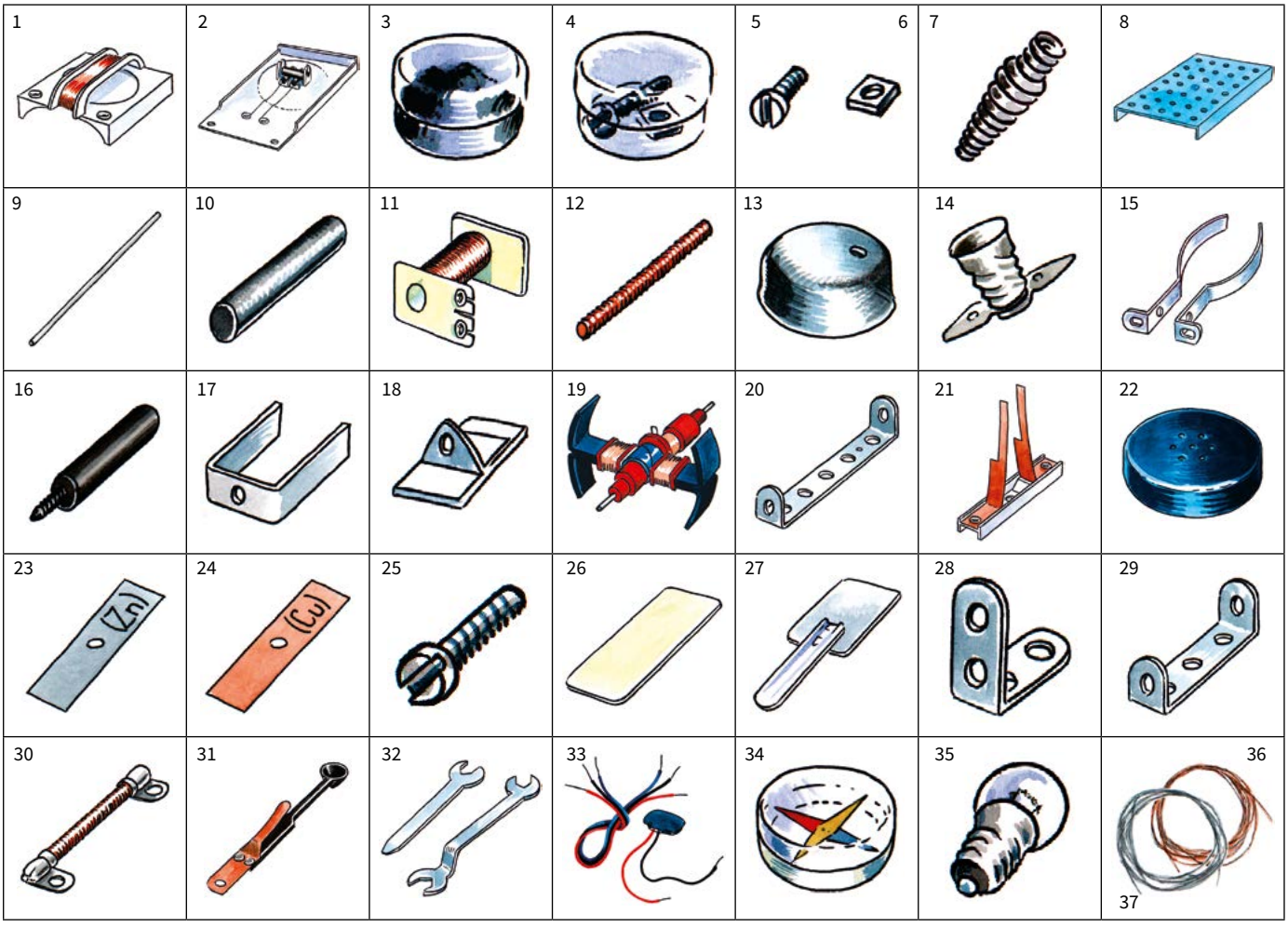


Umetnite opružnu spojku u osnovnu ploču.





Umetnite žicu u kontaktnu oprugu.



ELECTRO PIONEER

153 različita ekperimenta sa strujom i magnetizmom

Koristi jednu bateriju 9V ⎓ IEC 6LR61-9V ⎓ (nije uključena)

Proizvođač i vlasnik autorskih prava : Mehano d.o.o., Polje 9, Sl - 6310 Izola, Slovenija

SADRŽAJ

ELEKTROSTATIKA ..... 59 - 64
MAGNETIZAM ..... 64 - 69
BATERIJE I ELEMENTI ..... 69 - 75
ELEKTROMAGNETIZAM ..... 75 - 78
PRIMENA ELEKTROMAGNETA U INŽENJERSTVU ..... 78 - 81
GENERATORI I ELEKTROMOTORI ..... 81 - 82

PRAVA I OBAVEZE

Kupujući ovu knjigu, slažete se da ćete poštovati sva pravila o autorskim pravima u okviru ove delatnosti, te da ih nećete kršiti. Sadržaj ove knjige je zaštićen Zakonom o autorskim pravima. Ni jedan deo ove knjige se ne sme umnožavati ili prepisivati, fotokopirati ili prebacivati na bilo koji medij za pohranjivanje podataka bez prethodne eksplicitne pismene dozvole izdavača.
Svi eksperimenti opisani u ovoj knjizi su detaljno ispitani i isprobani. Štaviše, izdavač ne snosi odgovornost za bilo kakvu fizičku i/ili materijalnu štetu, ili povrede koje se dogode tokom vršenja eksperimenata opisanih u ovoj knjizi.

DRAGI MLADI ČITAOČE

Oduševljeni smo što si putem ove knjige ušao u očaravajući svet struje i nadamo se da ćeš uživati u eksperimentima. Međutim, ova oprema nije samo za uživanje. Radeći eksperimente i čitajući detaljna objašnjenja, takođe ćeš naučiti osnove o električnoj energiji što će ti predstavljati korisno iskorišteno vreme i pomoći će ti u stvarnim životnim situacijama.
Ne plaši se izvesti eksperiment. Rezultati eksperimenta su vredniji od hiljade mišljenja stručnjaka, stoga isprobaj sve svoje nove ideje. Ako ti eksperiment ne ide onako kako bi trebalo, nemoj odustati. Kada jednom otkriješ i rešiš problem naučićeš nešto novo i korisno što ćeš iskoristiti u izviđenju ostalih eksperimenata.
Svi priloženi eksperimenti iz ove knjige su napravljeni tako da se ne možeš povrediti ili naštetiti okolini osim što možeš zadobiti ogrebotine po prstima.
U knjizi su opisani brojni različiti eksperimenti. Neki su toliko jednostavni da ti objašnjenje nije potrebno. Drugi su komplikovani i možda nećeš moći odmah razumeti objašnjenje u potpunosti. Nakon ponavljanja i dubljeg razmišljanja, moći ćeš s lakoćom raditi i na najtežim eksperimentima. Kako bilo, ako ti eksperiment stvara veliku poteškoću i frustraciju preskoči ga i pokušaj ponovo nakon nekoliko dana.
Različitost eksperimenata pruža mogućnost da naučiš više o tome što radiš. Detaljni opisi i rad na eksperimentima dati u ovoj knjizi ti se mogu pomoći u radu u školi.

DRAGI RODITELJI!

Uz ovu knjigu zajedno sa svojim detetom ulazite u svet električne energije. Ako se i sami snalazite u ovoj nauci, pružite svom detetu podršku i inspiraciju. Ako je ovo sasvim novi svet za vas, ne oklevajte nego se priključite svom mladom naučniku. Svet električne energije je pun novina kako za mlade tako i za starije koji žele da uče.

PAŽNJA RODITELJIMA!

PRE NEGO DETE POČNE KORISTITI IGRAČKU, TREBALO BI DA PAŽLJIVO PROČITA UPUTSTVO I DA GA SLEDI.
SET JE NAMENJEN DEČACIMA I DEVOJČICAMA STARIJIM OD 9 GODINA.
IZ BEZBEDNOSNIH RAZLOGA, SVI EKSPERIMENTI SU DIZAJNIRANI TAKO DA RADE NA BATERIJE (9V BATERIJA IEC 6LR61)
ONE MOGU PODNETI SAMO EKSPERIMENTE PRECIZNO OBJAŠNJENE U UPUTSTVIMA.
PREPORUČUJE SE DA SE EKSPERIMENT IZVODIU U PRISUSTVU ODRASLIH.
ZADRŽITE OVA UPUTSTVA RADI DALJNE POTREBE.

UPOZORENJE

Ne koristiti baterije koje se pune (npr. Ni-Cd baterije)
Za napajanje igračke koristiti baterije istog ili ekvivalentnog kvaliteta kako je preporučeno.
Preporučujemo da koristite alkalne baterije.
Baterije moraju biti ubačene pravilno prema polaritetima.
Pri zameni baterije ne mešajte stare i nove baterije kao ni različite tipove baterija (npr. alkalne i cink carbon)
Baterije moraju menjati odrasle osobe.
Iskorišćene baterije ne ostavljati medju igračkama.
Ako se igračka ne koristi dugo izvaditi baterije.
Nemojte stavljati baterije u kontakt sa metalnim delovima koji mogu izazvati požar ili eksploziju.
Nikada ne pokusavajte da punite baterije koje nisu namenjene za punjenje.
Baterije koje su namenjene za punjenje moraju biti izvadjene iz igračke pre punjenja.
Baterije se mogu puniti samo pod nadzorom odrasle osobe.
Ne bacajte baterije u vatru. Potrošene baterije bacite u za to predvidjene kontejbere. Napajanje priključka nije dozvoljeno.
Boja izolacije električnih provodnika može da bude drugacija od boje prikazane na slikama u uputstvima.

UVOD

U ovoj zbirci je opisao 153 eksperimenata i teorijskih opisa. Za njihovo izvodjenje zbirka sadrži sve potrebne delove osim onih delova koje ima svako domaćinstvo.
Ti delovi su: Listovi papira, komadi papira, češalj, drvene olovke, čaša za vodu, igla, papir indikator, limenke/ aluminijumska folija, pamučne niti, nokti,šibice, karton, igla, konzerva, komadi stiropora, igla za pletenje (gvozdena), sveća, džepni nož,karta Evrope, drveni lenjir, papir, čekić, posuda za vodu, cork utikači, drvene daske, žice (gvozdene), kuhinjska so, pesak, mina za tehničku olovku 0.5 mm, ugljenik (ili ugljeni štap iz baterije), čelik 40x5mm, guma (elastika), džepni sat, fajl, konac, čaša za jogurt, novčić.
Zbirka je namenjena deci oba pola starijoj od 9 godina. Pogodna je kako za pojedinca tako i za timski rad i može se zuspešno koristiti u osnovnim školama iaoko je namenjena za vannastavne aktivnosti.
Ova zbirka se primenjuje i u đkolama u njihovim vannastavnim aktivnostima. Iz tog razloga opisani su neki eksperimenti za koje je potrebno nabaviti i dodatnu opremu i to:
St. 35 lampa 12V/0,05A navoj E10 (1 kom. Za test br. 87, 2 kom. Za eksperimente br. 89 i br. 90)
St. 14 postolje lampa E10x1 (1 kom za test br. 87, 2 kom. Za eksperimente br. 89 i br. 90)
St. 33 konektor za 9V baterije (1 kom za eksperimente br. 91, br. 110 i br 140, 2 kom. Za test br. 92).

OPŠTE INFORMACIJE

Svi delovi kolekcije su navedeni, numerisani i nacrtani na zadnjoj strani
Pre početka primene baterija mora imati napon od 9 V (IEC 6LR61)
U svakom eksperimentu sve komponente koje su potrebne za izvodjenje eksperimenata označene su brojevima po redusledu kako se koriste. To je korisno ako se delovi potraže, razvrstaju na stolu, pa tek onda sprovodi eksperiment. Nakon završetka eksperimenta sve delove treba vratiti na svoja mesta.

KAKO IZVODITI EKSPERIMENTE

Svaki eksperiment je označen serijskim brojem. Iako nije obaveznoi da se eksperiment izvodi po navedenom redu bolje je da se poštuje navedeno.
Redosled radnji predstavićemo na primeru električnog zvona opisanog pod rednim brojem 130/131. U tekstu su neophodni delovi označeni brojevima i možete sastaviti zvono. Slike i imena svih delova mogu se naći na str. 27 upustva i liste delova. U Vašem slučaju to su brojevi (5-6-7-8-11-12-13-16-17-25-28-31-33-itd)Prema ovim podacima Vi pripremite sledeće delove:

4 x 7 = klip opruga	12 = osa sa navojem	3 x 28 = ugao 25 x 25 mm
8 = plastični podmetač	13 = zvono	31 = čekić
6 x 5 = vijak	16 = gvozdeno jezgro	33 = žica za spajanje
13 x 6 = matica	17 = zaštita jezgra	
11 = kalem	25 = vijak	

• 2 x 5 znači da treba dve komponente br. 5
• (20) broj u zagradi znači da se koriste isti delovi kao u jos nekom eksperimentu (npr 20)
• List papira, češalj znači da ovi delovi nisu uključeni jer ih ima svako domaćinstvo

Primer: Sa vijkom i maticom pričvrstiš nosač na plastični podmetač, na to pričvrstiš gvozdeno jezgro sa zaštitom i postaviš kalem itd…Sve komponente moras postaviti tačno i precizno. Ako prvi pokušaj bude bez uspeha potrebno je odkloniti nedostatke. Poželjno je eksperimente u oblasti elektrostatike raditi pri suvom vremenu naročito zimi i suvim rukama.

Želimo Vam uspeha u eksperimentisanju...

ELEKTROSTATIKA

1. ELEKTRICITET IZ PAPIRA.

Uzmi list papira iz sveske i dobro ga osuši iznad šporeta, radijatora ili rešoa. Kada završiš stavi ga na svesku i zagladi ga rukom (sl.1) Zatim podigni papir levom rukom a zglobom na desnoj ruci priđi papiru s donje strane. Kao rezultat poleteće varnica elektriciteta od papira ka tvojoj ruci.

Potreban materijal: list papira iz sveske.

Fig. 1

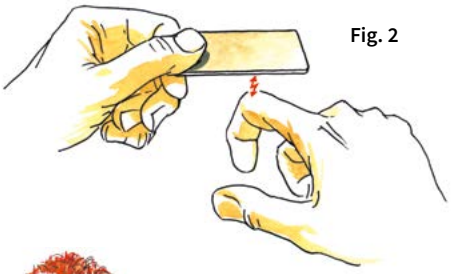


2. ELEKTRIČNA VARNICA - GROM.

Stavi komad plastike na rub stola i trljaj ga suvom rukom ili novinama. Zatim podigni tanjir i priđi mu zglobom na ruci (sl. 2). Električna varnica će preći sa tanjira na tvoj prst. Moći ćeš i čuti, osetiti pa čak i videti je u mraku. Varnica, koja je prešla sa plastike ili papira, u suštini nije različita od munje i groma. Jedina razlika je u činjenici da je u eksperimentu niskonaponska struja, dok je u munji struja ogromnog napona.

Potreban materijal: 26.

Fig. 2



3. ELEKTRICITET IZ VUNE.

Ako dugo hodaš po vunenom ili svilenom tepihu u cipelama sa gumenim đonom, tvoje telo će se napuniti elektricitetom. Ako zatim dotakneš cev za vodu ili bilo koji drugi metalni predmet povezan sa zemljom, električna varnica će poleteti sa tebe na taj predmet. Na isti način se naelektrišu češalj i kosa. Isto se događa kada miluješ mačije krzno ili skidaš sa sebe veš od sintetičkog materijala.

Sve ovo smeta, a problemi nastaju i na benzinskim pumpama uzrokovani trenjem benzina o crevo, ili u avionima gde elektricitet nastaje trenjem aviona o vazdušna strujanja.

Takve električne varnice mogu biti velika smetnja kako u papirnim ili gumenim podmetačima, tako i u onima u kojima se struja prenosi putem gumenih ili kožnih prenosnih pojaseva. Štaviše, nesreća sa diržablom Hidenburg je takođe bila uzrokovana malenom električnom varnicom.

Potreban materijal: češalj.

Fig. 3



Fig. 4



4. ELEKTROSTATIČNO „LJEPILO“.

Zimi, kada se prostorije zagrevaju, zagrej nad šporetom ili radijatorom veliki list iz novina, stavi ga na zid i jako ga protrljaj rukom. List će se spremno prilepiti za zid i ostati tamo neko vreme. Ovo se dešava jer se list trljanjem naelektrisao statičkim elektricitetom.

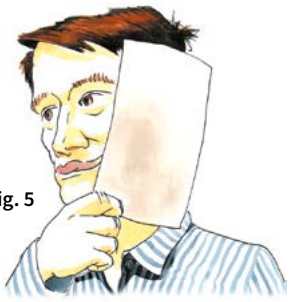
Potreban materijal: novinski list papira.

5. ELEKTRIČNA PAUČINA.

Nakon što zagriješ list papira nad šporetom ili radijatorom, stavi ga na svesku i protrljaj jako rukom kako je prikazano u eksperimentu br.1. Sada podigni list i primakni ga obrazu (sl.5). Osjetićeš kao da ti obraz dodiruje paučina. Papir si naelektrisao trljanjem, što je nakostriješilo dlake na tvom licu i podsetilo te na paučinu.

Potreban materijal: list papira iz sveske.

Fig. 5



6. NAELEKTRISANA TELA SE PRIVLAČE.

Stavi dve osmougaone drvene olovke unakrst i i gornjoj primakni komad plastikekoji si prethodno trljao suvim prstima ili novinom.Umesto te gornje olovke možeš koristiti lenjir ili neki sličan predmet. Svaki od upotrebljenih predmeta će biti privučen naelektrisanom plastikom.

Već 600 prije Hrista, stari Grci su otkrili da amber (grč: elektron) privlači lagane predmete ako su bili protrljani rukom ili nekim materijalom. Odatle je i postao izraz elektricitet. Danas se plastika koristi umesto skupog ambera. Isto tako se i papir može naelektrisati ako se dobro osuši ili protrlja. Kasniji eksperimenti će pokazati da trljanjem, oba predmeta koja smo trljali kao i ona koja smo koristili da trljamo , postaju naelektrisana.

Potreban materijal: 26, 2 olovke.

Fig. 6

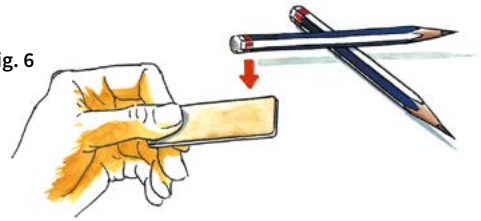
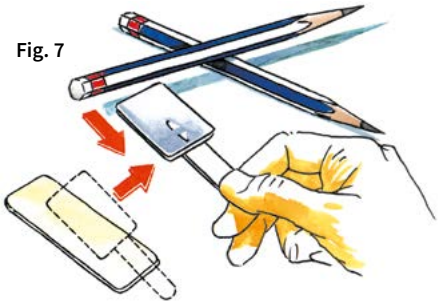


Fig. 7



7. GLATKI METALI MOGU BITI NAELEKTRISANI.

Stavi dve osmougaone drvene olovke unakrst kao što je opisano u prethodnom eksperimentu. Uzmi metalnu špahtlicu pričvršćenau na plastičnu ručku. Trljaj je o komad plastike držeći za plastičnu ručku a onda je primakni gornjoj olovci. Naelektrisana metalna špahtla će privući olovku.

Kao što vidiš, glatki metali se mogu naelektrisati trljanjem. Kasnije ćeš saznati zašto je metalna špahtla fiksirana za plastičnu ručku.

Potreban materijal: 26, 27, 2 olovke.

8. NAELEKTRISANA TELA ODBIJAJU NENAELEKTRISANA.

Stavi dve drvene olovke na plastično postolje kao što je prikazano na sl.8. Zatim gornjoj olovci primakni naelektrisanu metalnu špahtlu. Špahtla će privlačiti olovku. Ako tu istu špahtlu ponovo naelektrišemo, ona će, međutim, odbijati olovku. Svi prethodni eksperimenti su dokazali da naelektrisana tela privlače nenaelektrisana; ipak, sada možeš videti da se u određenim slučajevima oni mogu i odbijati.

Potreban materijal: 8, 26, 27, 2 olovke.

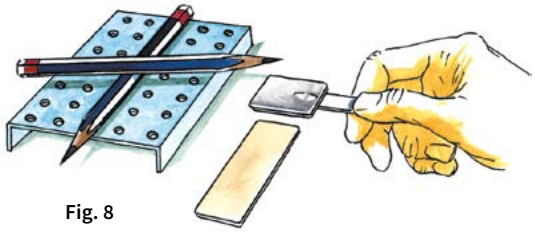


Fig. 8

9. NAELEKTRISANO TELO U BLIZINI MLAZA VODE.

Stavi naelektrisani komad plastike u blizinu slabog malza vode (sl.9). Komad plastike će i privlačiti i raspršivati mlaz.

Potreban materijal: 26, čaša vode.

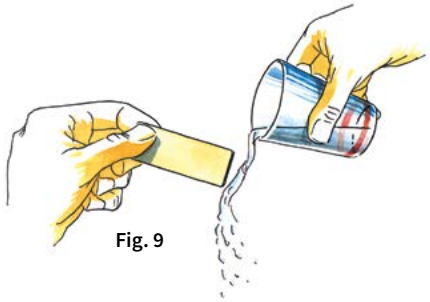


Fig. 9

10. KADA SE NAELEKTRISANA TELA PRIVLAČE A KADA SE ODBIJAJU?

U ovom eksperimentu bi trebalo pratiti sledeću proceduru:

1. Trljaj komad metala o komad plastike.
2. Stavi naelektrisani komad plastike na aluminijumsko zvono koje se može slobodno kretati.
3. primakni komadu plastike naelektrisanu metalnu špahtlu i videćeš da se plastika i špahtla privlače.
4. Prođi po ručki metalne špahtle kroz prste ili protrljaj papirom, zatim prinesi komadu plastike i videćeš da se odbijaju.

Ovaj eksperiment dokazuje da se naelektrisanja različitog polariteta mogu ili privlačiti ili odbijati.

Potreban materijal: 13, 26, 27.

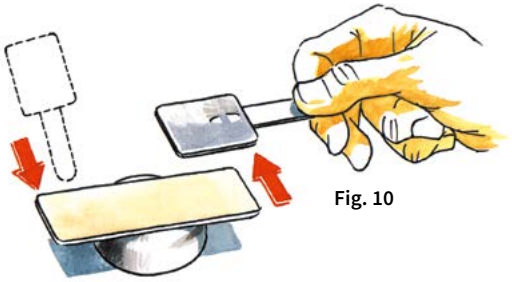


Fig. 10

11. PROSTI ELEKTROSKOP.

Koristeći se delovima ovog seta pokušaj sastaviti prosti elektroskop. Sa sl.11 možeš videti kako pojedinačne delove treba sastaviti. Na plastičnoj osnovi se nalazi železni stalak sa laganim pokazivačem napravljenim od komada papira veličine 140x12mm. Igla koja prolazi kroz pokazivač malo iznad njegovog težišta služi kao osovina. Elektroskop je savršen ako mu je pokazivač vertikalan, a u slučaju bilo kakvog ugibanja lagano oscilira.

Potreban materijal: 3 x 5, 3 x 6, 8, 20, 2 x 28, 29, igla, pokazivač.

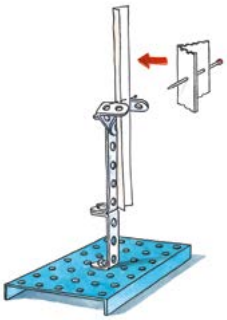


Fig. 11

12. NAELEKTRISANA PLASTIKA PRIVLAČI POKAZIVAČ NA ELEKTROSKOPU.

Suvim prstima prođi po komadu plastike, ili je protrljaj papirom, zatim je prinesi pokazivaču elektroskopa (sl.12). Plastika će privući pokazivač. Isti eksperiment se može napraviti sa češljem, komadom stakla ili pečatnim voskom kada ga protrljamo tkaninom. Sva ova i mnoga druga tijela, ako su bila protrljana, privlače pokazivač elektroskopa. Trljanjem se tela naelektrsišu.

Potreban materijal: (11), 26.

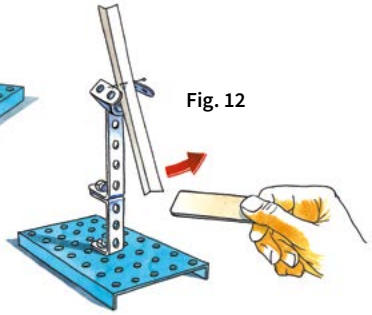


Fig. 12

13. NAELEKTRISANA METALNA ŠPAHTLA PRIVLAČI POKAZIVAČ ELEKTROSKOPA.

Ponovi eksperiment br.12, ali ovaj put nemoj trljati plastiku rukom nego o metalnu špahtlu pričvršćenu za plastičnu ručku. Kada primakneš metalnu špahtlu pokazivaču elektroskopa , ona ga privlači. Zatim omotaj metalnu špahtlu komadom papira ili tkanine i trljaj o plastiku. Trljajućiih, papir, tkanina i druga tela postaju naelektrisana. Ovi eksperimenti pokazuju da oba tela - i ono koje smo trljali i ono kojim smo trljali - postaju naelektrisana.

Potreban materijal: (11), 26, 27, komad papira ili tkanine.

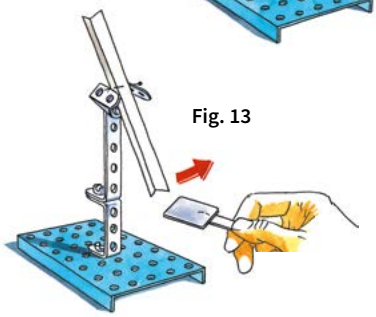


Fig. 13

14. PUNJENJE ELEKTROSKOPA ELEKTRICITETOM.

Stavi komad plastike na rub stola, , protrljaj ga metalnom špahtlom lagano je pritišćući, a zatim njom dotakni stalak na elektroskopu (sl.14). Pokazivač će se pomeriti i ostati u tom položaju. Ako ovo ponoviš nekoliko puta, pomeranje pokazivača će se povećavati zahvaljujući povećanju naelektrisanja.

Potreban materijal: (11), 26, 27.

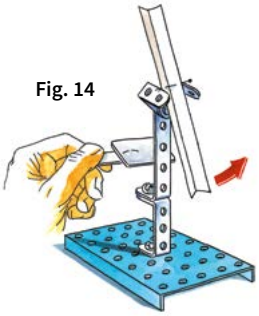


Fig. 14

15. PRAŽNJENJE ELEKTROSKOPA.

Dodirni prstom naelektrisani stalak elektroskopa (sl.15) i pokazivač će se vratiti u početni položaj. Elektroni koji su prošli tvojim telom u zemlju ili možda u suprotnom smeru. Prethodni eksperimenti su pokazali da se tela naelektrišu ako ih trljamo o plastiku. Da li će i tvoje ruke biti naelektrisane?

Potreban materijal: (11).

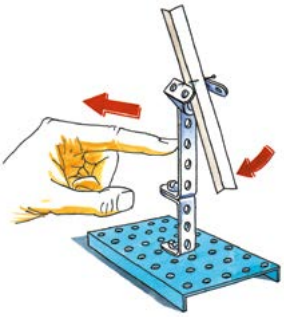


Fig. 15

16. PROGRESIVNO PUNJENJE ELEKTROSKOPA.

1. Stavi komad palstike na rub stola i protrljaj ga suvom rukom ili papirom.
2. Stavi metalnu špahtlu sa plastičnom ručkom na komad plastike.
3. Pre nego digneš metalnu špahtlu, dodirni je prstom.
4. Zatim, metalnom špahtlom dodirni stalak na elektroskopu. Pokazivač će se pomeriti.

Ako ponoviš korake 2,3 i 4, skretanje pokazivača će se povećati zahvaljujući tome što se naelektrisanje povećava.

Potreban materijal: (11), 26, 27.

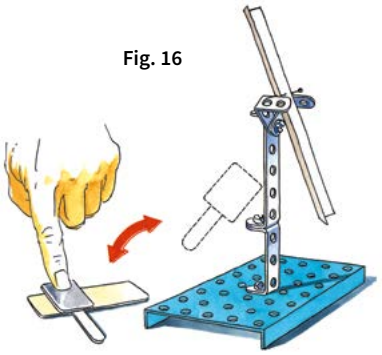


Fig. 16

17. PROGRESIVNO PRAŽNJENJE ELEKTROSKOPA.

Sledeći proceduru prethodnog eksperimenta, napuni elektroskop elektroforusom. Kada se elektroskop napuni, dodirni ga metalnom špahtlom. Pokazivač će malo pasti. Ako metalnu špahtlu dovedeš u kontakt sa svojim telom pa sa pokazivačem na elektroskopu uzastopno, pokazivač će više i više padati.

Potreban materijal: (11), 26, 27.

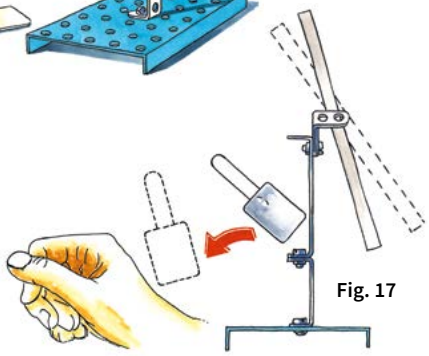


Fig. 17

18. PROVODNICI I IZOLATORI.

Napuni elektroskop elektroforusom (vidi eksperiment br. 16), zatim stalak na elektroskopu dodirni ručkom od metalne špahtle, olovkom, komadom papira, bakarnom pločicom ili nekim drugim delo iz seta.. Šta uočavaš? U dodiru sa plastikom, suvim staklom, porcelanom, pečatnim voskom, parafinskim voskom itd. pokazivač na elektroskopu se uopšte ne miče. Shodno tome, svi pomenuti materijali su izolatori.

Međutim, metali su odlični provodnici kao i tvoje telo, olovka, vlažan papir itd.

Potreban materijal: (11), 24, 26, 27, različiti predmeti.

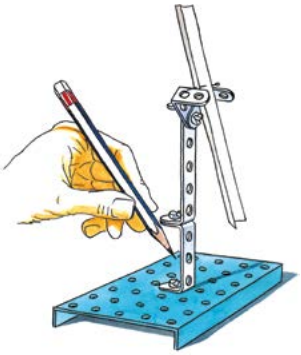


Fig. 18

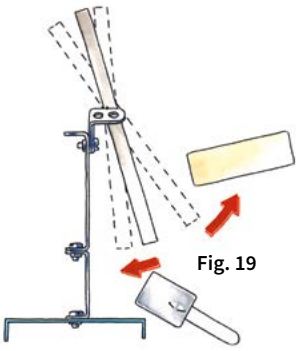


Fig. 19

19. POZITIVNO I NEGATIVNO NAELEKTRISANJE.

Naelektriši elektroskop pomoću elektroforusa i pokazivaču prinesi metalnu špahtlu korištenu pri punjenju elektroskopa (sl.19). Pokazivač će se pomeriti. Međutim ako pokazivaču prineseš plastiku, ona će ga privući. Ovo dokazuje da tela mogu imati različita naelektrisanja. U tvom slučaju metal i elektroskop su napunjeni pozitivnim naelektrisanjem, dok je plastika naelektrisana negativno.

Tela istog naelektrisanja se odbijaju, dok se suprotno naelektrisana tela privlače.

Potreban materijal: (11), 26, 27.

20. ELEKTRIČNO KLATNO.

Pokušaj napraviti električno klatno koje će ti omogućiti veoma poučne eksperimente. Sastoji se od zvona od stiropora (1), pamučne niti (2), vertikalne papirne čaure (3), zgloba (4), i horizontalne papirne čaure (5). Ako ti je sferno jezgro nedostupno, možeš koristiti celofan. Omotaj komad celofana 5x3cm oko olovke, pritisni s prednje strane i pričvrstga za pamučni ili najlonski konac. Da napraviš potrebne papirne čaure (90mm), uzmi list papira iz sveske i preseci ga dužinom na dva jednaka dela (90x100mm). Svaki od komada namaži lepilom pa ga nežno omotaj oko gvozdene šipke iz seta. Da se čaura ne bi odlepila zaštiti je elastičnom ili lepljivom trakom. Prije nego se lepilo sasvim osuši skini čauru sa šipke i pričvrsti je za plastično postolje šarafom sa duplim navojem. Zglob ćeš napraviti tako što ćeš saviti ekser ili žicu odgovarajuće debljine pod pravim uglom.

Potreban materijal: 2 x 6, 8, 9, 12, papir, celofan ili alu-folija, pamučni konac, gvozdena žica.

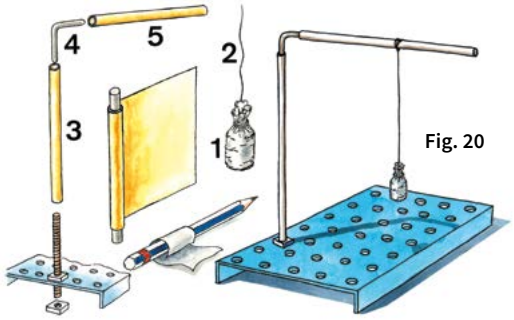


Fig. 20

21. EKSPERIMENT SA ELEKTRIČNIM KLATNOM.

1. naelektrisanu plastičnu pločicu prinesi električnom klatnu. Plastika će privući sferno jezgro samo da bi ga odmah nakon toga odbila; tako da gha nećeš moći uhvatiti plastikom.
2. Dodirni rukom sferno jezgro i prinesi mu naelektrisanu metalnu špahtlu. Ona će privući sferno jezgro samo da bi ga odmah zatim snađno odbila.

Koje je objašnjenje za pomenuti fenomen?

Plastika je negativno naelektrisana. Upravo iz tog razloga ona privlači sferno jezgro a zatim ga odbija. Metalna špahtla je naelektrisanapozitivno. Kontaktom sa sfernim jezgrom, ono takođe postiže pozitivno naelektrisanje i zbog toga se odbija.

Navedene činjenice nas vode ka zaključku da se tela sa istopolniom naelektrisanjem odbijaju.

Potreban materijal: (20), 26, 27.

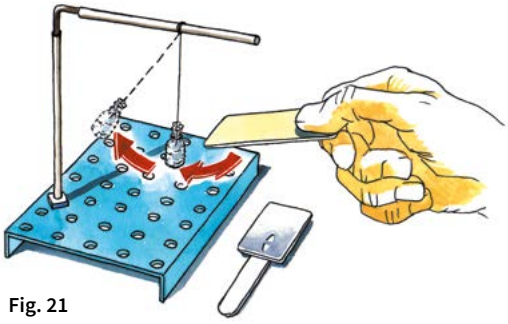


Fig. 21

22. NAELEKTRISANA TELA SUPROTNOG POLA SE PRIVLAČE.

Ovaj eksperiment zahteva dva klatna. Prvi se montira na plastično postolje, a drugi na aluminijumsko zvono. Drži klatna razdvojena i naelektriši ih suprotnim polovima. Smanjujući razmak između klatna, uočićeš da se sferna jezgra privlače. Akose, pak, dodirnu punjenje se izjednačava. Ovo nas vodi ka dva zaključka:

1.Suprotnopolna naelektrisanja se privlače.

2.Pozitivna i negativna naelektrisanja jednake jačine se izjednačavaju.

Potreban materijal: (20), 6, 13, 25, 26, 27, papir, alu-folija, konac.

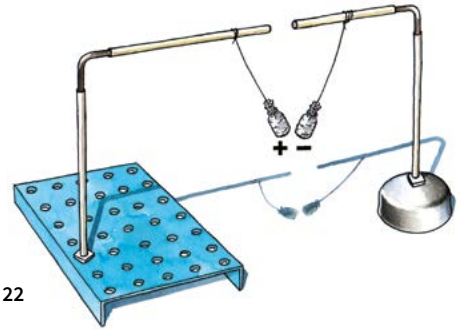


Fig. 22

23. LISNI ELEKTROSKOP.

Naredni eksperimenti sa statičkim elektricitetom zahtevaju osetljivije instrumente. Stoga, sledeći ove instrukcije, možeš napraviti lisni elektroskop:
1. Upotrebi šaraf i maticu da pričvrstiš držač 60x12mm u centar plastične osnove (9).
2. Zatim, uzmi drugi šaraf i maticu da učvrstiš aluminijumsko zvono na slobodan kraj držača, ali ostavi 10mm šarafa da viri iz zvona. Tu treba staviti čauru od umotanog celofana 90mm. Kako se pravi čaura je opisano u eksperimentu br. 20. Gornji deo čaure služi da drži dva nosača od gole bakarne žice 0,3mm. Nosač je pravougaonog oblika, dužine 10mm a širine 5mm, napravljen tako da ne bude fiksiran za čauru. Listići elektroskopa bi trebalo da budu papirići veličine 8x70mm. Pričvršćeni su za nosač kao što se može videti na sl. 23 (desno). Strelica pokazuje gde se listići trebaju uglaviti.

Potreban materijal: 5, 2 x 6, 8, 13, 20, 25, 36, papir, alu-folija.

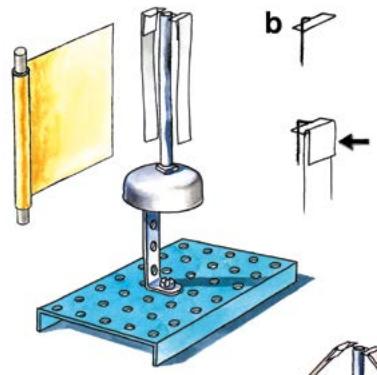


Fig. 23

24. ELEKTRICITET IZ KUTIJE ZA ŠIBICE.

Stavi metalnu špahtlu u kutiju od šibica i držeći za plastičnu ručku trljaj o komad plastike. Kada dohvatiš elektroskop prstom, listići se primaknu. Zatim umotaj plastiku u papir, tkaninu, krzno itde, i probaj je naelektrisati trljanjem o komad plastike.
Na kraju pokušaj naelektrisati komad stakla trljajući ga o svilu ili vunu.

Potreban materijal: (23), 26, 27, kutija od šibica.



Fig. 24

25. KAPACITET.

Jedan kraj ručke metalne špahtle omotaj celofanom i dobićeš dve metalne špahtle: veliku i malu na istoj izolovanoj ručki (sl.25).
Dalje sledi uputstva iz eksperimenta br. 16 da bi naelektrisao elektroskop do potpune defleksije. Kada dohvatiš naelektrisani elektroskop malom metalnom špahtlom sa celofanom, ugao između elektroskopskih listića će se smanjiti. Zatim uzmi istu metalnu špahtlu i dodiruj naizmenično svoje telo i elektroskop sve dok se listići skoro sasvim ne sastave.
Kasnije dopuni elektroskop i ponovi ovaj eksperiment koristeći veliku metalnu špahtlu. Koja metalna špahtla ima veći kapacitet?

Potreban materijal: (23), 26, 27, alu-folija.

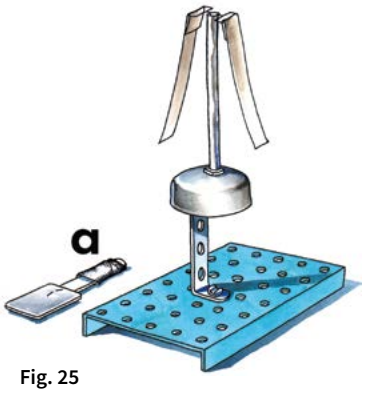


Fig. 25

26. JONIZACIJA VAZDUHA.

1. Naelektriši elektroskop do potpune defleksije oba listića i uoči vreme koje oni budu u refleksiji. Po suvom vremenu, naročito zimi, listići ostaju u razmaknuti po nekoliko sati, što nam dokazuje da je vreme dobar izolator. Po vlažnom vremenu, međutim, listići se ubrzo vrate u prvobitni položaj.
2. Dopuni elektroskop i pažljivo (tako da se listići ne zapale) prinesi zapaljenu šibicu. Momentalno se listići primiču. Ovo je rezultat činjenice da se pod uticajem toplote molekuli vazduha kreću takvom brzinom koja je recipročna jonizaciji; drugim rečima, molekuli se pune ili prazne statičkim elektricitetom pomoću elektrona.
Vazduh podleže jonizaciji ali je takav, jonizovan vazduh loš izolator. Zbog toga se često munja pretvori u vatru.

Potreban materijal: (23), 26, 27, šibice.



Fig. 26

27. ELEKTROSTATIČKO POLJE.

Izreži komad kartona srednje debljine iste veličine kao što je komad plastike iz tvog seta. Stavi ga na kraj stola i pokrij ga komadom plastike. Ako komad plastike trljaš papirom ili suvom rukom i onda ga podigneš, šta uočavaš?
Podižući komad plastike, podižeš i karton, premda je on prilično teži.
Zahvaljujući trljanju komad plastike je stekao negativno punjenje, dok je karton, pod utiocajem negativnog punjenja, postao pozitivno naelektrisan. U principu, potitivno i negativno naelektrisanje se privlače.Jačina privlačenja može biti prilična i oseti se tek kada se dva komada razdvajaju (sl.27). Polje između oba komada je poznato kao elektrostatičko polje.

Potreban materijal: 26, komad kartona.

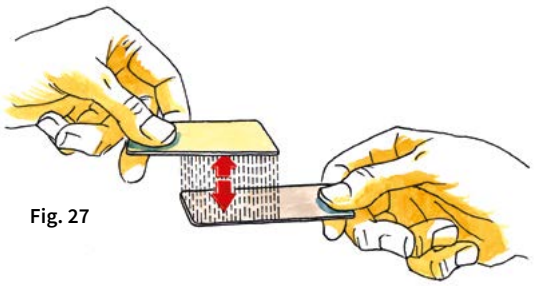


Fig. 27

28. ELEKTRIČNA MREŽA SILE.

Stavi komad kartona na kraj stola tako što je pod kartonom podugačak komad konca. Komad kartona pokrij plastikom i protrljaj je rukom ili papirom. Jednom rukom zadrži karton na stolu a drugom podigni plastiku na visinu 6-8mm iznad. Uočićeš određeni otpor. Osim toga, krajevi konca se podižu za plastikom. To je zbog činjenice da se elektrostatičko polje između dva predmeta sastoji iz nevidljive mreže sile, čiji pravac pokazuju niti konca koje su se podigle.

Potreban materijal: 26, komad kartona, konac.



Fig. 28

29. KONDENZATOR.

Postavi naelektrisani komad plastike na ivicu stola i iznad njega stavi elektroskop. Listići elektroskopa se ne miču iako je plastika naelektrisana. Zašto? Plastika je negativno naelektrisana. Kao posljedica, u odnosu sa plastikom sto je postao pozitivno naelektrisan. Podižući plastiku zajedno sa elektroskopom za 8-9cm u visinu iznad stola, njegovo pozitivno naelektrisanje slabi, negativno punjenje plastike preovladava, zbog toga se listići elektroskopa šire. Pozitivno punjenje stola i negativno punjenje plastike predstavljaju kondenzator. Princip kondenzatora je takođe spomenut u eksperimentima br. 27 i 28.

Potreban materijal: (23), 26, 27.

Fig. 29

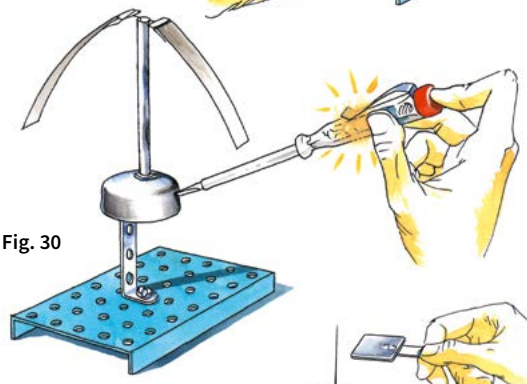


30. OTKRIVANJE POLARITETA BRIFEROM.

Dodirni negativno naelektrisan listić elektroskopa briferom. Listići se primiču i jedna od elektroda na briferu se pali. Kada je elektroskop pozitivno naelektrisan, druga elektroda na briferu se pali. Briferi se koriste za ispitivanje voltaže u mrežnom napajanju. u slučaju kada je brifer povezan sa mrežnim napajanjem, obje elektrode se pale zbog naizmenične struje. Napomena: eksperiment izvoditi u mračnoj prostoriji.

Potreban materijal: (23), 26, 27, brifer (nije uključen).

Fig. 30



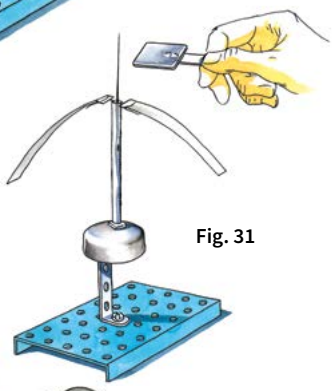
31. EFEKAT IGLE.

Pričvrsti iglu za elektroskop i, bez dodirivanja, prinesi mu metalnu špahtlu pozitivno naelektrisanu. Listići elektroskopa će se, iako ga nisi dodirnuo, deflektovati. Zatim skloni metalnu špahtlu a prinesi iglu (bez dodirivanja) vrhom druge igle koju držiš u ruci. Elektroskop se postepeno prazni, samo ako nema kontakta između vrhova dve igle. Očigledno ju da elektroni prolaze iz jednog tela u drugo preko vrha igle.

Uopšteno, ovakve igle mogu rešiti različite probleme u tehnici. Koriste se u fabrikama papira da uzemlje statički elektricitet koji se stvara zbog trenja papira i uzrokuje slepljivanje listova papira. Nadalje se koriste da se sa aviona ukloni statički elektricitet koji raste trenjem o vazdušne struje, kao i sa remenja; a još služe kao gromobran.

Potreban materijal: (23), 26, 27, igla.

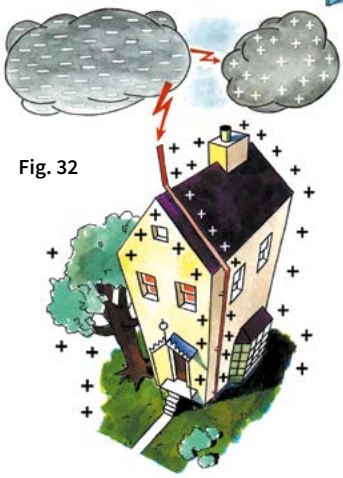
Fig. 31



32. GROMOBRAN.

Gromobran se sastoji iz gvozdene šipke sa šiljkom na vrhu. Tu je i debela bakarna žica ili traka od pocinčanog lima od vrha do zemlje , gdje se veže za veću metalnu mrežu. Kada se oblak nabijen statičkim elektricitetom približi zgradi/objektu, ona se zbog indukcije, takođe puni elektricitetom. Ako je oblak pozitivno naelektrisan, objekat je negativan, i obrnuto. Ovo je veoma jako električno polje (kondenzator) između objekta i oblaka. Zahvaljujući vrhu gromobrana elektroni prolaze iz oblaka u munju i obrnuto. Zbog toga se elektricitet izjednačava i opasnost od groma je izbegnuta. Ako grom ipak udari, udariće u gromobran a ne u objekat. Zbog toga su veliki objekti/zgrade opremljeni.

Fig. 32



33. FARADEJEV KAVEZ.

Jedna antička priča govori o kralju neke daleke zemlje kome su vile na rođenju kćerke predskazale da će ona umreti na svoj šesnaesti rođendan. Kako se taj dan primicao, kralj je napravio i zaštitio dvorac na koji se jedino moglo doći preko pokretnog mosta. Sve do svog šesnaestog rođendana, princeza je u dvorcu živela sa svojim slugama. Pa ipak, na njen 16. rođendan nebo se iznenada zamračilo i počelo je grmiti i sevati. Grom je pogodio dvorac uz strašnu buku i ubio princezu. To se desilo nekada davno.

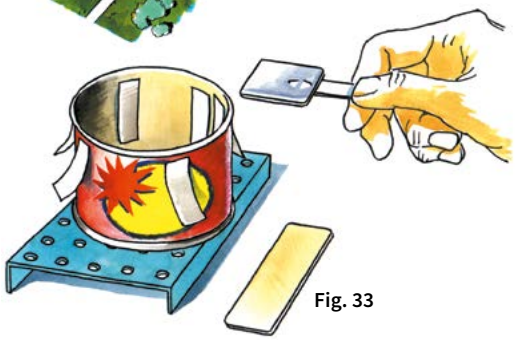
Ali da li je moguće danas zaštititi zgrade od groma? Da. Mogu biti zaštićene ili gromobranom ili tzv. Faradejevim kavezom, koji je čak pouzdaniji. Naredni eksperiment će nam objasniti kako radi.

Stavi manju limenu konzervu (staru limenku ili aluminijumsku šoljicu) na plastično postolje i zalepi par papirnih trakica (na sl.33 su pokazana samo dva) sa unutrašnje i vanjske strane zida konzerve. Zatim dodirni posudu (kavez) naelektrisanom metalnom špahtlom. Vanjske papirne trakice će se uviti, dok se unutrašnje neće pomeriti. Čak i ako se posuda iznova naelektriše, ostaje neutralna. Isto će se dogoditi ako se posuda probuši na nekoliko mjesta , ili ako se umjesto konzerve koristi žičana korpica. Ako se ista žičana mreža koristi u oblaganju zgrade, onda će zgrada biti zaštićena od groma.

Faradejev kavez se posebno koristi za zaštitu magacina municije.

Potreban materijal: 8, 26, 27, metalna posuda, papir.

Fig. 33



34. NEKOLIKO DODATNIH EKSPERIMENATA.

Žiletom preseci nekoliko kuglica starijeg jezgra, stavi ih na sto i primakni im naelektrisanu špahtlu. Kuglice će živahno skočiti sa stola. Umjesto kuglica iz jezgra, možeš koristiti male papirne rolne.

Potreban materijal: 26, 27, papir, kuglice starijeg jezgra ili izmrvljen stiropor (nije uključen).

Fig. 34



35. MOLEKULI, ATOMI, ELEKTRONI.

Cela priroda se satoji iz molekula i atoma. Atom je najmanja jedinica nekog elementa. Do sada nauka poznaje 118 elemenata od kojih su 92 neutralna. Ostale je stvorio čovjek. Premda atomi pojedinačnih elemenata mnogo variraju, imaju neke zajedničke osobine u smislu strukture i veličine. Svaki se atom sastoji iz krupnog i teškog jezgra, koji je okružen neprestanim kretanjem većeg ili manjeg broja laganih elektrona. Najjednostavniji je atom hidrogena (sl.35 levo). Sastoji se iz malog nukleusa, oko kojeg kruži jedan elektron (e), kao što Mjesec kruži oko Zemlje. Drugi je helijum (sl.35 u sredini). Atom helijuma se sastoji iz većeg nukleusa , oko kojeg kruže dva elektrona. Nukleus litijuma je okružen sa 3 elektrona, nukleus željeza sa 26, zlata sa 79, olovo sa 82, i nukleus uranijuma sa 92 elektrona sa različitim međurazmacima. U atomima elektroni su usmereni na nukleus potpuno isto kao išto je Mesec usmeren ka Zemlji, a Zemlja ka Suncu. U pojedinim telima atom može izgubiti neke elektrone. Zbog gubljenja elektrona, tela postaju pozitivno naelektrisana, dok su ona tela, u kojima atomi dobijaju nove elektrone, negativno naelektrisana.

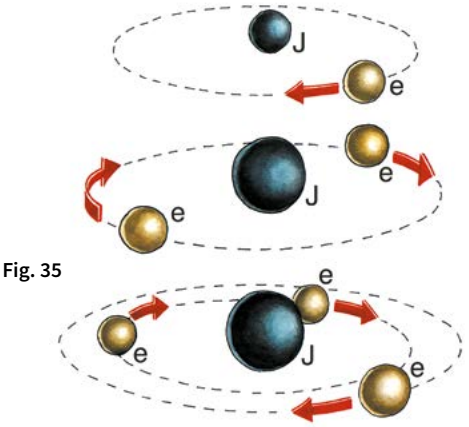


Fig. 35

MAGNETIZAM

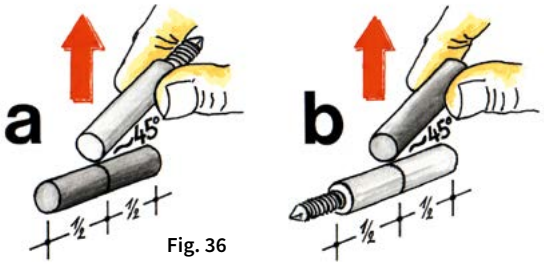
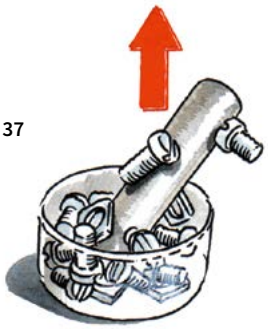


Fig. 36

36. TAJNE MAGNETIZMA.

Set sadrži dve masivne cilindrične šipke od kojih jedna završava navojem. Bez dodavanja bilo kojeg drugog predmeta , ovaj eksperiment će pokazati:
1. koji je od dva predmeta magnet a koji samo gvožđe;
2. da li magnet privlači gvožđe i obrnuto.
Eksperiment se može uraditi na sledeći način: jedan od dva predmeta stavi na sto i, dodirujući ga drugim predmetom negde na sredini, pokušaj podići prvi, kao što je prikazano na sl. 36. Ako uspeš podići onaj koji leži na stolu, onaj drugi u tvojoj ruci je magnet. Ako, naprotiv, onaj koji leži na stolu tamo i ostane, onda je on magnet. Kasnije ćemo objasniti zašto je tako.
Eksperimenti pokazuju da ne samo magnet privlači gvožđe, nego isto tako i gvožđe privlači magnet. Dakle, oni se recipročno privlače.
Potreban materijal: 10, 16.


Fig. 37

37. MAGNET.

Stari Grci su pronašli jednu rudu u blizini grada Magnezija u Maloj Aziji koji je imao moć da privlači komadiće gvožđa. Legenda isto tako kaže da je komadiće te rude privlačila pastirska vabilica sa gvozdenim vrhom. Ova je ruda nazvana magnetit a sila privlačenja- magnetizam. Kako će se kasnije i pokazati, ovakav prirodni magnet će služiti u pravljenju veštačkog magneta. Ovaj set sadrži veštački magnet , iako nije napravljen od magnetita nego od električne energije. Koristeći ovaj magnet, sve šarafe i matice iz seta, kao i mnoge druge gvozdene predmete, možeš podići.
Potreban materijal: 5, 6, 10.

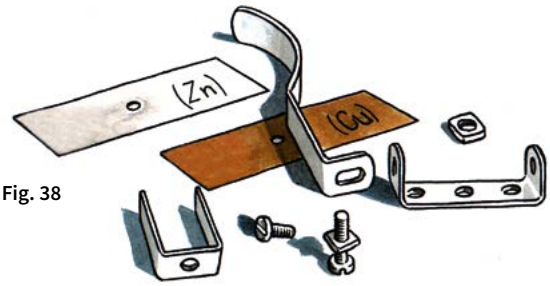


Fig. 38

38. DA LI MAGNET PRIVLAČI SAMO GVOZDENE PREDMETE?

Poredaj različite metalne predmete iz seta po stolu i pokušaj ih podići uz pomoć magneta. Koje predmete moćeš podići?
Moguće je podići sve predmete od gvožđa, npr. šarafe, matice, eksere, lisnate komadiće gvožđa, dok predmeti od cinka, bakra ili olova neće biti privučeni magnetom. Privlačna snaga magneta je najveća u slučaju tzv. magnetske legure, kao što su AlNi i AlNiCo. Magnet iz seta je napravljen od legure AlNiCo (aluminijum, nikl, kobalt).
Pripomočki: 5, 6, 10, 23, 24, kovinski predmeti.

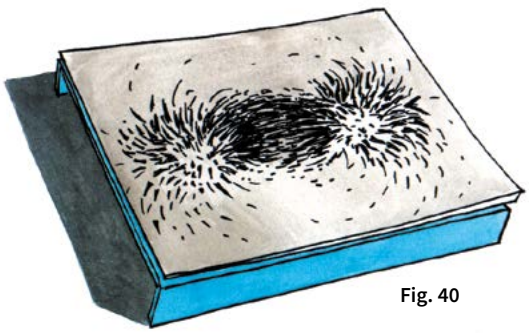

Fig. 39

39. MAGNET IMA DVA POLA.

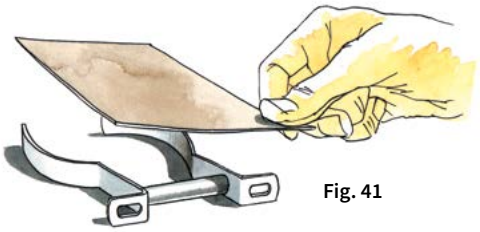
Pospi list papira sitnim komadićima gvožđa, uroni magnet u njega i zatim ga odmah izvadi. Komadići će se uhvatiti za magnet, ali se ipak neće jednako rasporediti po celoj dužini. Krajevi, na kojima je magnetna privlačnost najjača, se zovu polovi. Svaki magnet ima dva pola. Ako je namagnetisanost tu najjača, na sredini magneta ona iznosi nula. Možeš li sada da rešiš zagonetku iz eksperimenta br. 36?
Potreban materijal: 3, 10, komad papira.

40. MAGNETNO POLJE.

Stavi magnet ispod plastične osnove pokrivene komadom kartona 9,5 x 7cm. Zatim, pospi komadiće gvožđa po kartonu i lagano ga potapkaj olovkom. Komadići će obrazovati linije koje se šire iz jednog pola u svim pravcima i koji formiraju manje ili veće krivine prema drugom polu. Ti komadići će se skupljati duž nevidljive linije sile.
1. Ponovi eksperiment tako što karton podižeš 2-3cm. Sada se takođe komadići gvožđa skupljaju dužinom magnetnih linija sile.

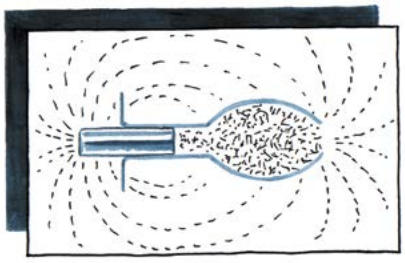

Fig. 40

2. Ponovi eksperiment, ali magnet postavi vertikalno. U ovom slučaju će komadići gvožđa postići pravilan oblik.
Zaključak: Područje oko magneta pokriveno je magnetnim linijama sile. Oni obrazuju magnetno polje koje je najjače oko oba pola.
Potreban materijal: 3, 8, 10, karton.


Fig. 41

41. MAGNETNO POLJE IZMEĐU RAZLIČITIH POLOVA.

Stavi magnet na sto i na svaki kraj mu dodaj stator laminations kao što je prikazano na sl. 41. Pokrij ga kartonom, pospi komadićima gvožđa i lagano utapkaj. Komadići gvožđa se raspoređuju duž magnetnih linija sile, što je pokazao predhodni eksperiment, kao i između dva komada stator laminations. Ovo drugo je posebno važno da bismo shvatili generator i elektromotor.
Potreban materijal: 3, 10, 15, karton.


Fig. 42

42. MAGNETNO POLJE IZMEĐU JEDNAKIH POLOVA.

Kao na sl. 42, postavi magnet na sto i dodaj mu dva stator laminations, oba da dodiruju isti magnetni pol. Pokrij ga kartonom i po njemu pospi komadiće gvožđa. Zapažanje: u ovom eksperimentu nas ne interesuju komadići gvožđa tik uz magnet nego oni između dva stator laminations. Ovdje su komadići gvožđa ostali potpuno zbrkani, obzirom da u magnetnom polju ne postoje magnetne linije sile. S druge strane, izvan polja koje okružuju dva stator laminations, magnetne linije sile formiraju vrlo guste lukove, šireći se iz stator laminations ka suprotnom magnetnom polu. Iz ovih eksperimenata može se zaključiti da magnetni polovi nisu ni slični. Ovo će se, takođe, dokazati u narednim eksperimentima.
Potreban materijal: 3, 10, 15, karton.

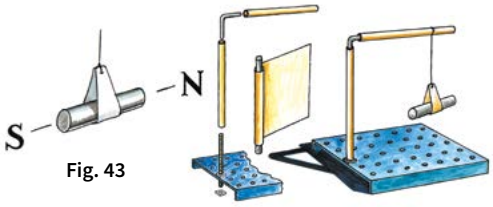


Fig. 43

43. SEVERNI I JUŽNI MAGNETNI POL.

Koristeći ravnu pamučnu traku horizontalno poveži magnet iz seta komadom papira. U ovu svrhu se može koristiti stalak iz eksperimenta br. 20. Kada magnet nakon nekog vremena miruje, jedan od njegovih krajeva će pokazati Sever, a drugi Jug. Magnet ima dva pola, severni i južni pol. Obeleži severni pol komadićem papira ili bojom. Ovaj pol pokazuje u pravcu Severnog pola na Zemlji.
Potreban materijal: (20), 10, papir, konac.


Fig. 44

44. MAGNETIZAM ČELIKA I GVOŽĐA.

1. Nekoliko puta iznad gvozdene pletaće igle ili veće šivaće igle zamahni jednim polom na magnetu, kao što je pokazano na sl. 44, uvek u istom pravcu. Zatim, uroni jedan kraj igle u komadiće gvožđa: igla će ih privući jer je namagnetisana. Eksperiment pokazuje da i igla ima dva pola. Kada je povežemo koncem, igla će zauzeti takav položaj u kojem će jedan kraj pokazivati Sever, a drugi Jug.
2. Primeni isti metod da naelektrišeš gvozdenu šipku iz seta. Šipka će privući samo mali broj komadića gvožđa što znači da nije jako namagnetisana. Namagnetisanost će uskoro nestati. Čelik može biti trajno namagnetisan dok gvožđe ostaje namagnetisano samo privremeno.
Potreban materijal: 3, 9, 10, gvozdena pletaća igla.


Fig. 45

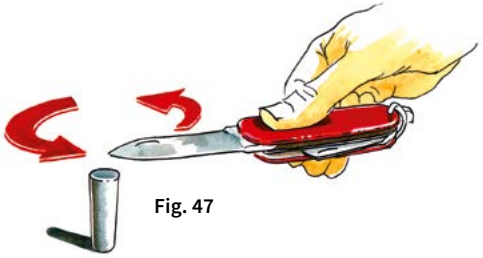
45. VELIKA TOPLOTA UNIŠTAVA MAGNETIZAM.

Nekoliko sekundi drži namagnetisanu gvozdenu pletaću iglu nad plamenom sveće, a zatim proveri njenu magnetnu jačinu. Igla više nije magnet.
Potreban materijal: 3, 10, sveća, gvozdena pletaća igla.


Fig. 46

46. SAVIJANJE MAGNETA.

Savij namagnetisanu gvozdenu pletaću iglu u različitim pravcima, ponovi eksperiment nekoliko puta pa proveri magnetizam igle. Otkrićes da je prilikom savijanja igla izgubila magnetizam. Na sličan način će se pojaviti demagnetizacija uslovljena bacanjem ili udaranjem igle.
Potreban materijal: 3, 10, gvozdena pletaća igla.


Fig. 47

47. MAGNETISANJE PEROREZA.

Zamahni magnetom preko oštrice peroreza nekoliko puta, kao što je pokazano na sl. 47. Zatim oštricu stavi u blizinu šarafa ili komadića gvožđa i videćeš da je perorez postao namagnetisan. Kojim magnetnim polom smo naelektrisali perorez i koji pol je na vrhu oštrice? Može li namagnetisani perorez poslužiti kao kompas?
Potreban materijal: 3, 5, 10, perorez.

48. JAČINA MAGNETA.

Do sada smo spomenuli nekoliko magneta. Koji je od njih najjači i šta je njihova snaga? Bez sumnje, AlNiCo magnet iz seta je najjači. Kako se može ispitati jačina magneta?
1. Uz magnet će ti trebati i armatura kao i kartonska čaša, napravljeni prema sl. 48 i povezani tankom niti za armaturu. Uz pomoć magneta podigni armaturu i čašu zatim, puni čašu različitim artiklima iz seta sve dok je magnet dovoljno jak da privlači opterećenu armaturu. Zapamti maksimalno opterećenje koje je magnet podigao. Čaša može biti opterećena na različite načine što će ti omogućiti da preciznije odrediš sposobnost magneta da podiže teret.
2. Kao na sl. 48 kombinuj magnet sa čaurom iz seta i optereti ih armaturom i kartonskom čašom, kao i u predhodnom eksperimentu. Koja je sada snaga magneta? Iako je magnet isti, snaga je veća. Sada su uključena oba magnetna pola dok je u predhodnom eksperimentu bio samo jedan.

Potreban materijal: 10, 17, 18, karton, konac, radni artikli.

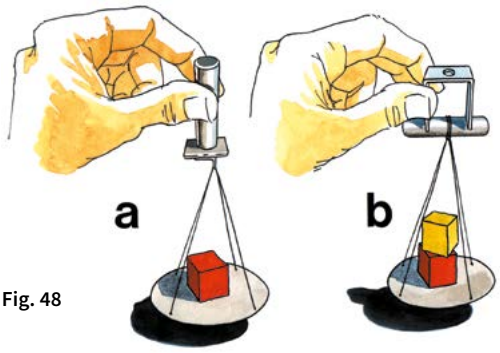
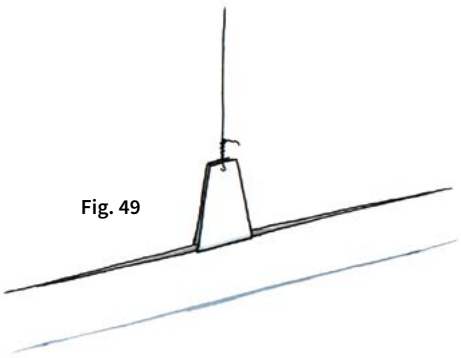


Fig. 48

49. IGLA KOMPASA.

Kompas, koji se nalazi u setu, sadrži namagnetisanu iglu. Kako ga ne možeš izvaditi iz kompasa, bolje sebi napravi drugu na sledeći način: Kombinuj dvije dugačke šivaće igle tako što ćeš tankim koncem spojiti njihove ušice. Zatim, novonastalu iglu namagnetiši trljanjem jednog dela o magnetski Severni pol, a drugog o magnetski Južni pol; ponovi ovo pet ili više puta kretanjem uvek u istom smeru. Na ovaj način ćeš namagnetisati obe prvobitne igle i funkcionisaće zajedno kao igla na kompasu. Ako je dugačkim koncem, 12-20cm, povežeš horizontalno i sačekaš da se smiri, videćeš da jedna pokazuje Sever, a druga Jug.

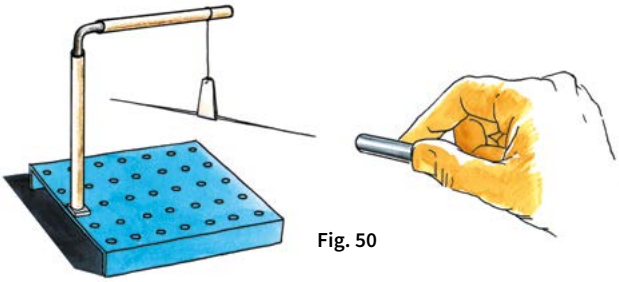
Potreban materijal: 10, dvije šivaće igle, konac, papir.


Fig. 49

50. JAČINA MAGNETNOG POLJA.

Magnetnu iglu okači o stalak i sačekaj da se umiri. Na udaljenosti 10 cm od igle približi magnet sa severnim polom magneta… Da li se igla pomerila. Sačekajte da se igla smiri, a onda brzo okrenite magnet, ako se usled velike udaljenosti od magneta igla ne pomera uradite isti eksperiment na udaljenosti od 8-9 cm. Magnetno polje je veoma jako iako je magnet mali. Eksperimenti su pokazali jačina magnetnog polja opada sa povećavanjem udaljenosti od magneta. Najjače polje je u blizini magneta.

Potreban materijal: (20), (49), 10.


Fig. 50

51. KOMPAS.

U setu se nalazi kompas ali malo drugačiji od uobičajenog; ima jedan element vička. Obični kompas sadrži iglu kompasa sa plavim krajem, koji uvek pokazuje sever i crvenim, koji pokazuje jug. Iglu kompasa drži čelična osovina i igla se slobodno kreće dok je kompas u horizontalnom položaju. Na dnu kompasa je karta, koja pokazuje osnovne tačke. Međunarodni znaci za osnovne tačke su velika slova koja označavaju engleske reči:

S - South
N - North
E - East
W - West

Uz sve ove elemente, kompas sadrži i žutu iglu, koja pokazuje kada se kompas koristi kao galvanoskop. Da bi bolje shvatio, u narednim eksperimentima ćemo koristiti kompas samo sa plavom i crvenom iglom.

Potreban materijal: 34.

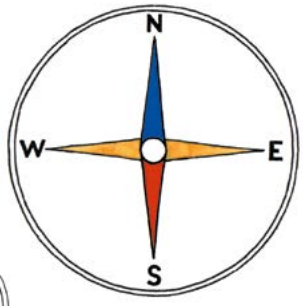


Fig. 51

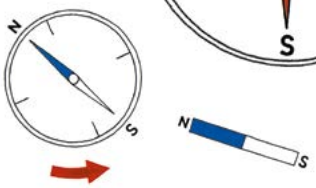


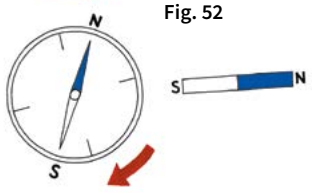
Fig. 52

52. RECIPROČNI UTICAJ MAGNETNIH POLOVA.

1. Severni pol magneta prinesi južnom polu kompasa.
2. Severni pol magneta preinesi severnom polu kompasa.
3. Ponovi eksperiment sa južnim polom magneta.

Ovi jednostavni eksperimenti pokazuju jedan od osnovnih zakona magnetizma: jednaki polovi se odbijaju a različiti polovi se privlače.

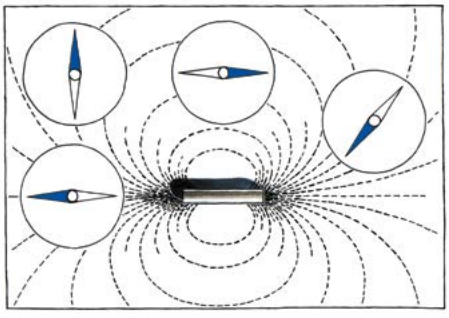
Potreban materijal: 10, 34.



53. KOMPAS U MAGNETNOM POLJU.

Postavi magnet na veći list papira za crtanje i kompasom dokaži proširenje magnetnog polja. Stavi kompas na barem 30 različitih tačaka oko magneta i zabeleži smer igle malim strelicama koje pokazuju upravo onaj pravac koji pokazuje igla. Ako pažljivo pogledaš te strelice videćeš da igla kompasa u magnetnom polju uvek pokazuje pravac magnetnih linija sile.

Potreban materijal: 10, 34,papir.


Fig. 53

54. ZEMLJA JE MAGNET.

Slika 54 pokazuje Zemlju sa svojim magnetnim linijama sile. Prava linija Sever (N) - Jug (S) predstavlja geografsku osu Zemlje. Činjenica da Zemlj vrši određen uticaj na iglu kompasa nas vodi ka zaključku da je Zemlja, i sama, jedan veliki magnet čiji je južni magnetni pol smešten u blizini geografskog Severnog Pola, i obrnuto, njen magnetni Severni u nlizini geografskog Južnog Pola. Magnetno polje se prostire preko cele Zemlje. Unutar ovog magnetnog polja igla kompasa se uvek ravna u pravcu magnetnih linija sile, od Severa ka Jugu.

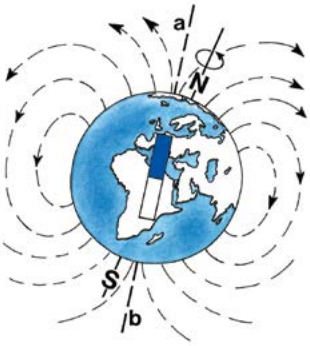


Fig. 54

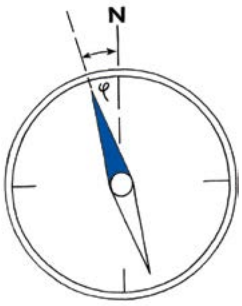


Fig. 55

55. MAGNETNO ODSTUPANJE.

Igla kompasa nikada ne pokazuje tačno prema Severu, nego pokazuje određeno odstupanje. Ovaj fenomen se zove magnetno odstupanje. Tokom godina, veliki broj mernih instrumenata je dokazao da je magnetno odstupanje različito u raznim delovima sveta i da čak na istom mestu nije uvek isto. Kako je kompas izuzetno važan u saobraćaju , podaci o magnetnom odstupanju na posebnim mestima bi trebali biti poznati. Informacije ove vrste se mogu naći na magnetnim kartama.

Potreban materijal: 34.

56. ORENTISANJE POMOĆU KARTE.

Stavi kartu Evrope na sto. Stavi kompas na njen rub i okreći kartu dok njene ivice ne budu paralelne sa iglom na kompasu. U ovoj poziciji karta je poravnata sa Severom. Zatim potraži mesto i pokaži pravac u odnosu na neki evropski grad. Radi veoma precizne orentacije, treba uzeti u obzir i magnetno odstupanje . To je ugao između gografskog i magnetnog meridijana. U Centralnoj Evropi ono iznosi oko 4 stepena ka Zapadu.

Potreban materijal: 34, karta Evrope.

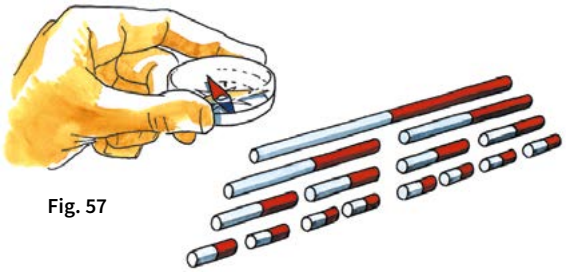


Fig. 56

57. PUCANJE MAGNETA.

Namagnetiši gvozdenu pletaću iglu. Koristeći se kompasom možeš dokazati da ona ima i severni i južni pol. Slomij iglu na dva dela. Svaka će se polovina pokazati kao savršen magnet sa svojim severnim i južnim polom. Ako nastaviš da ih lomiš na pola, videćeš da koliko god mali bili komadi magneta, oni ostaju savršeni magneti.

Potreban materijal: 10, 34, gvozdena pletaća igla.


Fig. 57

58. MALI MAGNETI IMAJU UTICAJ.

Protresi kutiju sa punjenjem od komadića gvožđa. Zatim postavi kompas na tu kutiju. Čim se igla kompasa smiri pokazujući pravac Sever-Jug, polako okreni kutiju sa gvozdenim punjenjem zajedno sa kompasom (sl.58 levo). Igla kompasa neće promeniti pravac. Zatim, ponovi ovaj eksperiment tako da staviš magnet na kutiju sa punjenjem. Nakon što je baciš ili promućkaš njen sadržaj (sl.58 sredina), skloni magnet i zameni ga kompasom.
Igla kompasa će se ubrzo umiriti. Kada se kutija sa punjenjem okrene zajedno sa kompasom, i igla kompasa će se okrenuti. Zašto?

Potreban materijal: 3, 10, 34.


Fig. 58

59. MAGNETNA INDUKCIJA.

Umoči bilo koji komad gvožđa iz seta u komadiće gvožđa i videćeš da nijedan nije namagnetisan. Ipak, svaki od njih će se namagnetisati ako im samo primakneš magnet (sl.59). Čim magnet skloniš, gvožđe gubi svoju namagnetisanost. Kada uzrokuješ nastajanje magneta na ovaj način , dovodeći predmet u magnetno polje , onda se to zove „magnetna indukcija“.

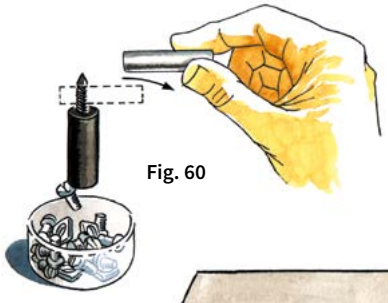
Potreban materijal: 3,10, 15.


Fig. 59

60. REZIDUALNI (PREOSTALI) MAGNETIZAM.

Uroni gvozdenu šipku koju držiš pomoću magneta u kutiju sa šarafima i maticama. Gvozdena šipka će privući mnogo šarafa i matica, što nam pokazuje da je postala namagnetisana. Zatim podigni magnet zajedno sa šipkom, šarafima i maticama koje su se za nju zakačile, uzmi šipku u ruku i skini magnet. Većina predmeta koji su prethodno bili privučeni će spasti, , što pokazuje smanjeni/redukovani magnetizam na šipki. Ipak, ćeš videti da neki šarafi i matice i dalje stoje zakačeni na šipku, jer magnetizam nije nestao sasvim. Opisani fenomen je poznat kao rezidualni/preostali magnetizam, čije je poznavanje veoma važno za pravljenje DC generatora.

Potreban materijal : 5, 6, 10, 16.

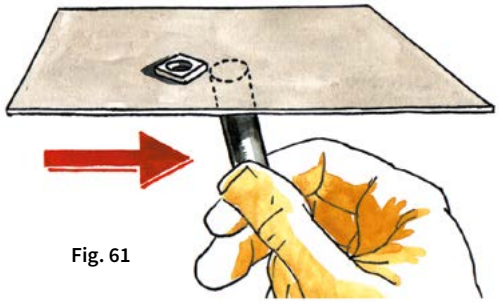

Fig. 60

61. EFEKAT MAGNETA KROZ RAZLIČITE SUPSTANCE.

Slika 61 pokazuje eksperiment u kojem je magnet odvojen od gvozdene matice komadom kartona. Uprkos kartonu, maticu privlači magnet. Štaviše, pomerajući magnet i matica se pomjera.

Probaj isti eksperiment sa sa plastičnim ili drvenim lenjirom na koji si stavio matici.Slični eksperimenti dokazuju da magnetno polje djeluje kroz staklo, bakar, aluminijum, drvo kao i kroz mnoge druge materije izuzev gvožđa.

Potreban materijal: 6, 10, karton, drveni lenjir.


Fig. 61

62. BLOKIRANI MAGNET.

Da bi predstavio ovaj fenomen, magnet iz seta stavi u gvozdenu kutijicu, koja se nekada koristila za slatkiše ili nešto slično. Kako joj prinosiš kompas vidiš da je, zahvaljujući kutijici, magnetno polje znatno oslabilo. Što su zidovi kutijice deblji, magnetno polje je sasvim zaustavljeno.
Ovo dokazuje da gvozdeni štit može sprečiti prodiranje magnetnog uticaja, kao i uticaj vanjskih magneta u zaštićenom prostoru.
Potreban materijal: 10, 34, gvozdena kutijica.



Fig. 62

63. PAR POKRETLJIVIH IGALA KOMPASA

U tehnologiji se često koriste igle kompasa koje su oslobođene bilo kakvog uticaj Zemljinog magnetizma. Poznate su kao pokretljive/astatične igle i mogu se napraviti na sledeći način. Namagnetiši dvije duge šivaće igle tako da obje ušice imaju isti pol. Zabodi ih u dugačku papirnu rolnu ali tako da na svakoj strani budu dva različita pola (sl.63). Ako , dalje, ovakav par astatičnih igala povežeš tankim neupredenim koncem, one se neće poravnati u pravcu Sever-Jug.
Astatične igle se koriste pri konstuisanju finih galvanoskopa i galvanometara.
Potreban materijal: 10, 2 šivaće igle, papir, konac.

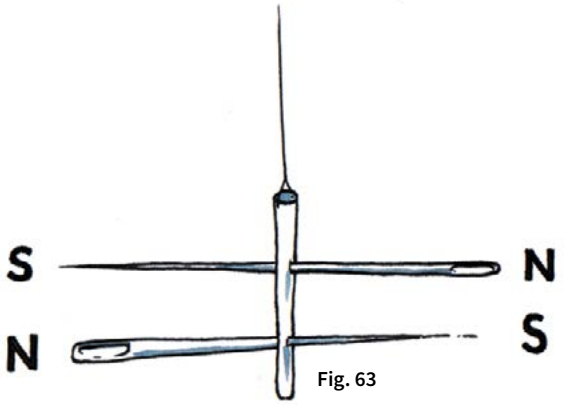


Fig. 63

64. MAGNETNA KOČNICA.

Uzmi stalak iz eksperimenta br. 20 i, kako je prikazano na sl.64, poveži saaluminijumskim zvonom, sa njegovom šupljom stranom nadole. Zvono bi trebalo biti povezano na tačno onoj visini koja pruža dovoljno prostora da se ispod njega stavi magnet. Eksperiment ima dva koraka:
1. prvo, skloni magnet, obeleži zvono sa strane crticom i uvrni ga (rotirajući) tri puta, pusti ga da se slobodno odmota i izbroj koliko puta se okrene dok se ne umiri u svom prvobitnom položaju.
2. čim se zvono sasvim umiri, postavi magnet ispod i uvrni ga kao i pre. Dok brojiš, videćeš da da zvono pravi manje okreta i da se odmotava sporije nego u prvom eksperimentu.
Koji je razlog za to?
Znaš da magnet nikada ne privlači aluminijum, pa ipak ovaj eksperiment je pokazao da se on može ponašati kao kočnica. . Kada se aluminjijumsko zvono okrene , magnetne linije sile stvaraju određenu struju u aluminijumu. Magnetno polje sprečava njegovo električno polje, što rezultira efektom kočnice.
Potreban materijal: (20), 10, 13, konac, karton.

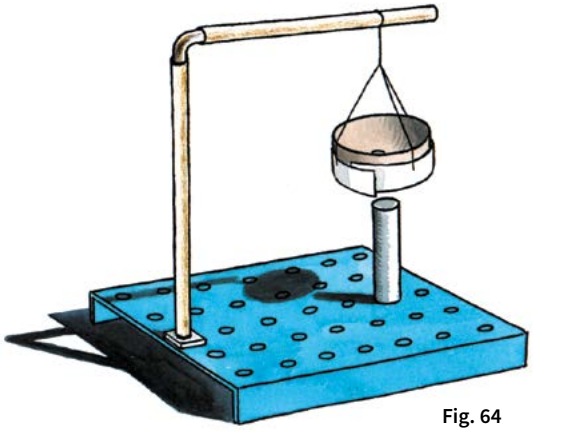


Fig. 64

65. BRODSKI KOMPAS.

Brodski kompas je malo drugačiji od običnog. Pokušaj i sam napraviti model brodskog kompasa.
Izreži disk prečnika 10cm od tankog kartona i nacrtaj disk kompasa sličan jednom od naših kompasa. Zatim nacrtaj skalu od 360 stepeni unutar diska, počevši od oznake N. Igla kompasa iz eksperimenta br. 49 treba da se pričvrsti za kartu kompasa pomoću dve papirne trakice; svojim severnim polom igla treba da pokriva oznaku N na karti kompasa. Ovaj kompas sada poveži neupredenim koncem sa stalka iz eksperimenta br. 20. U ovom slučaju se neće okretati samo igla kompasa, nego i celi kompas. Nakon nekog vremena igla će se umiriti i pokazivaće pravac sever-jug. Onda položi knjigu sa papirnom trakicom na kojoj je iscrtana vertikalna linija ispod kompasa; knjiga predstavlja brod. Ako kapetan sada naredi: „ Brod 8 stepeni zapadno“, kormilar će okrenuti kormilo i celi brod će se okrenuti, a vertikalna linija će se podudariti sa 8 stepeni istočno od igle na kompasu koja i dalje pokazuje sever. Da bismo izbegli greške uslovljene ljuljanjem broda, brodski kompas se povezuje duplom vezom tzv. kardanom.
Potreban materijal: (20), (49), papir, karton, konac, knjiga.

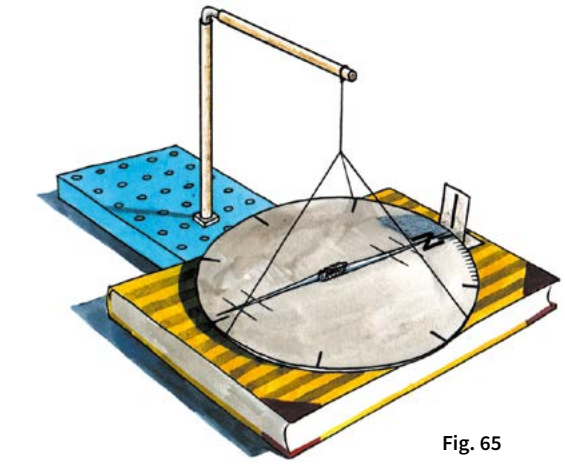


Fig. 65

66. MAGNETNA DEVIJACIJA.

Ako poslušaš zapoved kapetana iz prethodnog eksperimenta, tvoj brod više nije okrenut u pravcu severa, nego 8 stepeni zapadno. Sada svom kompasu prinesi čekić ili bilo kakav železni predmet.
Zbog činjenice da se železo i magnet međusobno privlače, čekić će privući iglu kompasa, brod će se uznemiriti i skrenuti sa svog kursa. Ovo se dešava uglavnom i zbog samog broda, koji je napravljen od železa, kao i zbog motora koji ga pokreću. I teret može da sadrži železo, a nikl i kobalt takođe uzrokuju perturbacije.
Da bi sprečio magnetne devijacije (odstupanja), brodski kompas je opremljen pokretnim magnetom i pokretnim železnim kuglicama. U tvom slučaju se magnetna devijacija može ispraviti tako da se igli kompasa, sa druge strane, prinese komad železa ili mali magnet da bi se kompas vrati u početni položaj, npr 8 stepeni zapadno.
Potreban materijal: (65), čekić.

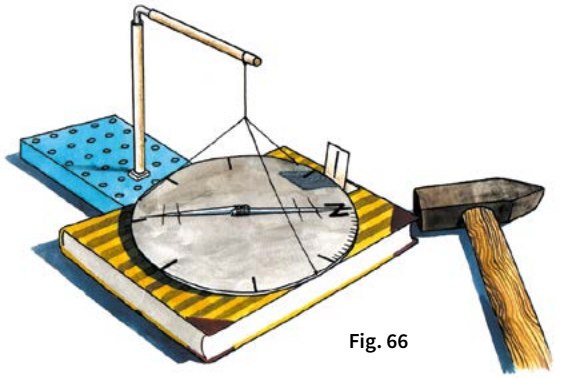


Fig. 66

67. PLUTAJUĆE IGLE KOMPASA.

Jedan veoma interesantan eksperiment pokazuje rezultat recipročnog privlačenja, a suprostnost magnetnih polova se može napraviti na sledeći način: namagnetiši 6 šivaćih igala na isti način. 6 plutanih čepova isjeci na kockice iste veličine i kroz svaku od njih provuci namagnetisanu iglu. Stavi ih da plutaju u nenamgnetisanoj posudi sa vodom, ali tako da su im ušise uronjene u vodu, a vrhovi izvan vode. Sada je svaka igla plutajući magnet. Kako su isti polovi na istoj strani, oni se odbijaju, ali samo na kratko. Odbijanje je izjednačeno privlačnom snagom između ušica i vrhova igala, jer se radi o suprotnim polovima. Preivlačenje i odbijanje, koje smo opisali, rezultira time da igle formiraju različite oblike.

Ponovi eksperiment sa 5, 4 ili 3 igle. Napomena: posuda bi trebala biti dovoljno velika, ali ne železna.

Potreban materijal: 10, posuda sa vodom, 6 šivaćih igala, 6 malih plutanih čepova.

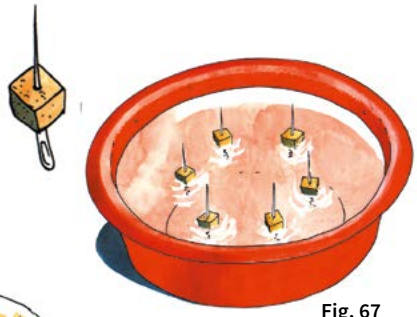


Fig. 67

68. ROTACIONO MAGNETNO POLJE.

Magnet, povezan koncem, uvrni 8-10 puta u istom pravcu i onda ga pusti. Kompas stavi odmah ispod magneta, nekoliko cm dalje. Igla kompasa će se okretati sve dok se okreće magnet, jer je rotacija magneta uvijek u skladu sa rotacijom njegovog magnetnog polja.

Potreban materijal: 10, 34, papir, konac.



Fig. 68

BATERIJE I ELEMENTI

69. BATERIJA.

Ova baterija izgleda kao uspravljena kutija. Iz nje idu dva metalna izlaza, sa dva pola: manji je pozitivan, označen sa „+“, a veći je negativan, označen sa „-“. Polove na bateriji bi trebalo što manje dirati da se baterija ne bi ubrzo ispraznila.

Polovi se ne smeju povezati direktno jedan za drugi, da ne bi izazvali kratak spoj.

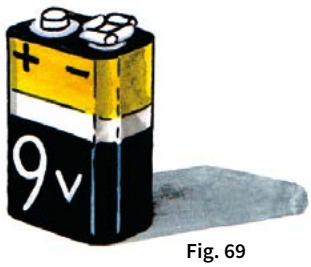


Fig. 69

70. TESTIRANJE BATERIJE.

U setu postoje sprave za ispitivanje baterije. Svi oni koriste sijalicu i galvanoskop. Kada se sijalica upali ili se galvanoskop miče, baterija je ispravna. Neprestano testiranje će isprazni bateriju.

Potreban materijal: 2 x 7, 8, 14, 33, 35, baterija.

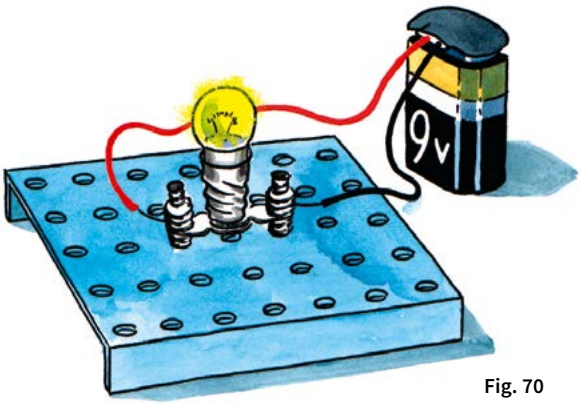


Fig. 70

71. ELEKTRIČNA SIJALICA.

Kako radi električna sijalica možemo objasniti u narednom eksperimentu:
zakucaj dva eksera u drvenu dasku sa razmaku od 1cm i poveži ih železnom žicom debljine 0,1mm. Ako žicu povežeš sa izlazima na novoj bateriji (sl.71 lijevo), ona će zasijati crveno. U slučaju da crpiš struju iz dve baterije, žica će izgoreti. Tako isto rade i sijalice. Staklena kugla, iz koje je izvučen vazduh, sadrži veoma tanku Volframovu žicu, npr. metal sa jako visokom tačkom topljenja. Kada struja prođe kroz tu žicu, Volfram postane beo - vreo, ali ne može izgoreti jer je u kugli umesto vazduha argon. Električna sijalica je veoma osetljiva. Ne treba je bacati ili tresti, naročito kada svetli. Isto tako treba paziti na voltažu baterije. Sijalica iz seta se može povezati sa baterijom od 9V. Sa većom voltažom žica u sijalici pregori.

Upozorenje! Baterija može uzrokovati kratak spoj. Ostavite je povezanu samo na kratko - onoliko dugo koliko je potrebnoda shvatiš eksperiment. Pazi da ne opržiš prste.

Potreban materijal: drvena daska, 2 eksera, žica, baterija.

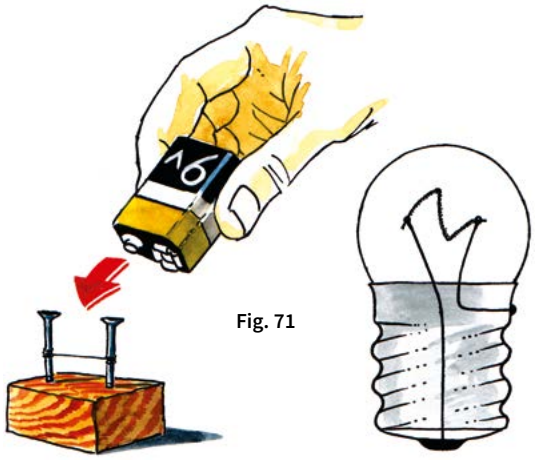


Fig. 71

72. UNUTRAŠNJOST BATERIJE.

Baterija od 9V se sastoji iz 6 ćelija ili elemenata (nemoj pomešati sa hemijskim elementima!). Svaka je ćelija napravljena od limenke od cinka sa vrećicom u kojoj je karbonsk štapić i mangan dioksid u prah, potopljena u rastvor soli amonijaka. Pojedinačni delovi su međusobno povezani na sledeći način:

Cink iz prve ćelije je slobodan.

Karbon iz prve ćelije je vezan za cink iz druge.

Karbon iz poslednje ćelije je slobodan.

Dva su izlaza iz baterije: jedan je negativan (cink iz prve ćelije), drugi je pozitivan (karbon iz treće ćelije).

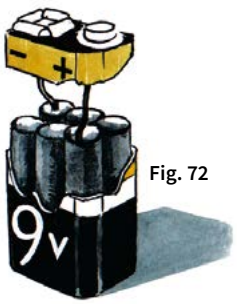


Fig. 72



Fig. 73

73. KORIŠTENA BATERIJA.

Baterija traje određeno vreme. Kada se isprazni, bacimo je. Šta je to potrošeno u praznoj bateriji?Cink može korozirati, rastvor nišadora se osuši. Vrećica sa karbon štapićima i magnezijum dioksidom u prahu, pak, mogu ostati ispravne. Potrošenu bateriju baci u kontejner koji je za to namenjen.

74. STRUJA IZ ŽABLJIH BATAKA.

1791. g. Luiđi Galvani, profesor anatomije na Univerzitetu u Bolonji, je napravio javni eksperiment. Bakarnu kuku sa žabljim batacima je zakačio za železne šipke. Bataci su se njihali na vetru povremeno dodirujući šipke. Kadgod se to dogodilo, oba bataka be se zgrčila kao da su živa. Galvani je smatrao da je grčenje nastalo usled struje unutar tela životinje. Mnogi naučnici tog vremena su imali isto mišljenje. Mišljenje Aleksandra Volte je bilo drugačije. On je bio profesor fizike na Univerzitetu u Paviji. On je, takođe, verovao da grčenje uzrokuje struja. Međutim, odbijao je verovati u „životinjsku struju“ i tvrdio je da pokret uzrokuje struja koja dolazi iz direktnog kontakta dva različita metala, željeza i bakra s jedne strane, dok su s druge strane dva metala bila u indirektnom dodiru putem vlažnog tela, koje ne mora biti životinjsko. Sukob između Volte i Galvanijevih pristalica trajao je mnogo godina. Tek 1799. g. Volta je uspio napraviti spravu koja će dokazati njegovu teoriju. Tu ćeš spravu napraviti i sam, ali pre toga se trebaš upoznati sa instrumentom za otkrivanje struje - galvanoskopom.

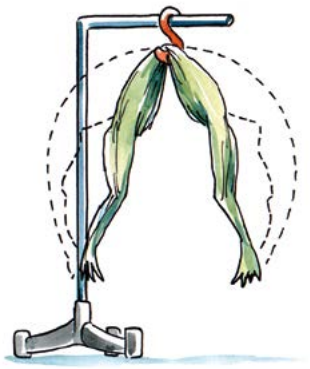


Fig. 74

75. GALVANOSKOP.

Galvanoskop je sastoji iz tri dela: kompasa (K), podloge (P), kalema (T). Pored plavo-crvene igle kompas još ima i žutu. Kada ga koristiš stavi kompas i podlogu u kalem i okreći podlogu sve dok vrh žute igle ne pokaže 0. Pazi da u neposrednoj blizini galvanoskopa ili drugog železnog predmeta.

Potreban materijal: 1, 34.

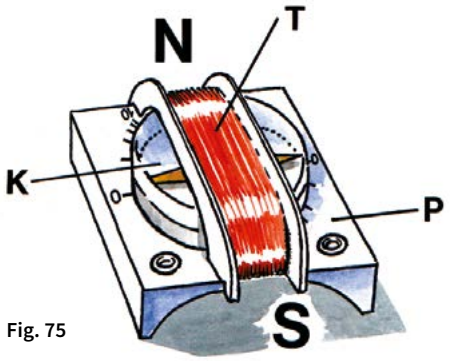


Fig. 75

76. VOLTINO OTKRIĆE.

Protrljaj pločice cinka (Zn) i bakra (Cu) iz seta finim brusnim papirom, obriši ih i pomoću dve žice ih poveži sa galvanoskopom, kao što je pokazano na sl. 76. Žuta igla na galvanoskopu bi trebala biti na nuli. Uradi sledeće eksperimente:

1. Između dve pločice umetni papirić. Pokazivač na galvanoskopu se neće pomeriti.
2. Papir između pločica potopi u običnu vodu. Pokazivač na galvanoskopu će se pomeriti pokazujući da na galvanoskop prolazi struja.
3. Sada zameni polove (npr. žicu prikopčanu za pločicu od cinka sada poveđi sa bakarnom i obrnuto). Opet će se pokazivač galvanoskopa pomeriti ali u suprotnom smeru.
4. Čvrsto pritisni pločice jednu uz drugu. Ovog puta će se defleksija pokazivača povećati.
5. Smanji veličinu pločica- defleksija pokazivača će se smanjiti.

Voltin eksperiment se malo razlikuje od ovog koji smo uradili. U njegovo doba nije bilo galvanoskopa, koji bi otkrio protok struje. Volta je prisustvo struje dokazao tzv. voltinim stubom. Napravio je stub od diskova od cinka i bakra, a između njih je bila mokra tkanina. Redao je diskove naizmenično, cink pa bakar, i naredao ih 60. Na ovom stubu dva različita metala su ostvarila kontakt putem tečnosti iz tkanine između njih. Volta je shvatio da je ovakav kontakt proizveo struju. Ovaj jednostavni izum (baterija) je prva sprava koju je napravio čovjek dsa bi proizveo struju, a Volti je donio vječnu slavu u domenu nauke. Njemu u čast je jedinica voltaže nazvana „volt“, dok je odgovarajući merni instrument poznat kao „voltmetar“. Par pločica sa početka ovog eksperimenta se zove Voltina ćelija.

Potreban materijal: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, papir, voda.

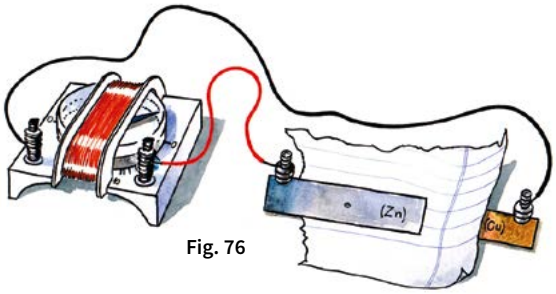


Fig. 76

77. ĆELIJA OD BAKRA, CINKA I RASTVORA SOLI.

Umoči bakarnu i cinkovu pločicu u čašu sa slanom vodom i poveži ih pomoću dve žice sa galvanoskopom. Pokazivač na galvanoskopu će pokazati poveliku disleksiju pokazujući tako protok struje.

Potreban materijal: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, čaša sa vodom, so.

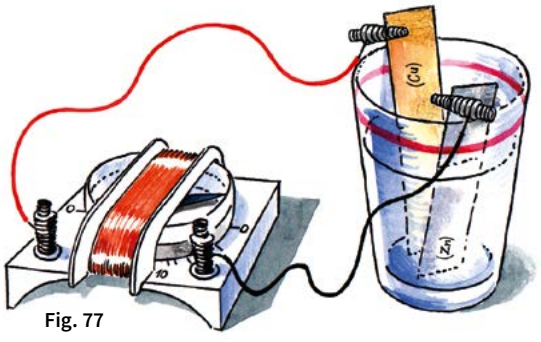


Fig. 77

78. POLARIZACIJA I DEPOLARIZACIJA.

1. Prikopčaj ćeliju cinka, bakra i slanog rastvora sa galvanoskopom kao u eksperimentu br. 77. Sada pažljivo prati pokazivač galvanoskopa. Prvo će skrenuti pokazujući nastanak struje u ćeliji, ali će se potom polako vratiti u nulti položaj. Ovo se očigledno dešava zbog slabljenja struje. Ako se doda so, struja će ojačati, ali ne zadugo. Zbog čega struja slabi? Mjehurići hidrogena, nastali rastvaranjem soli, se nakupljaju na bakarnoj pločici i ometaju proces koji se odvija u ćeliji. Ova pojava se zove polarizacija.
2. Ako ukloniš nakupljene mehuriće hidrogena štapićem ili komadom tkanine, ćelija će nastaviti da stvara struju.
3. Zatim, odaspi malo rastvora i ćeliju napuni finim, čistim peskom. Ćelija će nastaviti da proizvodi struju na malo duže vreme. Ovo se dešava zbog toga što se mehurići hidrogena kombinuju sa kiseonikom iz vazduha i vode, vazduhom među zrnima peska. Tako je polarizacija onemogućena, a pesak služi kao depolarizator.

Potreban materijal: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, čaša sa vodom, so pesak.

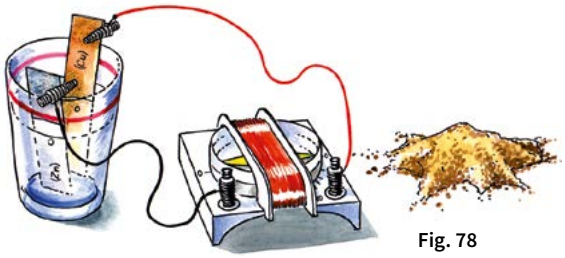


Fig. 78

79.LEKLANŠEOVA ĆELIJA.

9V baterija ima 6 Leklanšeovih ćelija, u kojima cink označava negativan pol, karbon pozitivan, a manganov oksid je depolarizator. Elektrolit (tečnost između polova) je rastvor sal amonijaka u omeru 1.3. Tečnost je pomešana sa nekom čvrstom supstancom koja je sprečava da bude tečna. To je tzv. suva ćelija.



Fig. 80

80. PROCES STVARANJA STRUJE U ĆELIJI.

Pod uticajem električnih sila među tečnostima (elektrolitom) i metalima (polovima), metali otpuštaju pozitivne jone. Ovo rezultira viškom elektrona koji se nakupljaju na metalima, npr. na pločici od cinka. Ako sada spojiš cink i karbon (ili bakar, kao u prethodnom eksperimentu) sa vanjskim provodnikom, elektroni će preći sa pločice, gde ih je mnogo manje. Ovakvo kretanje elektrona stvara struju. A šta su joni?
Kao što znaš, tvari se satoje iz molekula i atoma, a atomi, opet, iz nukleusa oko kojeg kruže elektroni. Svaki atom ima određen broj elektrona. Međutim, ponekad atom ili grupa atoma može izgubiti nekoliko elektrona, pa postane jon. Isto se dešava ako atom ili grupa atoma ima više elektrona nego što treba da ima. U prvom slučaju jon je pozitivan, a u drugom negativan.

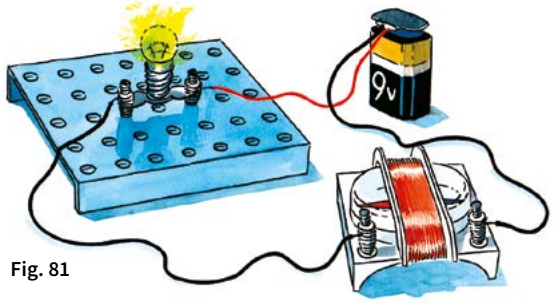


Fig. 81

81. STRUJNO KOLO.

Slika 81 predstavlja strujno kolo baterije, sijalice, galvanoskopa i odgovarajuće đice kojom su spojeni. U ovom slučaju struja ide iz baterije ka sijalici, od sijalice ka galvanoskopu i na kraju iz galvanoskopa u bateriju. Sve dok postoji protok struje sijalica svijetli, a kazaljka na galvanoskopu se deflektuje (pomera). Međutim, ako se kolo prekine, protok struje će stati, jer je moguć samo u zatvorenom kolu.
Potreban materijal: 1, 4 x 7, 8, 14, 33, 34, 35, baterija.

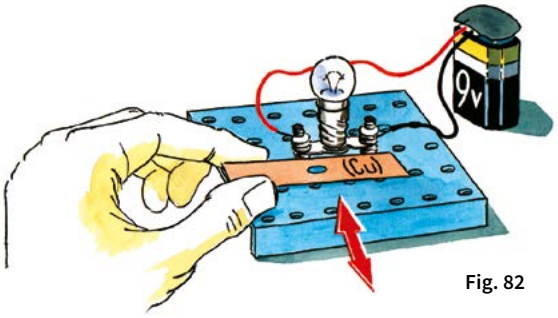


Fig. 82

82. KRATAK SPOJ.

Sijalicom i baterijom zatvori strujno kolo, kao na sl.82. Sijalica će da svetli, ali čim bakarnom pločicom ili bilo kojim drugim metalom dodirneš oba pola na bateriji, sijalica se ugasi. Ova pojava se zove kratak spoj. Praćena je brzim pražnjenjem baterije zbog veoma jakog protoka struje bez ikakvog otpora (mosta za kratki spoj) od negativnog ka pozitivnom polu baterije. Da bismo bateriji obezbedili dug vek trajanja, trebamo izbegavati kratak spoj.
Potreban materijal: 2 x 7, 8, 14, 24, 33, 35, baterija.

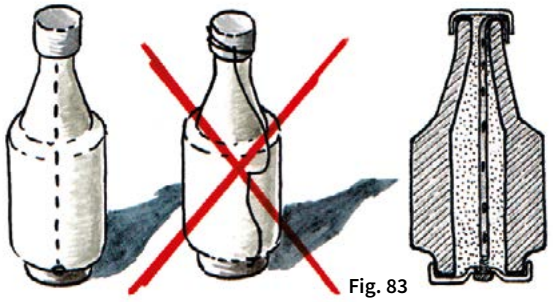


Fig. 83

83. OSIGURAČ.

Glavni vod u domaćinstvu je na 23oV. Da bismo sprečili štetu uzrokovanu kratkim spojem, električni vodovi imaju ugrađene osigurače. Smešteni su iznad strujomjera i mogu biti elektromagnetne ili termalne osnove. U ovom slučaju, u pitanju je termalni. Osigurač (sl.83) se sastoji iz keramičkog cilindra u kojem je tanka žica, koja se u slučaju kratkog spoja pregrijava i topi. Kada se desi kratak spoj prvo treba proveriti osigurač. Razlog zbog kojeg je osigurač pregoreo može biti ili preveliko opterećenje mreže (zbir svih potrošača) ili kratak spoj na jednom od potrošača. Čim se uzrok pregorevanja osigurača otkloni, treba staviti novi osigurač. Zabranjeno je i jako opasno popravljati osigurač tako da se u njega stavi nova žica, kao na sl.83. Ovo može uzrokovati požar ili ozbiljan kvar na električnim instalacijama.

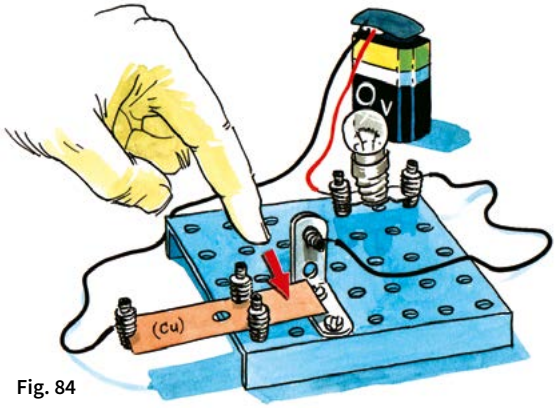


Fig. 84

84. ELEKTRIČNI TASTER.

Sl. 84 prikazuje električni taster i njegovu vezu sa baterijom i sijalicom. Kada pritisneš taster, zatvoriš strujno kolo. Sijalica svetli sve dok je taster pritisnut. Ovakva sprava se ugrađuje u lampe na noćnim ormarićima ili najčešće u električno zvono.
Potreban materijal: 2 x 5, 2 x 6, 6 x 7, 8, 14, 24, 28, 33, 35, baterija.

85. TELEGRAFSKI SISTEM.

Taster iz eksperimenta br. 84 se može upotrebiti u telegrafskom sistemu. Poruke se prenose putem Morzeove azbuke, u vidu dugih i kratkih svetlosnih signala, sl. 85. Prednost telegrafskog sistema je da za prenos signala nije potrebna nikakva žica. Nedostatak je što se može koristiti samo u okviru vidnog polja i da pri dnevnoj svetlosti nije moguće slanje signala. Ako je poruka tajna, koriste se posebni šifrovani signali.

A • −	J • − − −	S • • •	1 • − − − −
B − • • •	K − • −	T −	2 • • − − −
C − • − •	L • − • •	U • • −	3 • • • − −
D − • •	M − −	V • • • −	4 • • • • −
E •	N − •	W • − −	5 • • • • •
F • • − •	O − − −	X − • • −	6 − • • • •
G − − •	P • − − •	Y − • − −	7 − − • • •
H • • • •	Q − − • −	Z − − • •	8 − − − • •
I • •	R • − •		9 − − − − •
			0 − − − − −

Fig. 85

86. PREKIDAČ.

Samo za uređaj u kojem je strujno kolo zatvoreno na kratko, kao u slučaju telegrafa ili električnog zvona, odgovara nam električni taster iz eksperimenta br. 84. Za strujno kolo koje je zatvoreno malo duže potreban nam je prekidač. Princip rada je prikazan na sl. 86. Okrećući ručicu prekidača u levo strujno kolo se zatvori i sijalica svetli sve dok se ručica ne vrati u desno. U slučaju kućnih žičanih prekidača tipka (ručica prekidača), smeštena u izolovano kućište uvek je okrenuta u istu stranu. Metalni delovi prekidača se ne smeju dirati rukom, jer su pod velikom voltažom.

Potreban materijal: 3 x 5, 3 x 6, 4 x 7, 8, 14, 24, 2 x 28, 33, 35, baterija.

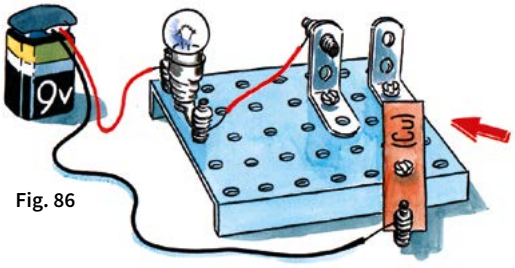


Fig. 86

87. JEDAN PREKIDAČ ZA DVIJE SIJALICE.

Jedan isti prekidač se može upotrijebiti da se upali ili ugasi nekoliko sijalica. Sl. br. 87 pokazuje dve električne sijalice koje naizmenično napaja jedna baterija. Sličan prekidač bi bio neophodan za tri sijalice, kao npr. u semaforu gde se jedno po jedno pali crveno, žuto pa zeleno svetlo.

Potreban materijal: 3 x 5, 3 x 6, 7 x 7, 8, 2 x 14, 24, 2 x 28, 33, 2 x 35, baterija.

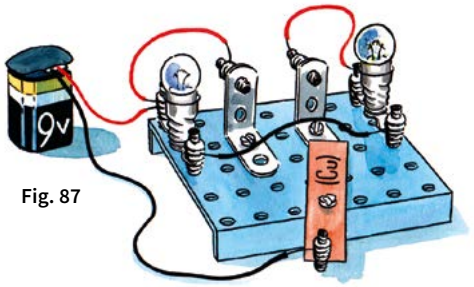


Fig. 87

88. DVA PREKIDAČA ZA JEDNU SIJALICU.

Kakva nam je instalacija neophodna ako na sredini stepeništa imamo jednu sijalicu, a želimo i da upalimo i ugasimo i na spratu i u prizemlju?

Za ovu svrhu su nam potrebni: dva prekidača, jedna sijalica, izvor struje (u tvom slučaju baterija) i odgovarajuća žica za povezivanje. Delovi iz seta su dovoljni da se naprave dva prekidača smeštena na dva kraja plastične podloge. Sl. 88 pokazuje njihovu međusobnu povezanost kao i vezu sa sijalicom i baterijom. Oba prekidača se mogu koristiti i za paljenje i za gašenje svetla. Osim toga, sijalicu možeš uključiti jednim, a isključiti drugim prekidačem.

Potreban materijal: 6 x 5, 6 x 6, 8 x 7, 8, 14, 23, 24, 4 x 28, 33, 35, baterija.

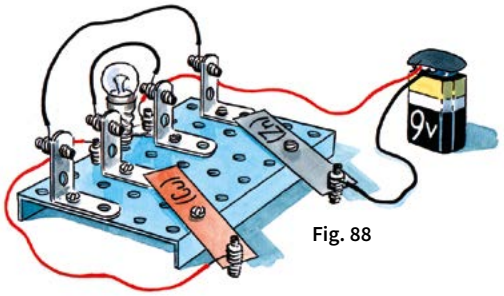


Fig. 88

89. PARALELNO POVEZANE SIJALICE.

1. Spoji tri iste sijalice sa baterijom. Napomena: one će zasvijetliti punom jačinom čim se strujno kolo zatvori. Kolika je iskorištena snaga? Voltaža baterije iznosi 9V. Svaka sijalica koristi 0,05A.

Električna snaga je P= 9Vx(3x0,05A)= 1,35W

2. Izvrni jednu od tri sijalice; preostale dve će i dalje svetleti. Paralelni tip spajanja se koristi u kućnim instalacijama.

Potreban materijal: 6 x 7, 8, 3 x 14, 33, 3 x 35, baterija.

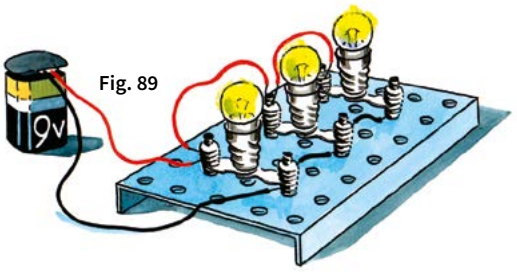


Fig. 89

90. SIJALICE POVEZANE SERIJSKI.

1. Poveži seriju od tri sijalice sa baterijom. Samo jedna sijalica će svetleti punom snagom, dve sijalice povezane serijski (npr. jedna za drugom) će seetliti mnogo slabije, dok će se svetlost tri sijalice povezane serijski jedva primetiti. U prvom slučaju voltaža baterije je 9V, a struja u sijalici 0,05A. Za dve sijalice povezane serijski potrebna je voltaža 2x veća, a za tri sijalice 3x veća u odnosu na onu koja je potrebna za samo jednu sijalicu.

2. Izvrni jednu sijalicu povezanu serijski i videćeš da će se i ostale ugasiti jer je strujno kolo prekinuto.

Potreban materijal: (89).

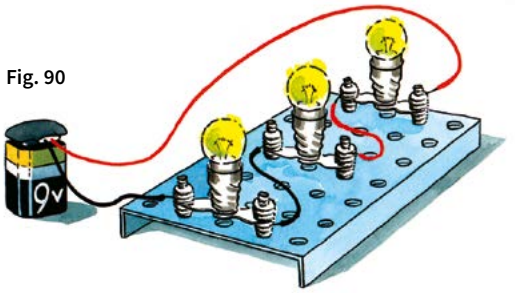


Fig. 90

91. POVEĆAVANJE VOLTAŽE BATERIJE.

1. U eksperimentu br. 72 je objašnjena unutrašnjost baterije. Možda se sjećaš da se ona sastoji iz 6 ćelija u kojima karbonski štapići funkcioniču kao pozitivne elektrode, dok posudice od cinka i elektrolit (rastvor sal amonijuma) funkcionišu kao negativne elektrode. Manganov oksid je depolarizator. Ove ćelije su povezane serijski. Voltaža svakog pojedinačnog elementa je 1,5V, pa je voltaža cele baterije 6x1,5V=9V (Sl. 91 levo).

2. Kada se dve baterije povežu serijski, kao na sl. 91 desno, voltaža nove baterije je 2x9V=18V.

Potreban materijal: dve baterije.

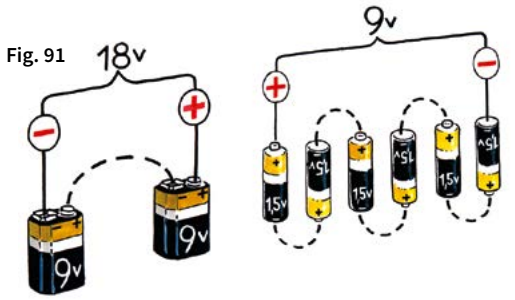


Fig. 91

92. POVEĆANJE SNAGE BATERIJE.

Kupi novu ispravnu bateriju, to će biti dovoljno struje za tri sijalice, a svaka troši 0,05A. Ako je potreban jači izvor struje, onda se baterije povezuju paralelno, kao na sl. 92. Iako je voltaža svake baterije 9V, ukupna voltaža neće biti veća, a s druge strane amperaža tj. kapacitet paralelno povezanih baterija će se povećati.

Potreban materijal: 33, tri baterije.

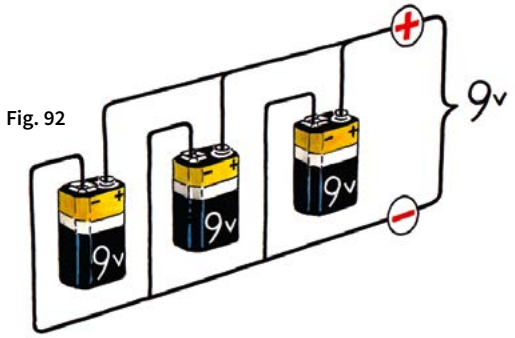


Fig. 92

93. BRZINA STRUJE.

Jedan električni signal obiđe Zemlju 7 puta u sekundi- stoga je brzina struje 300 000km/s. (eksperiment prikazan na sl. 93 je zapravo neupotrebljiv. Slika samo treba da ti pomogne da shvatiš brzinu struje).

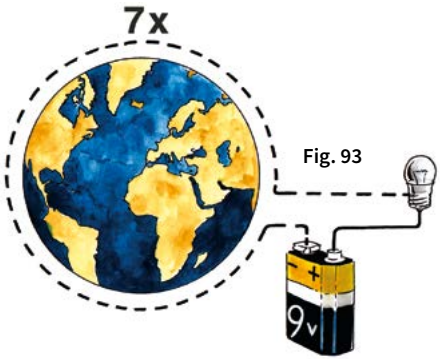


Fig. 93

94. ISPITIVANJE PROVODLJIVOSTI.

Delovima iz seta napravi ispitivač provodljivosti za ispitivanje različitih materijala (sl. 94).
1. Grubo ispitivanje: Na ispitivač postavi predmet koji testiraštako da dodiruje obje pločice, jer je samo tada strujno kolo zatvoreno. Ako sijalica zasvetli, predmet koji ispituješ je provodnik. Pokušaj npr. sa olovkom, kartonom, reostatom iz seta. Kada koristiš ove predmete sijalica ne svetli, što te navodi da zaključiš da su ti predmeti izolatori. Ipak, to nije sasvim istina. Npr. eksperiment br. 18 je dokazao da se napunjeni elektroskop može isprazniti pomoću olovke.
Kako se može objasniti ovakav paradoks? Kao što znaš voltaža iznosi 9V, dok u eksperimentu br. 18 ona iznosi više stotina volti. Činjenica da su predmeti provodnici ili izolatori ne zavisi samo od sastava tog predmeta, nego i od voltaže struje. Stoga se može reći da ne postoje savršeni provodnici i izolatori nego samo dobri provodnici i dobri izolatori. Neki od dobrih provodnika su npr. srebro, bakar, aluminijum, dok su dobri izolatori staklo, guma, porculan, poli-etilen itd.
2. Sijalicu iz predhodno opisanog testera zameni galvanoskopom. Ponovo ispitaj provodljivost žice reostata i kazaljka na galvanoskopu će deflektovati, što znači da je ta žica provodnik, iako ne tako dobar kao bakarna žica.
3. Zatim testiraj provodljivost krompira. Prepolovi veliki krompir i jednu njegovu polovinu stavi na metalnu pločicu testera. Sijalica se najverovatnije neće upaliti ali će kazaljka galvanoskopa deflektovati dokazujući da kroz krompir prolazi struja; što je kontaktna površina veća, veća je provodljivost.
Ni u kom slučaju ne diraj prekinute žice bilo da su dio glavnog voda ili PTT mreže. Naročito je opasno dirati provodnike mokrom rukom ili drugim mokrim predmetom.
Potreban materijal: 2 x 5, 2 x 6, 4 x 7, 8, 14, 23, 24, 33, 35, baterija, različiti predmeti.

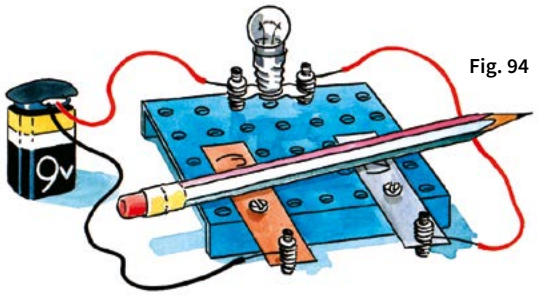


Fig. 94

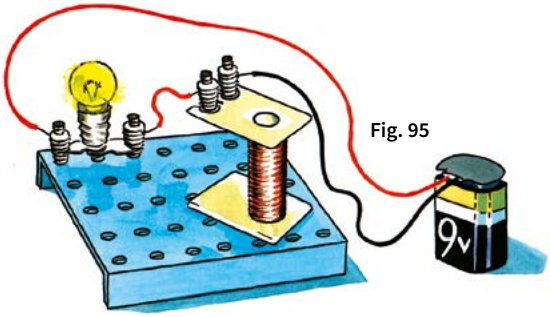


Fig. 95

95. OTPOR PROVODNIKA.

1. Uzmi električnu sijalicu, kalem i bateriju da zatvoriš strujno kolo, kao na sl. 95. Sijalica će svetliti jako slabo. Jasno je da manje struje prolazi kroz dugu i tanku žicu kalema nego kroz deblju i kraću. Kada se kalem iskopča iz strujnog kola, sijalica svetli punom snagom. Provodnik struji pruža otpor. Sličan eksperiment uradi sa galvanoskopom i rotorom kalema.
2. Spoji sijalicu, kalem i bateriju da zatvoriš strujno kolo. Sijalica svetli jako slabo, ali sad se trebaš usredsrediti na jednu posebnu pojavu. Prekini strujno kolo i sijalica će se ugasiti. Hoće li sijalica ponovo zasvetleti kada se strujno kolo opet zatvori? Eksperiment će ti pokazati da neće zasijati odmah jer postoji određen vremenski period između trenutka kada se kolo zatvori i pojave svetla u sijalici. Ovo kašnjenje se dešava zbog jedne posebne osobine kalema koji predstavlja otpor struji i to ne samo zbog dužine žice u kalemu nego više zbog toga što je žica namotana. Zbog toga, prilikom zatvaranja strujnog kola, kalem proizvodi tzv. induktivnu struju koja odolijeva struji iz baterije. Kalem predstavlja induktivni otpor, dok galvanski otpor provodnik.
Potreban materijal: 4 x 7, 8, 11, 14, 33, 35, baterija.



Fig. 96

96. REOSTAT.

U setu se nalazi i reostat (otpornik) sastoji se iz jezgra napravljenog od izolacionog materijala oko kojeg je omotana žica, a velikog je električnog otpora. Spoji reostat, sijalicu i bateriju da zatvoriš strujno kolo kao na sl. 96. Pokušaj pomeriti klizeću vezu na reostatu i sijalica će jače i slabije svetliti, zavisno od toga da li se otpornik skraćuje ili produžava.
Potreban materijal: 2 x 5, 2 x 6, 3 x 7, 8, 14, 30, 33, 35, baterija.

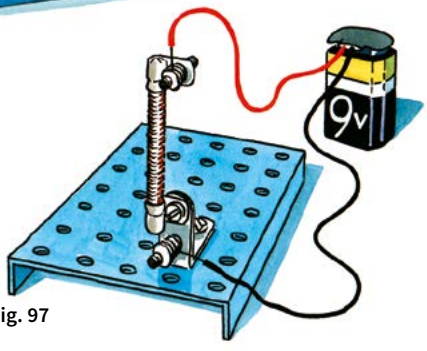


Fig. 97

97. ELEKTRIČNI GREJAČ.

Da zatvoriš strujno kolo, spoji reostat sa izlazima na bateriji, kao na sl.97. Žica otpornika, kroz koju prolazi struja, se greje. Napravio si grejanje. Većina kućnih aparata radi na ovom principu npr. električni šporet, pegla, bojler, radijator, itd. u svim navedenim aparatima se električna energija pretvara u grejanje.
Potreban materijal: 2 x 5, 2 x 6, 2 x 7, 8, 28, 30, 33, baterija.

98. ELEKTRIČNO PALJENJE.

Dva eksera zabodi u manji komad drveta u razmaku od 1cm i poveži ih želleznom žicom debljine 0,1mm. Pospi žicu izlomljenim vrhovima šibice i poveži je sa baterijom, ako na sl.98. Komadići šibice će se zapaliti. Zbog uticaja struje žica se toliko ugrijala da je prouzrokovala paljenje fosfora. To je princip eksplozivnog punjenja koje se koristi u rudnicima i kamenolomima.
Napomena: eksperiment uradi na podlozi koja ne može da gori.
Potreban materijal: 2 x 7, 33, drvena daščica, dva eksera, žica, baterija.

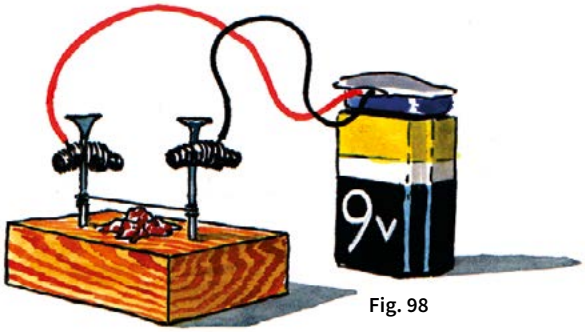
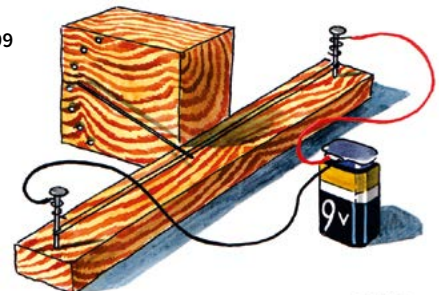


Fig. 98

99. AMPERMETAR SA VRUĆOM ŽICOM.

U drvenu dasku dužine 20-25 cm i širine 3cm zabodi dva deblja eksera. Poveži ih duplom postojanom žicom od 0,2mm i pričvrsti pokazivač, koji je zapravo drveni ili papirni štapić, kao na sl.99. Ovo je model ampermetra sa vrućom žicom. Ako su oba kraja žice povezana sa baterijom, kazaljka će se pomeriti, kao što će se i sama žica zagrejati i zategnuti zbog struje.
Potreban materijal: 33, 37, drvena daščica, dva eksera, štapić, baterija.

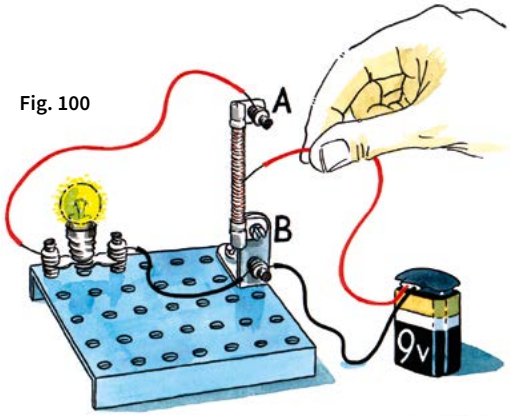
Fig. 99



100. POTENCIOMETAR.

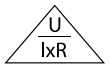
Spoji sijalicu, otpornik i bateriju da zatvoriš strujno kolo, kao na sl.100. U ovom slučaju otpornik predstavlja potenciometar. Eksperiment: neka slobodan kraj žice koja ide iz baterije dodiruje potenciometar u tački A. Sijalica će sijati punom snagom. Zatim polako pomeri kontakt iz tačke A u tačku B. Svetlo sijalice će polako slabiti da bi u tački B potpuno nestalo.Voltaža pada zbog otpornika kroz koji prolazi struja. Kako je u tački A sijalica direktno povezana sa baterijom, dobija neredukovanu struju od 9V. Kada se kontakt pomeri ka tački B, voltaža slabi jer se otpor povećava. Na pola puta od A do B voltaža je 4,5V, dok u tački B voltaža nestaje a sijalica se gasi.
Potreban materijal: 5, 6, 4 x 7, 8, 14, 28, 30, 33, 35, baterija.

Fig. 100



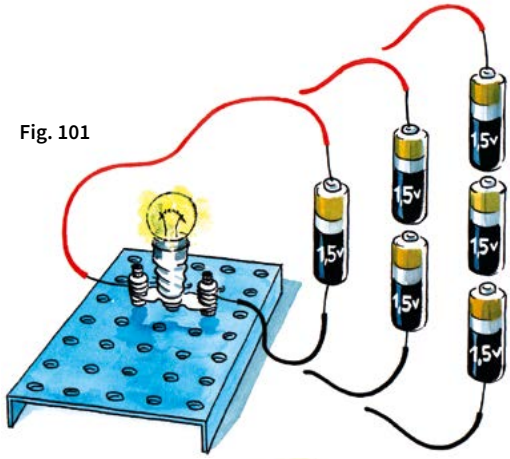
101. OMOV ZAKON.

Poveži tri baterije serijski, kako je opisano u eksperimentu br. 91. Zatim, taj izvor voltaže poveži sa sijalicom kao na sl.101. Kada se koristi jedna ćelija (1,5V), sijalica ne svetli: sa dve ćelije voltaža se povećava na 3V (1,5Vx2), pa sijalica slabo svetli. Kada se upotrijebe tri ćelije, sijalica gori jako jer je voltaža veća (1,5Vx3=4,5V). Možemo ići tako sve do 8 baterija (8x1,5V=12V) jer je sijalica predviđena da radi na 12V. Iz ovog eksperimenta možeš zaključiti da se snaga ćelije (amperaža) poveća sa povećanjem voltaže. Osim toga, eksperiment br. 96 nas je naučio da što je slabiji otpor provodnika, to je jača struja, i obrnuto. Stoga su struja, voltaža i otpor u međusobnom odnosu, koji je formulisan Omovim zakonom i koji kaže: što je veća voltaža a manji otpor, to je struja jača. Ako su struja, voltaža i otpor označeni međunarodnim simbolima, gde je:
I = struja (meri se amperima - A)
U = voltaža (meri se voltima - V)
R = otpor (meri se omima - Ω)
onda proizilazi formula:
I = U / R
Jednostavan način da zapamtiš Omov zakon je da se koristiš dijagramom Omovog zakona.



Da odrediš vrednost nepoznate osobine, pokrij prstom odgovarajuću oznaku, a ostale oznake će ti pokazati da li ih treba množiti ili deliti.I = U/R
U = I x R
R = U/I
Potreban materijal: 2 x 7, 8, 14, 33, 35, tri baterije.

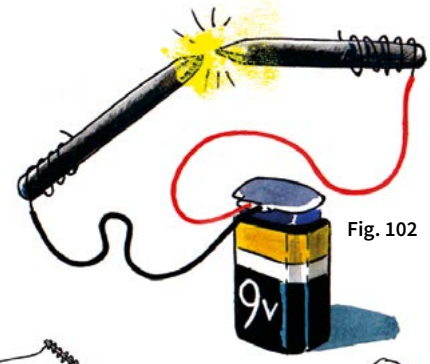
Fig. 101



102. ELEKTRIČNI LUK.

Zasilji dva karbonska štapića i spoji ih sa baterijom, kao na sl.102. Neka se vrhovi štapića dodiruju, a onda ih lagano razdvoji. Primećuješ mali ali sjajan električni luk koji se diže između vrhova. Koristeći dve ili više baterija isti eksperiment ponovi pod vodom. Ovaj električni luk se nekada koristio kao izvor svetlosti u filmskim projektorima i primjena se proširila i do sistema javne rasvete.
Potreban materijal: 33, dva karbonska štapića, baterija.

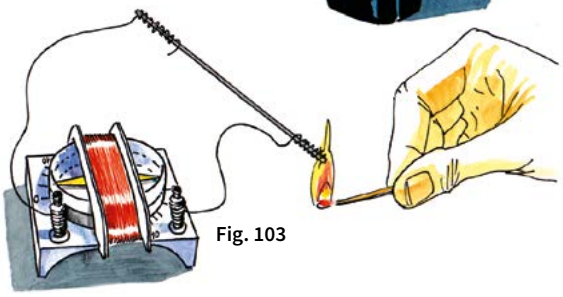
Fig. 102



103. TERMOELEKTRIČNA BATERIJA.

Komad postojane žice debljine 0,2mm pričvrsti za oba kraja željezne žice dužine 12-13cm i jednu poveži sa galvanoskopom, kao na sl.103. Čim se kazaljka na gavanoskopu umiri (žuta pokazuje nulu), zapali šibicu i zagrij jedan od dva spoja. Kazaljka će se pomeriti. Ova kombinacija dva različita metala, nazvana termoelektrična baterija, ima široku upotrebu u tehnici, naročito pri merenju temperature u železnim predmetima, proizvodnji keramičkih predmeta, itd.
Potreban materijal: 1, 2 x 7, 9, 34, 37, šibice.

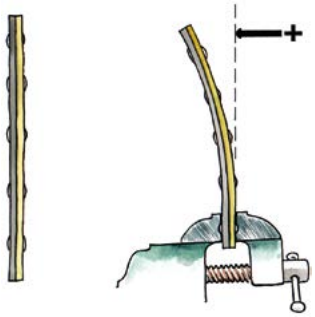
Fig. 103



104. BIMETALNA TRAKA.

Listić železa, 10x1cm, stavi preko listića od cinka ali aluminijuma iste veličine i učvrsti ih. Ako sada, držeći jedan kraj pincetom, bimetalnu trakicu počneš zagrevati, ona će uvijanjem reagovati na varijacije temperature. Ovo se dešava jer cink ima veći koeficijent toplotnog širenja od železa.
Bimetalne trakice se koriste u termostatima. To je električna sprava koja pri određenoj temperaturi prekida strujno kolo, ali čim temperatura padne (ili poraste), termostat ponovo zatvara strujno kolo (sl.104). Na ovaj način se održava zadata temperatura u frižideru, šporetu, bojleru...
Potreban materijal: list od železa, list od cinka, nitna.

Fig. 104



105. MERENJE OTPORA.

Merenje otpora se vrši instrumentom koji se zove Vitstonov most, prikazan na sl.105. Pravi se na sledeći način:
1. dva eksera ukucaj u razdaljini od 50cm u drvenu daskudugu 60, a široku8cm. Eksere poveži postojanom žicom, a njena oba kraja za galvanoskopčija je žuta kazaljka na 0.
2. Ostali elementi Vitstonovog mosta su: otpornik (u set pod br.33) sa otporom od 70 Ω, kalem, čiji ćemo otpor izmeriti, i baterija. Ovi su dielovi povezani kao na slici.
3. Dodirni žicu otpornika čiji kontakt vodi iz baterije i kazaljka galvanoskopa će deflektovati. Ipak, ona će se pomeriti i ako na bilo kojem drugom mestu dodirneš žicu otpornika izuzev na prvom. Ovu tačku zapamti i obeleži „C“. Recimo da je baš u ovoj tački otpornik podeljen na dva dela nejednake dužine, koje smo obeležili sa „d1“ i „d2“. Ove dve dužine se mogu izmeriti, npr. d1=30cm, a d2=20cm. Otpor kalema se može odrediti pomoću sledeće formule:

X = R x d1/d2
X = 70 x 30/20
X = 105 Ω

Stoga je otpor kalema u našem slučaju 105Ω. potpuno objašnjenje ove formule se može naći u bilo kojem, priručniku iz fizike.

Potreban materijal: 1, 6 x 7, 11, 30, 33, 34, 37, baterija, dva eksera, drvena daska.

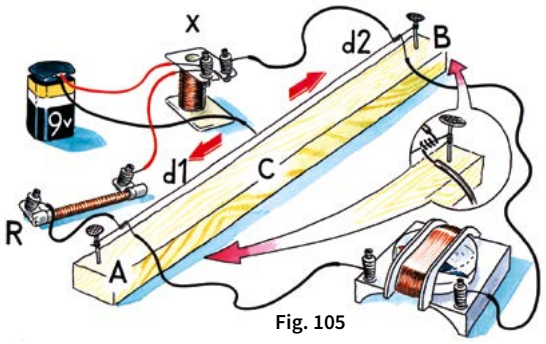


Fig. 105

106. ODNOS TEMPERATURE I OTPORA PROVODNE ŽICE

1. U malu drvenu dasku ukucaj dva eksera, pa ih poveži komadom železne žice od 0,1mm debljine koju si uvrnuo u spiralu. Poveži spiralu, sijalicu i bateriju da zatvoriš strujno kolo, kao na sl.106. Čim se kolo zatvori, sijalica zasvetli, ali ako se spirala zagreje, svetlo se gasi - dokaz da se otpor železne žice povećava sa visokom temperaturom.
2. Ponovi ovaj eksperiment koristeći postojanu spiralu iste veličine. Uprkos povećanju temperature, otpor ove žice se nije promenio.

Potreban materijal: 4 x 7, 14, 33, 35, drvena daska, dva eksera, železna žica, sveća, baterija.

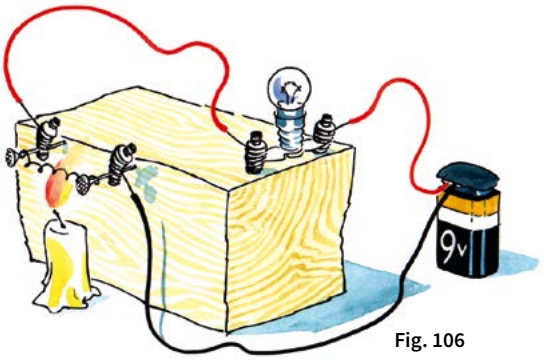


Fig. 106

ELEKTROMAGNETIZAM

107.STVARANJE ELEKTROMAGNETA.

Oko železne šipke iz seta 20-30 puta omotaj izoliranu bakarnu žicu. Zbog boljeg kontakta skini izolaciju sa krajeva žice. Slobodne krajeve poveži sa baterijom i šipku uroni u sitne komadiće železa. Čim se strujno kolo zatvori, šipka postane magnet. Prekineš li strujno kolo, šipka gubi namagnetisanost. Ovako je stvoren elektromagnet.
Upozorenje! Baterija može izazvati kratak spoj. Neka baterija bude povezana na kratko, samo toliko koliko ti je potrebno da shvatiš eksperiment. Pazi da ne opržiš prste.

Potreban materijal: 3, 2 x 7, 9, 33, 36, baterija.

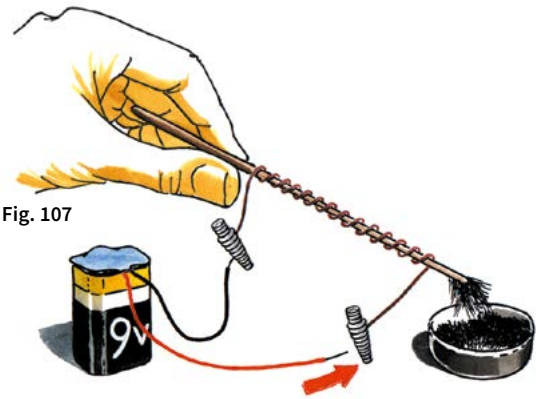
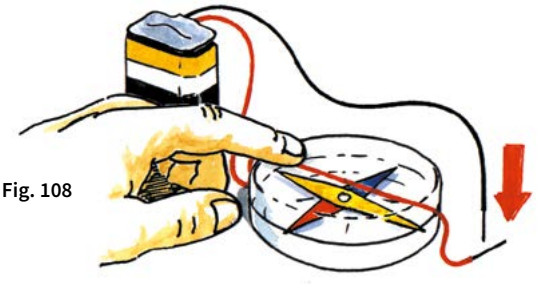


Fig. 107

108. ERSTEDOVO OTKRIĆE.

Kao i mnoga druga tako je i otkriće elektromagneta bilo sasvim slučajno. Danski naučnik Hans Kristijan Ersted je uočio da, ako se žica, kroz koju prolazi struja, postavi paralelno sa iglom kompasa, igla deflektuje. Ponovi ovaj eksperiment na sledeći načain: iznad igle kompasa drži žicu, čiji su krajevi vezani za izlaze na bateriji. Igla će se pokrenuti i ostati u tom položaju dokle god je strujno kolo zatvoreno. Čim se kolo prekine, igla kompasa se vraća u početni položaj Zamenimo li spojeve na izlazima baterije, igla će deflektovati, ali u suprotnom smeru.
Upozorenje! Baterija može izazvati kratak spoj. Neka baterija bude povezana na kratko, samo toliko koliko ti je potrebno da shvatiš eksperiment. Pazi da ne opržiš prste.

Potreban materijal: 33, 34, baterija.


Fig. 108

109.ZBRAJANJE MAGNETNIH POLJA.

Izolovanom žicom nekoliko puta omotaj kompas i nakon svakog namotaj poveži sa baterijom. Više namotaja, veća defleksija igle kompasa. Očito se oko svakog namotaj formira magnetno polje i rezultira magnetnim poljem oko solenoida (kalema), što je zbir svih pojedinačnih magnetnih polja.
Ovakav princip se primenjuje u tvom galvanoskopu i svim drugim elektromagnetima.
Upozorenje! Baterija može izazvati kratak spoj. Neka baterija bude povezana na kratko, samo toliko koliko ti je potrebno da shvatiš eksperiment. Pazi da ne opržiš prste.

Potreban materijal: 2 x 7, 33, 34, 36, baterija.



Fig. 109

110.MAGNETNO POLJE OKO PROVODNIKA KROZ KOJI PROLAZI STRUJA.

1. Provuci komad bakarne žice kroz centar većeg kartona, kao na sl.110. Oba kraja žice poveži sa baterijom i, koristeći kompas, proveri magnetno polje provodnika. Tvoj je zadatak da otkriješ obim i snagu magnetnog polja. Eksperiment se radi putem stalnog zatvaranja i prekidanja strujnog kola pri čemu treba pažljivo pratiti iglu kompasa koja deflektuje u različitim smerovima.
2. Drugi način prikazivanja magnetnog polja je da svuda oko žice koja je provučena kroz karton pospeš sitne komadiće železa. Lagano protresi karton i komadići će formirati koncentrične krugove.

Upozorenje! Baterija može izazvati kratak spoj. Neka baterija bude povezana na kratko, samo toliko koliko ti je potrebno da shvatiš eksperiment. Pazi da ne opržiš prste.

Potreban materijal: 3, 34, 36, karton, baterija.

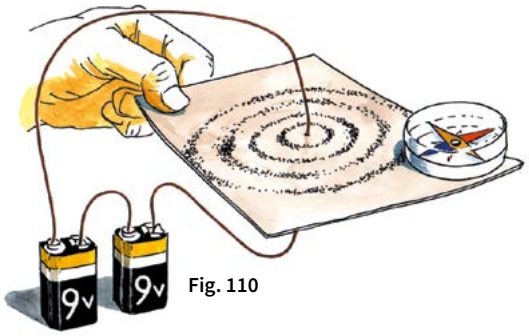


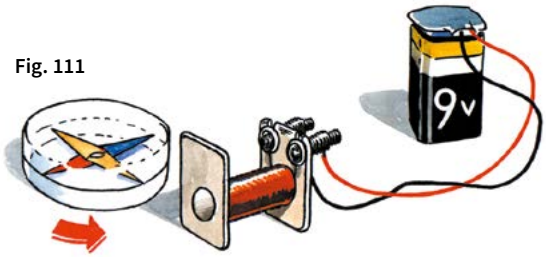
Fig. 110

111. SOLENOID KOJI SE PONAŠA KAO MAGNET.

U setu se nalazi solenoid od 1000 namotaja izolovane žice. Stavi solenoid na oko 2cm od kompasa i, prema sl.111, neka struja krene od baterije kroz namotaje. Čim se kolo zatvori, igla kompasda se pokrene i ostane u tom položaju sve dok struja prolazi kroz solenoid. Prekine li se strujno kolo, igla se vraća u početni položaj.

Potreban materijal: 2 x 7, 11, 33, 34, baterija.

Fig. 111

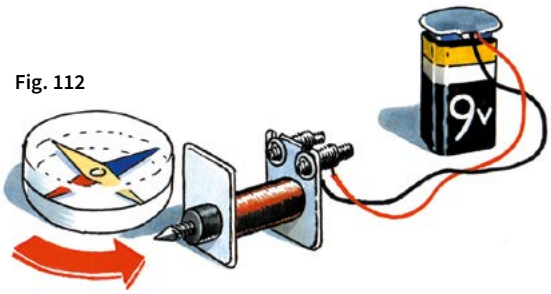


112. SOLENOID SA ŽELEZNIM JEZGROM.

Ponovi prethodni eksperiment i zapamti kretanje igle kompasa. Prekini strujno kolo da možeš umetnuti železno jezgro (ne magnet) iz seta unutar solenoida. Pri zatvaranju kola, defleksija igle kompasa je uočljivija jer je umetnuto železno jezgro povećalo magnetnu snagu solenoida.

Potreban materijal: 2 x 7, 11, 16, 33, 34, baterija.

Fig. 112



113. ELEKTROMAGNETNA TRAKA.

Namesti solenoid na železno jezgro pričvršćeno za plastičnu podlogu i poveži ga sa baterijskim izlazima. Rezultat će biti elektromagnet u obliku trake. Ovakav eksperiment dokazuje da se elektromagnet stvara u trenutku zatvaranja stujnog kola; čim se kolo prekine, magnet gubi snagu i u njemu ostaje samo minimalan trag naelektrisanja.

Potreban materijal: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 33, 34, baterija.

Fig. 113

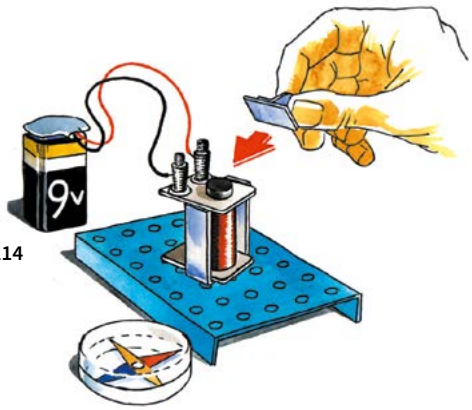


114. U-ELEKTROMAGNET.

Železno jezgro postavi na isti način kao u prethodnim eksperimentima na plastičnu podlogu, sl.114. Ovo jezgro služi da drži solenoid povezan sa baterijom. Zatvaranje kola će stvoriti vrlo jak elektronmagnet, mnogo jači od onog iz prethodnog eksperimenta iako koristiš istu bateriju i isti solenoid. Dok u prethodnom eksperimentu nije bilo moguće armaturom podići magnet i njegovu osnovu, sada se može podići mnogo veći teret. Zašto se povećala snaga elektromagneta?

Potreban materijal: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 17, 33, 34, baterija.

Fig. 114



115. ELEKTROMAGNETNI LIFT.

Koprisreći delove iz seta pokušaj napraviti elektromagnetni lift. Poveži U-elektromagnet iz prethodnog eksperimenta sa izlazima na bateriji, kao na sl.115. Zatim ga stavi u kutiju sa šarafima i pokušaj ih preneti na drugo mesto. Čim se kolo prekine, teret će ispasti.

Potreban materijal: 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 33, železni predmeti, baterija.

Fig. 116

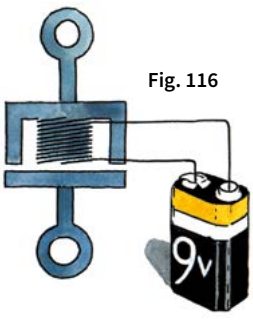
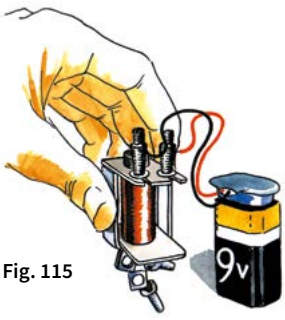


Fig. 115



116.ELEKTROMAGNET U OBLIKU TANJIRA.

Ovaj je eksperiment moguć samo ako ti je dostupna tehnička radionica. Izbuši rupu duboku 30mm sa 9 mm u prečniku u železnom disku debljine 30mm i prečnika 60mm, i umetni izolovanu žicu debljine 0,3mm namotanu 1000 puta. Provlačeći oba kraja žice kroz izolovane otvore, poveži solenoid sa baterijom Odgovarajuća armatura je napravljena od železnog diska debljine 10mm. Iako je povezan samo na bateriju, ovakav elektromagnet može podići oko 150g. Slični magneti se koriste u električnim liftovima koji podižu čak 20 tona i više.

117. KOJI JE MAGNET JAČI?

Set sadrži dva magneta: trajni, od legure AlNiCo i elektromagnet, koji liči na onaj iz prethodnog eksperimenta. Koji je od ova dva magneta jači? Da bismo odgovorili na ovo pitanje ponovi eksperiment br. 48-b, u kojem je testirana snaga trajnog magneta. Odgovarajući instrument za testiranje je pokazan na sl.117 lijevo. Kartonsku čašu instrumenta napuni sa toliko predmeta koliko magnet može da drži.
Ako ovaj isti eksperiment ponoviš sa elektromagnetom (s.117 desno), dokazaćeš da je jači od trajnog magneta.
Potreban materijal: 6, 2 x 7, 10, 11, 16, 17, 18, 33, karton, konac, baterija.

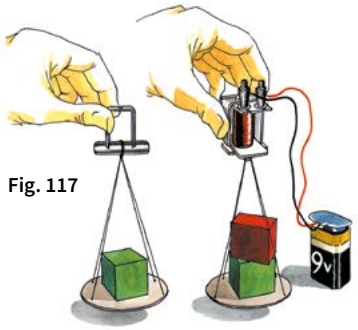


Fig. 117

118. ELEKTROMAGNETNI SPEKTAR.

1. U sredini kartona, veličine razglednice, izreži četvrtast otvor veličine 30x21mm. Tu umetni solenoid iz seta do pola. Poveži ga sa baterijom i pospi sitne komadiće željeza po kartonu. Uporedi dobijeni elektromagnetni spektar sa elektromagnetnim spektrom trajnog magneta iz eksperimenta br.40.
2. Ponovi eksperiment tako da u solenoid umetneš željezno jezgro.
Potreban materijal: 3, 2 x 7, 11, 16, 33, karton, baterija.

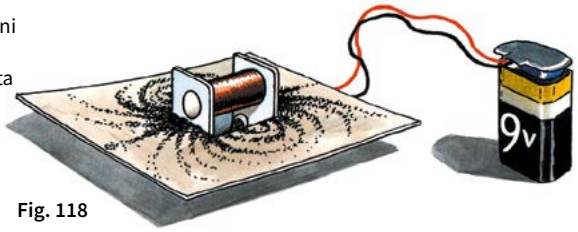


Fig. 118

119. SOLENOID SA EKSEROM.

Poveži solenoid iz seta sa baterijom, kao na sl.119, i kroz otvor u centru žleba umetni ekser srednje veličine.Kada se solenoid podigne, ekser neće ispasti. Zapravo, ekser je izložen silama, jedna od njih je gravitacija a druga magnetizam, koji je evidentno snažniji.
Potreban materijal: 2 x 7, 11, 33, ekser, baterija.

120. SOLENOID SA DVA EKSERA.

Postavi solenoid na plastičnu podlogu, umetni kroz otvor na sredini solenoida dva eksera bez glave, pa solenoid poveži sa baterijom.Zatvarajući i prekidajući strujno kolo videćeš da se ekseri pomeraju. kada je kolo prekinuto, ekseri će biti u položaju kao na sl.120a; čim se kolo zatvori, pak, ekseri se razdvoje (sl.120b). Razdvajanje nastaje zbog toga što su ekseri jednako namagnetisani (istog su pola), pa se odbijaju.
Potreban materijal: 5, 6, 4 x 7, 8, 11, 24, 28, 33, dva eksera, baterija.

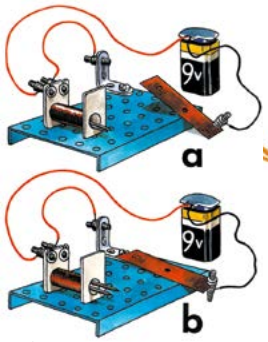


Fig. 120



Fig. 119

212. SOFT-IRON AMPERMETAR SA TANKIM ŽELEZOM.

Umetni ekser u otvor u sredini solenoida i veži ga koncem ili lastikom, kao na sl.121. Zatim, umetni kazaljku, napravljenu od dva komada tankog željeza (ili od stare limenke) veličine 40x5mm i 60x2mm, debljine 0,2-0,4mm i povezana, kao na sl.121. Tanji komad treba biti malo ulevo. Kada solenoid povežeš sa baterijom, ekser i kazaljka će se isto naelektrisati i stalno će se odbijati. Profesionalnim ampermetrom ovaj uređaj kućne izrade se takođe može baždariti i opremiti mernom skalom.
Potreban materijal: 2 x 7, 11, 33, dva tanka željeza, komad drveta, ekser, lastika, baterija.

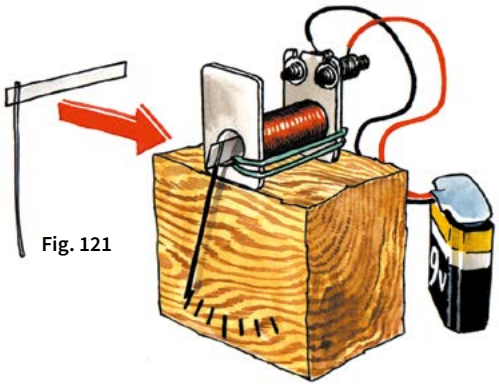


Fig. 121

122. DRUGA VERZIJA AMPERMETRA.

Namotaj postojanu žicu oko železne šipke 20 puta i dobijenu oprugu upotrebi da podupreš železno jezgro. Dio ovog jezgra umetni u solenoid (sl.122) i poveži sa baterijom. Solenoid će privući jezgro, a što je struja jača to će jezgro više tonuti u solenoid. Kada ovoj spravi dodaš kazaljku ili skalu, može služiti i za merenje privlačenja ili jačine struje.
Potreban materijal: 3 x 5, 3 x 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 2 x 20, 28, 33, 37, baterija.

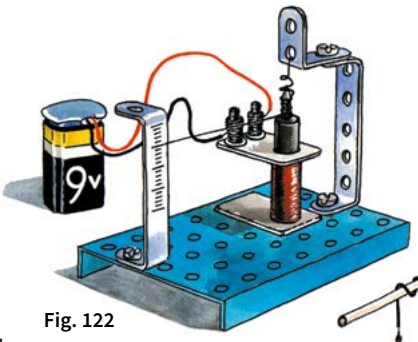


Fig. 122

123. POKRETNI KALEM.

Umetni železni držač vertikalno u plastičnu podlogu, a na nju još jednu horizontalno. Na jedan kraj horizontalnog držača pričvrsti železno jezgro, a na drugi kraj magnet. Napravljeni sklop je, zapravo, potkovica sa veoma jakim magnetnim poljem među krakovima. Stavi solenoid od izoliranog bakra debljine 0,16mm u to magnetno polje. Kalem mora imati 10-12 namotaja žice debljine 10mm i biti povezan kao na sl.123 levo. Jedan kraj solenoida vodi papirnim postoljemka pozitivnom izlazu baterije, a drugi vodi postoljem ka negativnom (zbog bolje konekcije, skini izolaciju sa oba kraja bakarne žice). Čim se kolo zatvori, solenoid će se okrenuti ili levo ili desno, zavisno od smera struje. Svi precizni električni merni instrumenti rade na ovom principu. Rotaciju solenoida ćemo objasniti u narednom eksperimentu.
Potreban materijal: (20), 2 x 5, 3 x 6, 10, 16, 2 x 29, 33, 36, baterija.

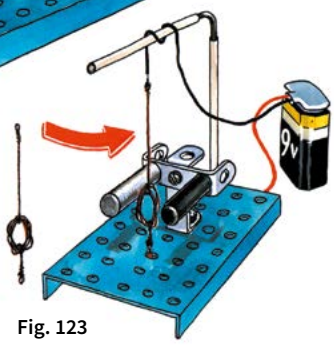


Fig. 123

124. PROVODNIK U MAGNETNOM POLJU.

Učvrsti železni držač za plastičnu podlogui zakači i železno jezgro i magnet na njega. Onda uzmi 10cm bakarne žice i držač iz eksperimenta br.20 da sa oko 30 namotaja učvrstiš vijak sa duplim navojem u magnetno polje potkovice i podesiš kako je opisano. Da bi veza bila bolja, sa oba kraja bakarne žice skini izolaciju.
Čim se strujno kolo zatvori, vijak će se okrenuti ili u levo ili u desno, zavisno od smera struje. Rotacija se javlja zbog interakcije magnetnog polja: jedno jako magnetno polje je stvoreno između oba kraja magneta, drugo , čim se strujno kolo prekinulo, oko provodnika. Dobro je poznato da se magnetna polja ili privlače ili odbijaju, zavisno da li su ista ili različita. Ovaj eksperiment je jako važan da razumiješ kako radi elektromotor.
Potreban materijal: (20), 5, 2 x 6, 10, 12, 16, 29, 33, 36, baterija.

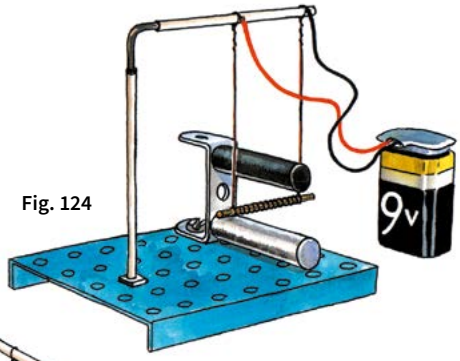


Fig. 124

125. BLOKIRANJE ELEKTROMAGNETA.

Fiksiraj elektromagnet na plastičnu podlogu i uz pomoć stalka iz eksperimenta br.20 pamučnim koncem sveži železni držač (38x12mm) na stalku, tako da bude 1cm udaljen od elektromagneta. Kada je zatvoreno strujno kolo elektromagnet privlači železni držač. Međutim, ako se neki materijal, poput bakarnog lima, lima od cinka, kartona, stakla ili železnog lima, umetne između elektromagneta i držača, uočićeš koji materijali ne utiču na magnetno polje, a koji gas, s druge strane, blokiraju.
Potreban materijal: (20), 5, 2 x 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 28, 29, 33, konac, baterija.

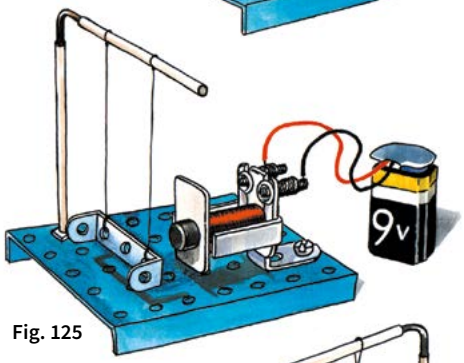


Fig. 125

126. ELEKTROMAGNETNA KOČNICA.

Za držač (vidi eksperiment br.20), pričvršćen na plastičnu podlogu, pamučnim koncem sveži aluminijumsko zvonce okrenuto naopako. Ispod postavi elektromagnet. Crticom sa strane označi zvonce. Strujno kolo je i dalje prekinuto, a zvonce uvrni tri puta. Pusti ga i izbroji koliko krugova napravi dok se okreće. Kada se zvonce zaustavi, zatvori strujno kolo i ponovi eksperiment. Uočićeš da elektromagnet koči zvonce. Opisana pojava igra važnu ulogu u tehnici.
Potreban materijal: (20), 6, 2 x 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 33, konac, baterija.

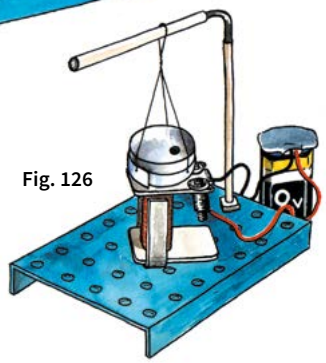


Fig. 126

PRIMENA ELEKTROMAGNETA U TEHNICI

127. MORZEOV TELEGRAM.

Učvrsti magnet, koji se sastoji iz jezgra podignutog maticom, čauru i solenoid za plastičnu podlogu i podesi armaturu tako da je vrlo blizu elektromagneta. To je, u stvari, nosač 60x12mm, fiksiran horizontalno na vertikalni. Sa desne strane mu je dodat ugao 25x25mm koji drži olovku. Pričvrsti prekidač napravljen od bakarne pločice za ugao 25x25mm i oprugama za podlogu (vidi sl.127). Ako ovaj telegraf povežeš sa baterijom i zatvoriš strujno kolo, elektromagnet će privlačiti armaturu.
Čim se kolo prekine, armatura se vraća u prvobitni položaj. U slučaju profesionalnog telegrafa olovka će beležiti tačke i crtice na papirnu traku koja prolazi ispod nje. Tačke i crtice, koje čine Morzeovu azbuku (vidi eksperiment br.85), zavise od toga koliko je dugo strujno kolo zatvoreno.
Potreban materijal: 5 x 5, 6 x 6, 6 x 7, 8, 11, 16, 17, 20, 24, 2 x 28, 29, 33, baterija, olovka, papir.

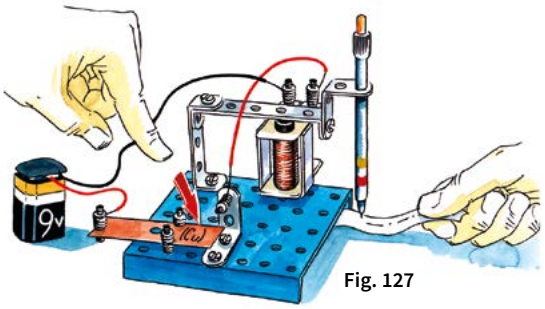


Fig. 127

128. MORZEOV TASTER.

Morze je izumio poseban prekidač koji dozvoljava naizmenično uključivanje i isključivanje dva telegrafa. ovakav taster možeš i sam napraviti. Upotrijebi bakarnu pločicu, dva ugla 25x25mm i opruge. Sve to pričvrsti za plastičnu podlogu. Dva ugla zajedno sa šarafima predstavljaju desni i levi kontakt (sl.128). Morzeov taster ima tri napajanja, središnji funkcioniše kao uobičajeno napajanje.. Međutim, ako polugu pomeriš u jednu ili drugu stranu, struja će proći preko desnog ili levog spoja. Rad Morzeovog tastera se najbolje objašnjava putem međusobne povezanosti. dva telegrafa.
Potreban materijal: 7 x 5, 8 x 6, 7 x 7, 8, 11, 16, 17, 20, 23, 3 x 28, 29, 33, baterija.

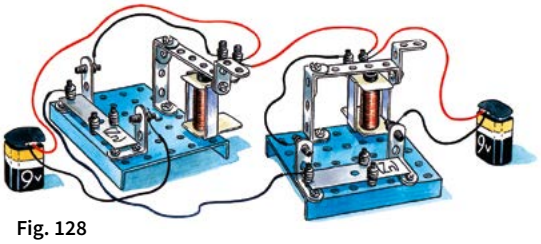


Fig. 128

129.CRTEŽI STRUJNOG KOLA.

Na sl.129 je crtež strujnog kola dva Morzeova telegrafa i dva Morzeova tastera. Značenje slova:

T = Morzeov telegraf **B = baterija**
K = Morzeov taster **Z = uzemljenje**

Ovaj se metod koristio za međusobno povezivanje dve železničke stanice. Ako imaš dva seta „Edison Jr“ možeš pratiti crtež. Dva telegrafa smesti u dvie različite prostorije, poveži ih sa dvie žice i moći ćeš koristiti telegraf. U slučaju Morzeovog železničkog telegrafa koristi se samo jedna žica, dok je drugu zamenilo tlo; tlo ostvaruje kontakt sa dve metalne pločice skrivene u zemlji. Današnji su telefoni, faxovi i elektronska pošta zamenili telegraf.
Potreban materijal: dva Morzeova telegrafa, dve baterije.

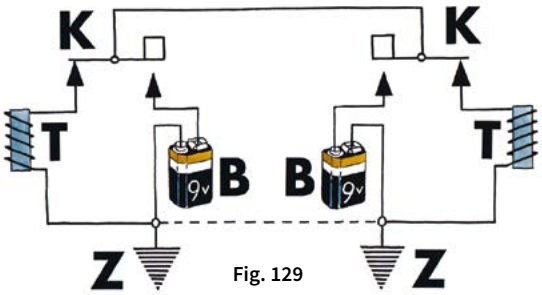


Fig. 129

130. VAGNEROV ČEKIĆ.

Naučnik Vagner je otkrio električni uređaj koji automatski zatvara i prekida strujno kolo. Poznat je kao Vagnerov čekić i često se koristi u tehnici. Pokušaj ga napraviti na sledeći način: učvrsti elektromagnet za plastičnu podlogu koristeći ugao 25x25mm. Na oko 2-3 mm od elektromagneta za drugi ugao zakači mali čekić zvona. Struja treba da poteče iz baterije, preko žice u tvojoj ruci ka čekiću, odatle do ugla, a onda preko žice koja spaja ka solenoidu i nazad do baterije.

Čim se strujno kolo zatvori, čekić će početi da vibrira i tako će zatvarati strujno kolo. U trenutku kada ga elektromagnet privuče, čekić će se odvojiti od spojeva i prekinuti kolo. Kao posledica toga elektromagnet će prestati da radi, dok će se čekić, zbog opruge, vratiti u prvobitni položaj i ponovo zatvoriti strujno kolo. Ovaj proces se stalno ponavlja.

Potreban materijal: 4 x 5, 5 x 6, 3 x 7, 8, 11, 16, 17, 2 x 28, 31, 33, baterija.

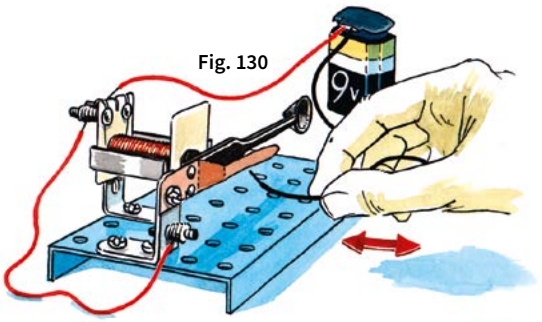


Fig. 130

131. ELEKTRIČNO ZVONO.

Nakon što si napravio Vagnerov čekić, ni konstruisanje električnog zvona ti neće biti problem. Trebaš dodati šaraf M4x20 i zvono. Kao na sl.131, šaraf M4x20 se sastoji iz ugla sa vijkom i dve matice. Zvono je pričvršćeno za podlogu pomoću vijka sa duplim navojem i odgovarajućim maticama. Spojevi se mogu videti na sl.131.

Potreban materijal: 5 x 5, 12 x 6, 4 x 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 25, 3 x 28, 31, 33, baterija.

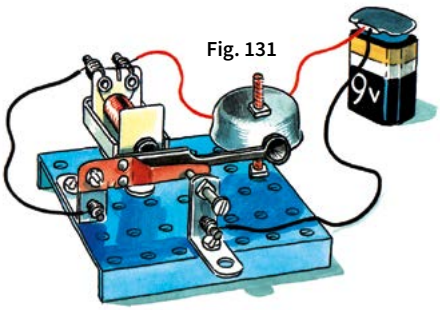


Fig. 131

132. ELEKTRIČNO ZVONO UMESTO PORTIRA.

Sl.132 predstavlja crtež strujnog kola u smislu povezanosti električnog zvona, baterije i dugmeta za zvonjenje. Zvono i baterija su instalirani u stanu, dok je dugme na samom ulazu. Kada neko želi da te poseti pritisne dugme. Na taj način se strujno kolo zatvori, a zvono počne da zvoni. Uz pomoć drugog elektromagneta možeš svom gostu i vrata da otvoriš.

Potreban materijal: električno zvono, baterija, dugme za zvono, žice za spajanje.

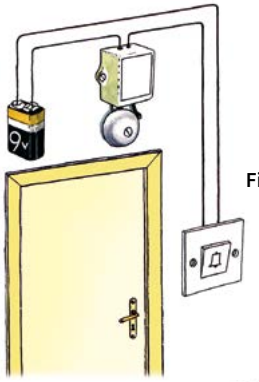


Fig. 132

133. ELEKTRIČNO ZVONO SA VIŠE TASTERA.

Neke ustanove poput bolnice, hotela, železničkih vagona, itd. zahtevaju instalacije koje ti omogućavaju da pozoveš određene ljude, kao npr. domara, medicinsku sestru, konduktera. Sl.133 predstavlja crtež strujnog kola pokazujući kako su povezani zvono, baterija i nekoliko tastera. Da bismo objasnili primenu ovog principa u praksi, ispitajmo sistem spavaćih kola. U prolazu spavaćih kola iznad svakih vrata se nalazi crveno svetlo. Kada zvono zazvoni, pločica „ispadne“ i kaže kondukteru koji ga putnik zove. Slične tablice sa brojem sobe se mogu naći u bolnicama i hotelima. Njihov rad, takođe, zavisi od elektromagneta.

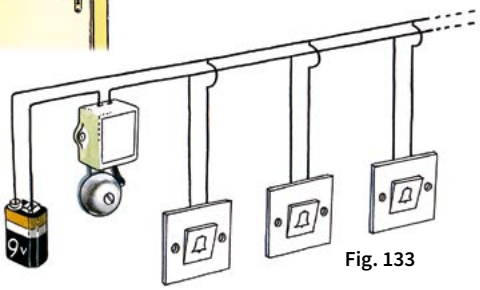


Fig. 133

134. SIGNALNA OPREMA.

Uzmi limenu pločicu da napraviš prekidač kao na sl.134. Svako parče lima mora biti 10x60mm. Pričvrsti prekidač iznad vrata tako da dva lima ostvare kontakt kada se vrata otvore ali ne kada se zatvore. Poveže li se prekidač sa baterijom i električnim zvonom, dobije se signalni uređaj koji obaveštava kada se vrata ili prozor otvore.

Pripomočki: zvonec, košček pločevine, žica za spajanje, baterija.

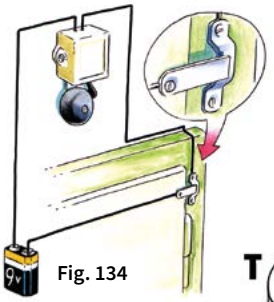


Fig. 134

135. ELEKTRIČNI INDIKATOR NIVOA TEČNOSTI.

Nivo vode, ili bilo koje druge tečnosti, u fabrici ili laboratorijskoj posudi nikada ne bi trebalo da bude iznad ili ispod određene tačke. Takve tačke se mogu osigurati strujom kao na sl.135. Tečnost nosi plovak koji se diže i spušta sa nivoom tečnosti. U slučaju da ona dostigne kritičnu gornju tačku, kontakt A zatvara strujno kolo i električno zvono upozorava da nešto nije u redu. Ako, s druge strane, nivo tečnosti padne ispod minimuma, kontakt B zatvara strujno kolo i aktivira signalni sistem. Moguća je i potpuno automatizovana regulacija nivoa tečnosti. U tom slučaju, jedan kontakt otvara dotok, a drugi zatvara ispuštanje tečnosti. Oznake su:

P = plovak
T = točak
U = teg

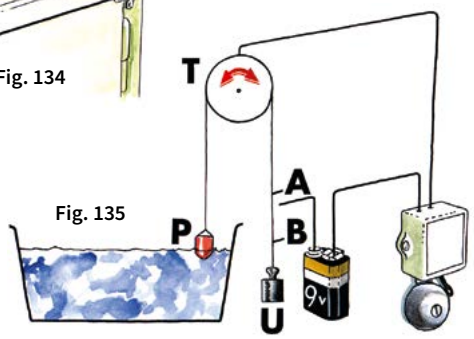


Fig. 135

136. PSIHOLOŠKI UTICAJ STRUJE NA ČOVEKA.

Struja utiče na ljudsko tielo. Ovo se može pokazati eksperimentima:

1. Lievom rukom uzmi bakarnu pločicu a desnom pločicu od cinka, pa oba izlaza na bateriji dodirni njima, kao na sl.136 levo. Iako pretpostavljaš da kroz tvoje telo prolazi struja, nećeš je osetiti.

2. Poveži metalne pločice iz prethodnog eksperimenta sa kalemom sa železnim jezgrom (sl.136 desno). Zatim, držeći pločice, zatvoraj i prekidaj strujno kolo iznova. Kao i prie, kada zatvoriš strujno kolo ne osećaš ništa. Ipak, osećaš jak elektrošok kad prekineš strujno kolo.

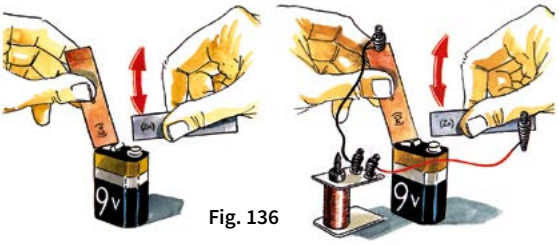


Fig. 136

Ovi udari potiču od kalema u trenutku kada se kolo prekine. Da shvatiš ovu pojavu, ponovi eksperiment br. 95. Tako ćeš shvatiti tzv. induktivni otpor u kalemu u zatvorenom strujnom kolu. Magnetno polje se formira oko kalema pod ovim okolnostima, ali čim se kolo prekine magnetno polje nestane, a posledica je indukovana struja koju osećaš kao udar.
Potreban materijal: 4 x 7, 11, 16, 23, 24, 33, baterija.

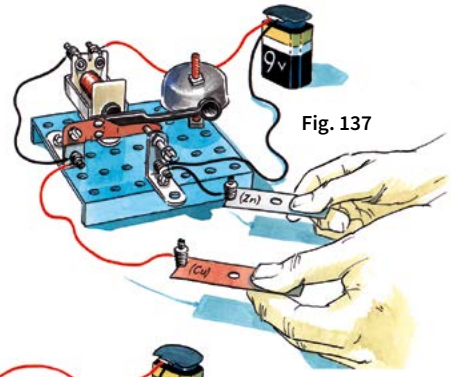


Fig. 137

137. INDUKOVANI KALEM.

Samo je jedan korak od električnog zvona do indukovanog kalema. Dok zvono zvoni, poveži ga sa dve metalne pločice: prvu pričvrsti šarafom, a drugu uglom na kojem je čekić (sl.137). Ako su ti ruke suve, osetićeš blagu struju, ako su ti, pak, mokre osetićeš jaku struju. Očito je voltaža struje koju osetiš veća nego ona u džepnoj lampi.
Potreban materijal: (131), 23, 24, 33, baterija.

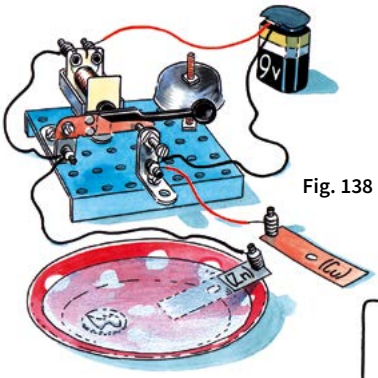


Fig. 138

138. ELEKTRIČNO PUNJENJE KROZ VODU.

Potopi metalnu pločicu iz prethodnog eksperimenta u tanjirić sa vodom u kojoj je novčić. Dok zvono zvoni desnom rukom čvrsto uhvati drugu metalnu pločicu, a levom pokušaj izvaditi novčić iz vode. Kada dodirneš površinu vode osetićeš jak udar i nećeš moći podići novčić, jer će ti ruku uhvatiti grč.
Potreban materijal: (137), tanjirić s vodom, novčić.

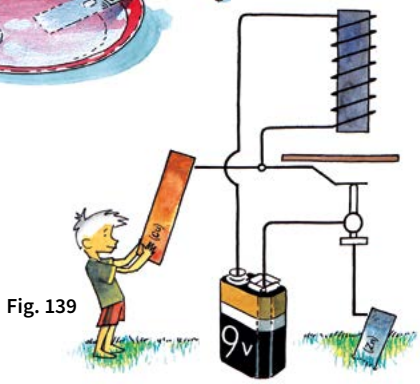


Fig. 139

139. ZEMLJA KAO PROVODNIK.

Elektrodu iz prethodnog eksperimenta gurni u vlažno tlo nakojem stojiš bos. Drugu elektrodu uhvati rukom i videćeš da je vlažno tlo dobar provodnik (sl.139 je samo delimična shema eksperimenta).
Potreban materijal: (137).

140. RELEJ.

Relej je uređaj koji dozvoljava da se jako strujno kolo idirektno zatvori i prekine slabijom strujom. Postoje dva tipa releja, zatvarajući i otvarajući. Pokušaj napraviti oba. Sl.140 prikazuje crtež strujnog kola u releju koji prekida strujno kolo. Prvo kolo uključuje elektromagnet i bateriju br.1. Čim se kolo zatvori, elektromagnet privuče mali čekić koji do se okreće zatvara drugo kolo, koje sadrži sijalicu, bateriju br.2 i čekić. Rezultat je to što sijalica svetli. Nije teško modifikovati zatvarajući relej prema ovom koji prekida strujno kolo.
Potreban materijal: 3 x 5, 3 x 6, 6 x 7, 8, 11, 14, 16, 2 x 29, 31, 33, 35, dve baterije.

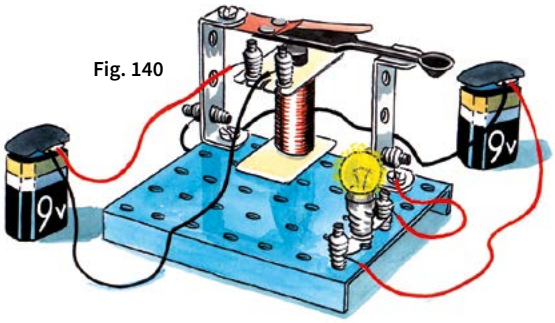
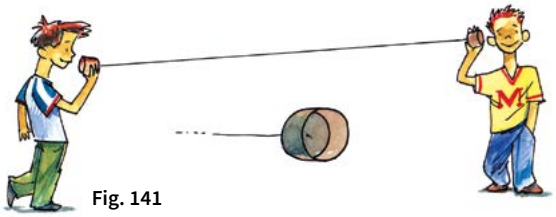


Fig. 140

141. ČOBANSKI TELEFON.

Čobanski telefon se sastoji iz dva kartonska cilindra s jedne strane pokrivena papirom - možeš koristiti i prazne čaše od jogurta. Poveži dva dela tanjim koncem, koji mora biti zategnut tokom razgovora. Dok jedan priča drugi sluša, i obrnuto, jer istovremeno pričati i slušati nije moguće. Za vreme razgovora papirna opna vibrira. Preko zategnutog konca ove se vibracije prenose na drugu papirnu opnu koja isto tako vibrira, omogućujući da se čuje glas s druge strane.
Ovakav se telefon, pak, ne može koristiti za razgovor na velike daljine ili iza ugla. Belov telefon radi na istom principu. I on se sastoji iz dva dela, svaki sadrži trajni magnet, železno jezgro i solenoid; tanka metalna opna stoji ispred elektromagneta. Ako govoriš u opnu, magnetno polje se mienja. Rezultat je stvaranje struje u kalemu.
Pomoću dve žice ova struja se prenosi u drugi telefonski uređaj, gde uzrokuje vibraciju metalne opne. Belov telefon je zanas zamenjen modernom verzijom sastavljenom od slušalice i mikrofona.


Fig. 141

142. ELEKTRIČNA ENERGIJA PRETVORENA U ZVUK.

Sl.142 pokazuje crtež strujnog kola uređaja koji struju pretvara u zvuk. Pričvrsti elektromagnet, koji u sebi ima jezgro, čauru i solenoid, na plasičnu podlogu. Pokrij magnet metalnim poklopcem od kutije za bombone (napravljenim od železnog lima) koji će se blago podizati tokom eksperimenta. On ima ulogu opne. Ako se kolo naizmenično zatvara i prekida, čuće se neko šuštanje. Kada je kolo zatvoreno, opnu privuče elektromagnet, a kad se prekine kolo opna se, zbog svoje fleksibilnosti, vraća u prvobitni položaj. Slušalica, koju ćeš praviti u narednom eksperimentu radi na istom principu.
Potreban materijal: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 17, 33, limeni poklopac, baterija.

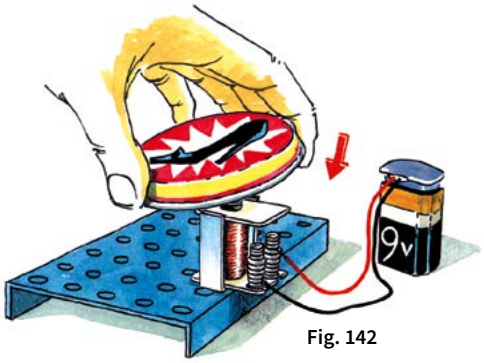


Fig. 142

143. SLUŠALICA.

Koristeći dva držača 38x12mm i jedan držač dimenzija 60x12mm spoji membranu i elektromagnet tako da su udaljeni 1-2mm. Dalje, spoji slušalicu sa baterijom kao na sl.143. Kada se kolo zatvori membrana ne treba ni da dodiruje niti da bude jako daleko od elektromagneta. Kada je kolo zatvoreno elektromagnet privuče membranu. Kada se kolo prekine, membrana se opusti. Čuje se karakterističan zvuk šuštanja.

Potreban materijal: 4 x 5, 6 x 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 20, 22, 2 x 29, 33, baterija.

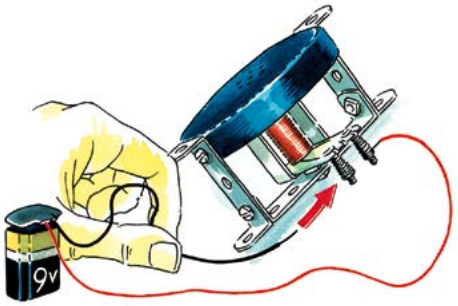


Fig. 143

144. TURPIJA PREKIDA STRUJNO KOLO.

Spoji slušalicu iz prethodnog eksperimenta sa baterijom preko turpije, kao na sl.144. Neka jedan kontakt klizi preko turpije. Za to vreme, uzastopnog prekidanja kola, u slušalici se čuje šuštanje.

Potreban materijal: (143), turpija.

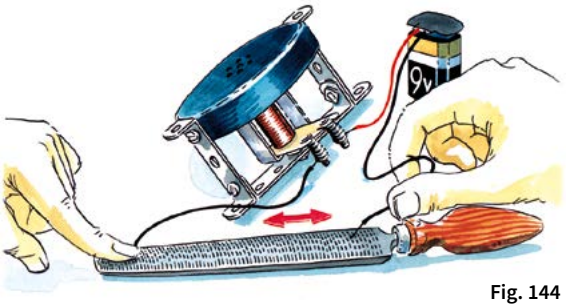


Fig. 144

145. AUTOMOBILSKA SIRENA.

Ovaj eksperiment zahteva slušalicu (sl.143), bateriju i žice za spajanje. Jedan pol solenoida spoji sa membranom, a drugi sa izlazom iz baterije. Preostali izlaz iz baterije treba pažljivo povezati sa membranom (pustiti je da vibrira), kao na sl.145.

Potreban materijal: (143), 7.

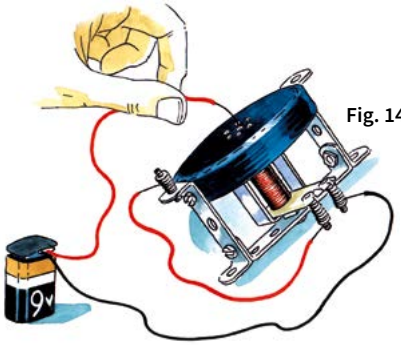


Fig. 145

146. MIKROFON.

Ovaj set sadrži veoma jednostavan, pa ipak osetljiv mikrofon. Sastoji se iz dva osnovna diela: membrane kao u slušalici (osim što je plastična) i tri šipkice od kojih su dve železne i povezane sa membranom, dok je treća karbonska i u dodiru sa ostale dve. Poveži bateriju, mikrofon i električnu sijalicu da zatvoriš strujno kolo, kao na sl.146. Ako pritisneš nezakačenu karbonsku šipkicu, sijalica će zasvetliti. Što više pritišćeš, svetlost je jača. Zbog jačeg ili slabijeg kontakta sa karbonom, mikrofon će pustiti jaču ili slabiju struju da prođe. Isto se dešava kada govoriš u mikrofon.

Potreban materijal: 2, 4 x 5, 4 x 6, 4 x 7, 8, 14, 2 x 28, 33, 35, baterija.

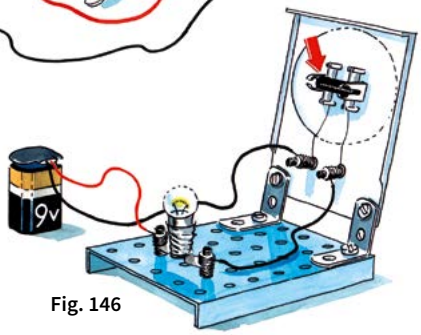


Fig. 146

147. TELEFON.

Ako slušalicu iz eksperimenta br. 143 kao i mikrofon iz prethodnog eksperimenta povežeš sa baterijom, nova kombinacija će biti telefonski uređaj tj. uređaj za prenos govora i drugih zvukova na daljinu. Analogni ručni sat koji leži na plastičnoj podlozi se može čuti kroz slušalicu. To je zbog činjenice da kucanje sata čini da membrana u mikrofonu vibrira. Kako kroz karbonske šipkice u mikrofonu prolazi slabija i jača struja, a membranu privlači elektromagnet drugačije jačine iz slušalice, vazduh vibrira i vibracije su primetne. Ovakav telefon iz kućne radionice se može primeniti i za prenos govora. U ovom slučaju ostavi mikrofon u jednoj prostoriji, a slušalicu prenesi u drugu (trebaće ti duže žice).

Potreban materijal: (143), (146), ručni sat.

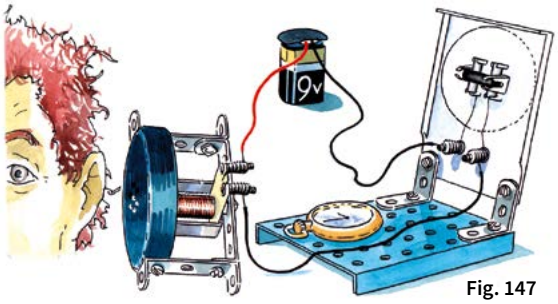


Fig. 147

GENERATORI I ELEKTROMOTORI

148. MEHANIČKA ENERGIJA PRETVORENA U ELEKTRIČNU.

1. Poveži solenoid sa galvanoskopom sl.148) i jako brzim i kratkim pokretom umetni magnet u žleb. Kazaljka na galvanoskopu će se pomeriti, nakon čega će se vrlo brzo vratiti u početni položaj. Ako magnet brzo izvadiš, kazaljka će se pomeriti u suprotnom smeru.
2. Prevrni magnet i ponovi eksperiment. Sada ćeš primetiti električne udare. Kako je nastala struja u ovom eksperimentu? Iz prethodnih eksperimenata znaš da je magnet izvor magnetnog polja. Ako magnet umetneš u solenoid, magnetne linije sile seku namotaje na solenoidu. Zbog indukcije, stvara se struja, ali traje samo se magnet okreće, a time i dok se magnetno polje menja. Ovo je jedan od osnovnih elektrotehničkih eksperimenat. Svi su generatori napravljeni na ovom principu. Generator je mašina za pretvaranje mehaničke energije u električnu.

Potreban materijal: 1, 4 x 7, 10, 11, 33, 34.

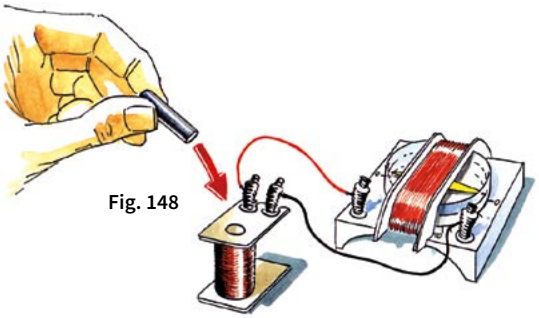


Fig. 148

149. GENERATOR NAIZMENIČNE STRUJE.

Ubaci železno jezgro u solenoid, dalje poveži solenoid sa galvanoskopom i čekaj da se kazaljka zaustavi na nuli. Okreni magnet svezan o konac, iznad solenoida i rezultat je najjednostavnija verzija generatora naizmenične struje.

Potreban materijal: 1, 4 x 7, 10, 11, 16, 33, 34, papir, konac.

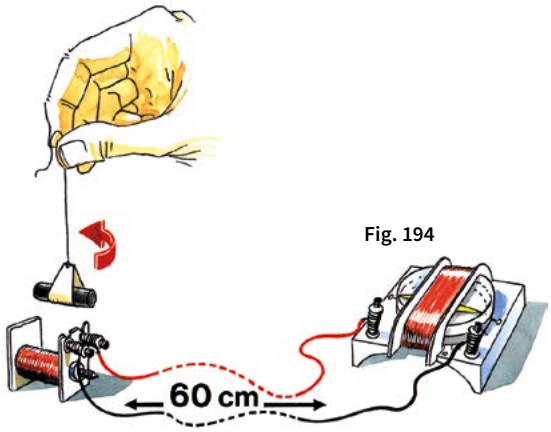


Fig. 194

150. ELEKTRIČNI MOTOR I STATOR GENERATORA.

Deo električne mašine koji se ne kreće se zove stator. Pokušaj napraviti jedan. Obe nožice statora pričvrsti za podlogu i ubaci magnet, pričvršćen za njega pomoću vijka sa duplim navojem i dve matice. Stator je spreman. Kompasom možeš dokazati prisustvo magnetnog polja između nožica statora. Čak možeš i demonstrirati magnetne linije sile kako se pružaju od jedne ka drugoj nožici statora tako što ćeš tu prosuti sitne komadiće železa (vidi eksperiment br.41).

Potreban materijal: 2 x 5, 4 x 6, 8, 10, 12, 15, 34.

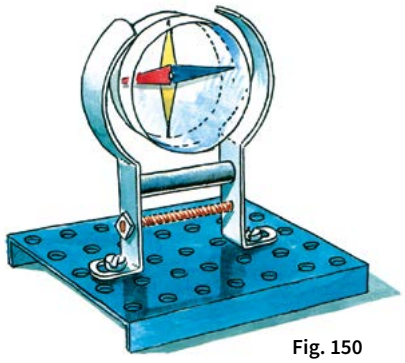


Fig. 150

151. ELEKTRIČNI MOTOR I ROTOR GENERATORA.

Rotor je zapravo rotirajući solenoid. Oba kraja njegovog navoja završavaju sa dva polucilindra koji se zovu kolektori i kod elektromotora služe da obezbede, a ukod generatora da prenesu struju. Po jedna metalna opruga se naslanja sa svake strane kolektora i zovu se četkice. Uzmi kompas da proveriš rad rotora:

1. poveži rotor četkicama za bateriju kao na sl.151
2. pomoću kompasa odredi severni i južni pol rotora
3. proveri da li se polovi rotora, kada se okrene za 360 stepeni, menjaju ili ostanu isti.

Pažljivim posmatranjem ćeš videti da nakon svakog okretanja za 180 stepeni oba kraja rotora solenoida menjaju polaritet, zbog kolektora koji u određenim trenucima menja smer struje. Očigledno se to menja kada je rotor u horizontalnom položaju. U tom trenutku se menjaju i magnetni polovi na rotoru. Severni pol postane južni i obrnuto.

Potreban materijal: 3 x 5, 3 x 6, 2 x 7, 8, 19, 2 x 20, 21, 33, baterija.

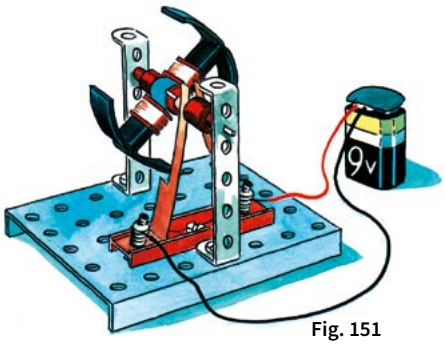


Fig. 151

152. ELEKTRIČNI MOTOR NA ISTOSMERNU STRUJU.

Nakon što napraviš stator (eksperiment br.150) i rotor sa četkicama (eksperiment br. 151) pokušaj napraviti motor na istosmernu struju. Prvo namesti rotor sa četkicama, pa stator. Nakon što si proverio da li rotor besprekorno rotira i da li se četkice naslanjaju na kolektor, poveži električni motor sa baterijom. Rotor će se početi okretati, prvo polako, pa brže, do punog broja okreta, oko 2800-3000 u minuti. Zameni izlaze baterije!

Potreban materijal: (151), 2 x 5, 4 x 6, 10, 12, 15.

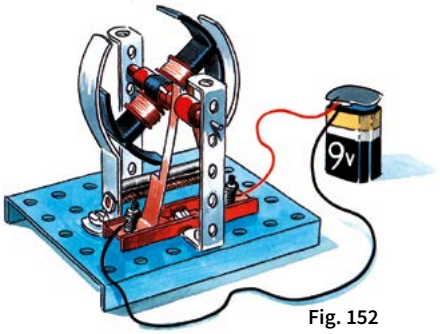


Fig. 152

153. GENERATOR NA ISTOSMJERNU STRUJU.

Poveži električni motor iz prethodnog eksperimenta za galvanoskop i okreni rotor električnog motora rukom. kazaljka na galvanoskopu se pomeri. Rotor okreni u suprotnom smeru.

Kao što vidiš, motor na istosmernu sruju se može koristiti i kao generator. tj. urežaj za stvaranje istosmerne struje.

Potreban materijal: (152), 1, 2 x 7, 34.

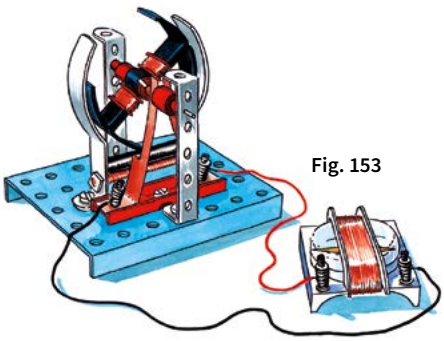


Fig. 153

ZAKLJUČAK

Nakon što si uradio sve eksperimente iz ove knjižice ne znači da si sve završio. Naprotiv, tek si na početku. Ovi eksperimenti predstavljaju prve, a prema tome, i najvažnije korak u sticanju znanja iz polja tehnike kroz vlastito iskustvo. Od sada ćeš moći upotpuniti svoje znanje i tuđim iskustvima, putem knjiga, predavanja, kao i radio i TV emisija.

Svoje znanje možeš obogatiti sa:
GENIUS (153 električna + 120 elektronskih eksperimenata i teorijska objašnjenja).

POPIS SKLOPIVIH DELOVA I ODGOVARAJUĆE SLIKE

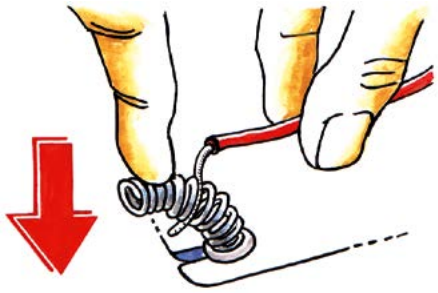
Br.	POPIS SKLOPIVIH DELOVA I ODGOVARAJUĆE SLIKE	Kom.
1	Galvanoskop	1
2	Mikrofon	1
3	Kutija sa komadićima železa	1
4	Kutija sa šarafima i maticama	1
5	Vijci M4 x 5	12
6	Matice M4	16
7	Opruga	1
8	Plastična podloga	8
9	Železna šipka	1
10	Magnet	1
11	Kalem (solenoid)	1
12	Vijak sa dupli navojem	1
13	Zvonce	1
14	Sijalično grlo	1
15	Stator (sa dve nožice)	1
16	Železno jezgro	1
17	Žleb za jezgro kalema	1
18	Armatura	1
19	Rotor	1
20	Veliki metalni držač 60x12mm	2

Br.	POPIS SKLOPIVIH DELOVA I ODGOVARAJUĆE SLIKE	Kom.
21	Par četkica	1
22	Slušalica	1
23	Pločica od cinka (Zn)	1
24	Pločica od bakra (CU)	1
25	Šaraf M4 x 20	1
26	Plastična pločica	1
27	Metalna špahtla sa pl. drškom	1
28	Ugao 25 x 25 mm	4
29	Mali metalni držač 38x12mm	2
30	Otpornik (reostat)	1
31	Mali čekić za zvonce	1
32	Ključ sa odvijačem	2
33	Izolovani spojevi	5
34	Kompas	1
35	Sijalica 12 V/0,05 A	1
36	Bakarna žica	1
37	Postojana žica	1



Ubacite kontakt (priključak) u osnovnu ploču.





Ubacite žicu u kontakt (priključak).



ELECTRO PIONEER

153 different experiments of electricity and magnetism

Uses one battery 9V ⎓ IEC 6LR61-9V ⎓ (not included)

Producer and copyright-holder: Mehano d.o.o. • Polje 9 • SI - 6310 Izola • SLOVENIA

CONTENTS

ELECTROSTATICS ..... 87 - 92
MAGNETISM ..... 92 - 97
BATTERIES AND ELEMENTS ..... 97 - 103
ELECTROMAGNETISM ..... 103 - 106
APPLICATION OF THE ELECTROMAGNET IN ENGINEERING ..... 106 - 109
GENERATORS AND ELECTROMOTORS ..... 109 - 110

RIGHTS AND OBLIGATIONS:

By purchasing this book, you agree to comply with all copyright regulations covering this type of work, and not to violate the copyright. The contents of this book are protected by the copyright law. No part of this book can be reproduced or rewritten, photocopied or transferred to any information storage media without explicit prior written permission from the publisher.
All experiments described in this book have been carefully examined and tested. Nevertheless, the publisher does not accept responsibility for any physical and/or material damage, or for injuries occurring during the assembly of the experiments described in this book.

TO OUR YOUNG READERS

We are delighted that you have entered the fascinating world of electric through our book, and we hope that you will enjoy the experiments. However, this kit is not meant solely for your enjoyment. By conducting the experiments and reading the pertaining explanations, you will also learn the basics of electric, which you will find useful time and again in the real life situations. Do not be afraid to experiment. The results of an experiment are worth more than the opinions of a thousand experts, so test all your new ideas. If an experiment does not work as it should, do not be discouraged. Once you have found and solved the problem you will have learned something new and useful which you will be able use when conducting other experiments. All the experiments suggested in this book have been designed so that you cannot injure yourself or cause any damage to your surroundings, apart from the odd scratch on your fingers.
This book describes a fair number of different experiments. Some are so simple that explanations are unnecessary. Others are complicated and you might not be able to fully understand how they work at once. After repeated and closer study, you will be able to build and operate even the most difficult experiments with ease. However, if an experiment is causing you considerable difficulty and frustration do not be afraid to skip it and return to it at a later date. The diversity of experiments, provides everyone with the opportunity to learn more about the subject. In addition, the detailed description of the experiments and their functioning given in this book might prove helpful to you in your school work.

DEAR PARENTS!

By buying this book, you are entering the world of electric with your child. If you feel at ease with this subject, offer your child support and inspiration. If this world is new to you, do not hesitate to join in with your promising scientist. The world of electric is full of revelations for younger as well as older learners.

NOTICE TO PARENTS!

BEFORE USING THE TOY CHILD SHOULD CAREFULLY READ THE INSTRUCTIONS AND FOLLOW THEM.
THE SET HAS BEEN INTENDED FOR BOYS AND GIRLS OVER 9 YEARS OF AGE.
FOR SECURITY REASONS, ALL THE EXPERIMENTS HAVE BEEN DESIGNED TO RUN ON BATTERY POWER (9V BATTERY IEC 6LR61).
THEY CAN CARRY OUT ONLY THE EXPERIMENTS, WHICH ARE ACCURATELY EXPLAINED IN THE INSTRUCTIONS.
IT IS RECOMMENDED THAT THE EXPERIMENTS ARE MADE IN PRESENCE OF ADULTS.
RETAIN THESE INSTRUCTIONS FOR FUTURE REFERENCE.

WARNING:

Do not use re-chargeable batteries (i.e. nickel cadmium).
Only batteries of the same or equivalent type as recomended are to be used in this toys.
We recommend the use of alkaline batteries.
Batteries are to be inserted with the correct polarity.
Change all batteries. Do not mix different types of batteries (i.e. alkaline and zinc carbon), or old and new batteries together.
Batteries must only be charger by an adult.
You should not leave discharged batteries in the battery compartment.
In case you do not intend to use this toy for a long time, please remove the battery.
Batteries must not come into contact with metal parts as this may cause an explosion.
Non-rechargeable batteries are not to be recharged.
Re-rechargeable batteries are to be removed from the toy before being charged (if removable).
Re-rechargeable batteries are only to be charged under adult supervision (if removable).
Do not throw batteries into a fire. Please dispose empty batteries into apppropriate containers.
Do not short-circuit the supply terminals.
WARNING! Colours of insulated wires can vary from colours shown on the pictures in the Manuals.

INTRODUCTION

In these instructions there are 153 explanations of experiments and theoretical descriptions. To enable you to perform them the set contains all necessary assembly parts, except those that can be found in any household. There are: a notebook sheet, a piece of paper, a comb, a wooden pencil, a glass of water, a pin, a pointer, tin/alu-foil, cotton thread, nails, matches, cardboard, needles, iron tin, expanded polystyrene (or elder), knitting needles (iron), a candle, a penknife, a map of Europe, a wooden ruler, a book, a hammer, container with water, corks, a wooden board, iron wire, salt, sand, lead refills for pencils ø 0,5 or more, or painting charcoal (or carbon rods from battery), iron plate 40x5 mm, an elastic band, a wrist watch, a file, string, yoghurt plastic cup, a coin.
The set has been intended for boys and girls over 9 years of age. It is suitable for individual, as well as group work, and can be successfully used in elementary schools, although it has been originally prepared for extra - curricular activities.
As these sets are also used for extra - curricular school activities in these is a few descriptions of experiments in which will we need to buy or to borrow a few other parts:
- no. 35 Bulb 12V/0,05A screw E10 (1 piece for experiment no. 87, 2 pieces for experiments no. 89 and no. 90)
- no. 14 Incandescent bulb holder E10H2 (1 piece for experiment no. 87, 2 pieces for experiments no. 89 and no. 90)
- no. 33 Insulated connecting for battery (1 piece for experiments no. 91, no. 110, no. 140, 2 pieces for experiments no. 92)

GENERAL INSTRUCTIONS

- All parts contained in the set are listed on the last page, with a picture and a number alongside.
- Before you start experimenting you must purchase a battery wiht the voltage 9V 6LR61.
- Each description of an experiment contains the numbers of all the assembly parts of the set that are necessary for the experiment in the same sequence as they are used.
- Before commencing a described experiment sort out the necessary parts and place them on the table in the sequence of assembly.
- After the experiment place the assembly parts tidly into the box.

HOW TO EXPERIMENT

Each experiment has been marked with a consecutive number. Although the experiments can be made irrespectively of the consecutive number, it is recomended to do them in the numerical order. To explain the procedure of these experiments let us take the experiment no. 130/131 reffering to the electric bell. At the end of the text there are few numbers written. They denote all indispensable assembly parts, the pictures and names of which can be found in the list of assembly parts, given at the back cover of this booklet. In our case these numbers are: 5-6-7-8-11-12-13-16-17-25-28-31-33 etc. Considering this numerical order we should sort out and arrange the following units:

4 x 7 = spring clips	12 = double threaded screw	3 x 28 = angle 25 x 25 mm
8 = plastic base	13 = bell	31 = little hammer
6 x 5 = screws	16 = iron core	33 = insulated connecting wire
13 x 6 = nuts	17 = core sleeve	
11 = coil	25 = screw M4 x 20	

• 2 x 5 - means you need two assembly parts no. 5
• (20) - a number in brackets means you need the same parts as in experiment no. 20.
• notebook sheet, comb - means that this part is not included and can be found in any household.

Example: Fix the angle on the plastic base with the screw and the nut. Next comes the iron core with its sleeve. The coil is mounted on the core etc. All assembly parts should be in firm contact. In case of faulty operation an effort should be made to detect the fault and fix it. It is recommended to experiment in electrostatics in dry weather, especially in winter, with dry hands.
We wish you much success in young experimenting!

ELECTROSTATICS

1. ELECTRICITY FROM PAPER.

Take a sheet of paper from your notebook and dry it well above the stove, radiator or the cooker. After doing this lay it on the notebook and give it a firm stroke with your hand (fig.1). Then lift the paper with your left hand and approach it from underneath with your right hand knuckle. As a result an electric spark will fly from the paper to your hand.
Materials you will need: Notebook sheet.

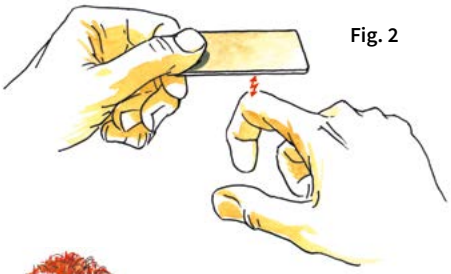
Fig. 1



2. ELECTRIC SPARK - THUNDER.

Place a plastic plate on the table edge and rub it with your dry hand or a newspaper. Then lift the plate and approach it with your finger knuckle (fig. 2). The electric spark will jump from the plate to your finger. You will be able to hear it, feel it, and even see it in the dark. The spark that came from the paper or plastic is not essentially different from lightning and thunder.
The only difference lies in the fact that in these experiments there are only small electric currents, whereas in lightning enormous electric currents are involved.
Materials you will need: 26.

Fig. 2



3. ELECTRICITY FROM WOOL.

If you walk in rubber-soled shoes on a woollen or silk carpet for a long time, your body will become charged with electricity. Should you then touch a water pipe or any other metal object that is connected to the earth, an electric spark will fly from your body to the object. Likewise the comb becomes charged with electricity and so does the combed hair. The same will happen when stroking the cat's fur, or by taking off underwear of synthetic fibres.
All this is annoying, troubles arise also from the sparks at petrol stations, caused by the friction of petrol against the pipes, or on aeroplanes, where the electric charges arise from the friction of the plane against airstreams.
Such electric sparks can be quite a nuisance in paper and rubber plants as well as in plants where power is transmitted via rubber or leather transmission belts.
Moreover, the accident of the dirigible Hindenburg was also caused by a tiny electric spark.
Materials you will need: Comb.

Fig. 3



Fig. 4



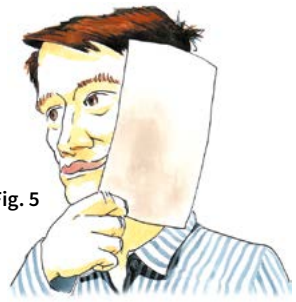
4. ELECTROSTATIC "GLUE".

In the winter when the rooms are heated, warm a large sheet of newspaper over the stove or radiator apply it against the wall and give it a stroke with your hand. The sheet will readily stick to the wall and remain there for a certain period of time. This happens because the paper became electrostatically charged by the stroking.
Materials you will need: Newspaper sheet.

5. ELECTRIC COBWEB.

After warming a sheet of paper over the stove, radiator or a plate of a cooker, put it on a notebook and give it a firm stroke with your hand, as shown in experiment No. 1. Now lift the sheet and approach it to your cheek (fig. 5). You will feel as if your cheek were touching a cobweb. By rubbing the paper you charged it with electricity, which made the hairs on your skin rise and consequently remind you of a cobweb.
Materials you will need: Notebook sheet.

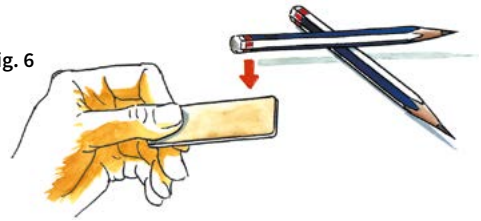
Fig. 5



6. ELECTROSTATICALLY CHARGED BODIES ARE ATTRACTED.

Place two hexagonal pencils of wood one across the other and approach the upper one with a plastic plate that has been rubbed against dry fingers or a newspaper. Instead of the upper pencil, a ruler or any other similar object can be used. All of them will be attracted by the electrostatically charged plastic plate.
Already in 600 B.C. the old Greeks discovered that amber (Gr.: elektron) attracted light objects, if they were rubbed against a hand or some material. That is where the term electricity came from.
Today plastic is used instead of expensive amber. Likewise paper can become electrostatically charged if well dried and rubbed. Later experiments will show that by rubbing, both bodies that are rubbed, as well as those used for rubbing, become electrostatically charged.
Materials you will need: 26, 2 pencils.

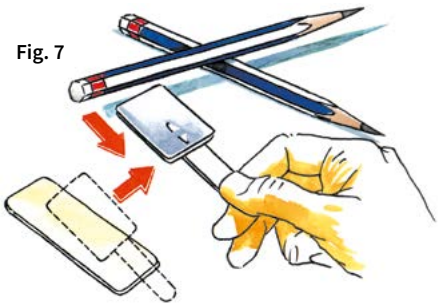
Fig. 6



7. EVEN METALS CAN BE ELECTROSTATICALLY CHARGED.

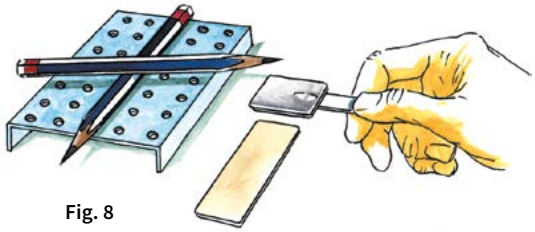
Place two hexagonal pencils of wood one across the other, as shown in the preceding experiment. Take a metal spade fixed to a plastic handle. Rub it against a plastic plate holding the plastic handle, and approach it to the upper pencil. The electrostatically charged metal spade will attract the pencil.
As you see, even metals can become electrostatically charged through rubbing.
Later on you will learn why the metal spade is fixed to a plastic handle.
Materials you will need: 26, 27, 2 pencils.

Fig. 7



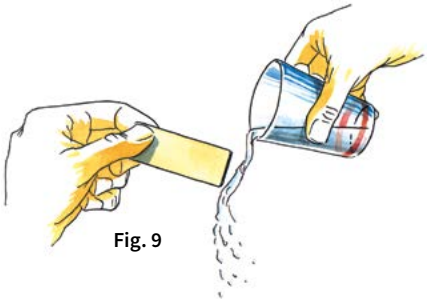
8. ELECTROSTATICALLY CHARGED BODIES REPEL THE UNCHARGED ONES.

Place two pencils of wood on a plastic base, as shown in fig. 8. Then approach the upper pencil with an electrostatically charged metal spade. The spade will attract the pencil. If the same spade is electrostatically recharged, however, it will repel the pencil. All previous experiments have shown that the electrostatically charged bodies attract the uncharged ones; yet, now you can see that in certain cases they can also repel them.
Materials you will need: 8, 26, 27, two pencils.


Fig. 8

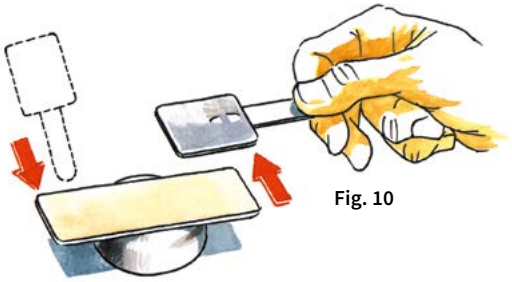
9. AN ELECTROSTATICALLY CHARGED BODY NEAR A WATERJET.

Place an electrostatically charged plastic plate near a weak water jet (fig. 9). The plate will attract the jet as well as disperse it.
Materials you will need: 26, a glass of water.


Fig. 9

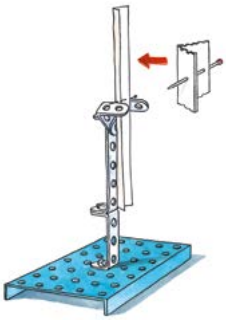
10. WHEN DO ELECTROSTATICALLY CHARGED BODIES ATTRACT AND WHEN DO THEY REPEL EACH OTHER?

In this experiment the following procedure should be adopted:
1. Rub the metal plate against a plastic base.
2. Place the electrostatically charged plastic plate on the aluminium bell where it is free to move.
3. Approach the plastic plate with an electrostatically charged metal spade and you will see that the plate and the spade attract each other.
4. Pass the handle of the metal spade between your dry fingers or rub it against paper, then bring it near the plastic plate and you will see that they repel each other.
This experiment proves the different polarities of electrostatic charges, which can either attract or repel each other.
Materials you will need: 13, 26, 27.


Fig. 10

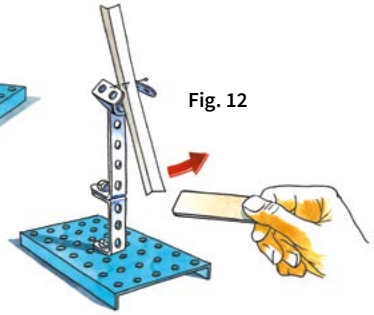
11. A SIMPLE ELECTROSCOPE.

By using the units of this set try to assemble a simple electroscope. From fig. 11 you can see how individual units should be put together. On a plastic base there is an iron rack carrying a light paper pointer made from a piece of paper 140x12 mm. A pin passing through the pointer a little above its centre of gravity serves as an axle. The electroscope is faultless if its pointer is vertically suspended and in case of any deflection from this position slightly oscillates.
Materials you will need: 3 x 5, 3 x 6, 8, 20, 2 x 28, 29, a pin, a pointer.


Fig. 11

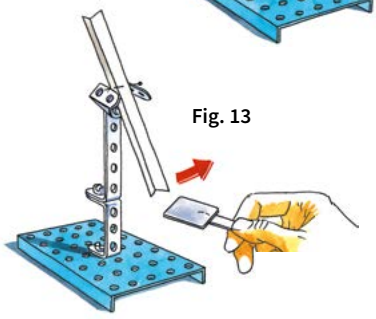
12. ELECTROSTATICALLY CHARGED PLASTIC ATTRACTS THE ELECTROSCOPE POINTER.

Pass a plastic plate between your dry fingers or rub it against paper, then bring it near the electroscope pointer (fig. 12). The plastic plate will attract the pointer. The same experiment can be done with a comb, a piece of glass or sealing-wax rubbed against clothes. All these and many other bodies attract the electroscope pointer, provided they have been rubbed. Through rubbing, the bodies become electrostatically charged.
Materials you will need: (11), 26.


Fig. 12

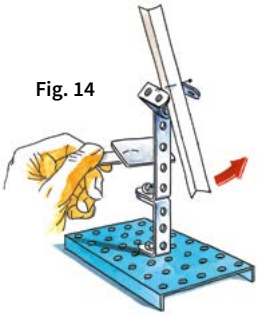
13. ELECTROSTATICALLY CHARGED METAL SPADE ATTRACTS THE ELECTROSCOPE POINTER.

Repeat experiment No. 12, but this time do not rub the plastic plate against your hand, but against a metal spade fixed to a plastic handle. If you approach the electroscope pointer with the metal spade, the latter will attract the pointer. Then wrap the metal spade in a piece of paper or cloth and rub it against the plastic plate. Through rubbing, the paper, cloth or other bodies will become electrostatically charged. These experiments show that both - the bodies that are rubbed as well as those used for rubbing - can become electrostatically charged.
Materials you will need: (11), 26, 27, a piece of paper or cloth.


Fig. 13

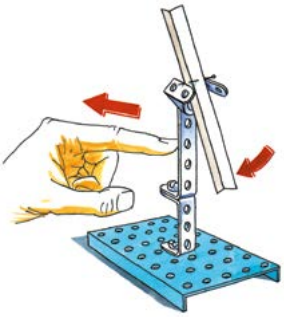
14. CHARGING THE ELECTROSCOPE.

Place a plastic plate on the edge of the table, stroke it with a metal spade, slightly pressing it and then touch the electroscope rack (fig. 14). The pointer will deflect and remain deflected. If you repeat several times, the deflection of the pointer increases due to the increase of electrostatic charge.
Materials you will need: (11), 26, 27.


Fig. 14

15. DISCHARGING THE ELECTROSCOPE.

Touch the charged electroscope metal rack with your finger (fig. 15) and the pointer will return to the resting position. The electrons have passed through your body to the earth or maybe vice versa.
The previous experiments have shown that bodies become electrostatically charged if rubbed against plastic. Will your hand become electrostatically charged too?
Materials you will need: (11).


Fig. 15

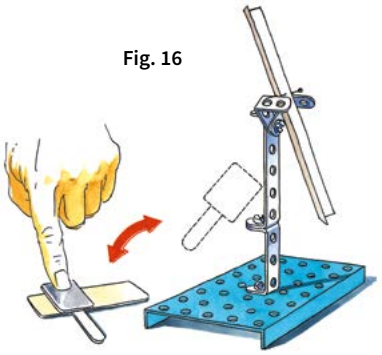
16. PROGRESSIVE ELECTROSCOPE CHARGING.

1. Place a plastic plate on the edge of the table and rub it with a dry hand or paper.
2. Place the metal spade, held by the plastic handle, upon the plastic plate.
3. Before lifting the metal spade, touch it with your finger.
4. Further, use the metal spade to touch the electroscope rack. Its pointer will deflect. If the experiments under 2, 3 and 4 are repeated several times, the deflection of the poin-ter will increase, due to the increase of electrostatic charge.

The plastic plate and the metal spade together form a device called an electrophorus.

Materials you will need: (11), 26, 27.

Fig. 16



17. PROGRESSIVE ELECTROSCOPE DISCHARGING.

Following the procedure of the preceding experiment, charge the electroscope with the electrophorus. When the electroscope is charged, touch it with the metal spade. The pointer will drop a little. If the metal spade is brought in contact with your body and the electroscope pointer repeatedly, the pointer will drop more and more.

Materials you will need: (11), 26, 27.

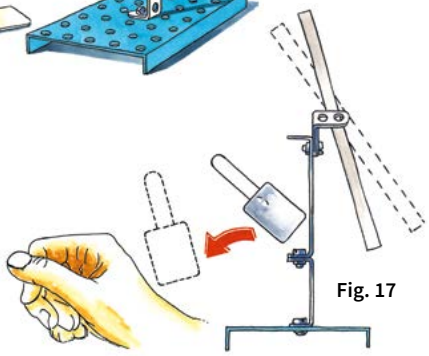


Fig. 17

18. CONDUCTORS AND INSULATORS.

Charge the electroscope by means of the electrophorus (see experiment No. 16), then touch the electroscope rack with the metal spade handle, a pencil, a piece of paper, a copper plate and with other units of the set. What do you notice? In contact with plastic, dry glass, china, sealing-wax, paraffin-wax etc. the electroscope pointer will not move at all. Consequently, the mentioned materials are insulators.

However, metals are excellent conductors and so is our body, the pencil, damp paper etc.

Materials you will need: (11), 24, 26, 27, various objects.



Fig. 18

19. POSITIVE AND NEGATIVE ELECTROSTATIC CHARGE.

Charge the electroscope by means of the electrophorus and approach its pointer with the metal spade used for charging the electroscope (fig. 19). The pointer will deflect. If, however, the pointer is approached with a plastic plate, it will be attracted by the latter. This proves that bodies can assume different charges. In your case the metal plate and the charged electroscope are charged positively, whereas the plastic plate is negatively charged.

Similarly charged bodies repel, whereas oppositely charged ones attract each other.

Materials you will need: (11), 26, 27.

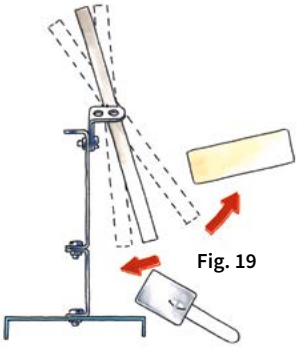


Fig. 19

20. ELECTRIC PENDULUM.

Try to build an electric pendulum that can enable you very instructive experiments. It consists of a ball made of elder or expanded polystyrene (1), a cotton thread (2), a vertical paper sleeve (3), an elbow (4), and a horizontal paper sleeve (5). If no pith ball is available, a small tinfoil pot is used instead. Wrap a piece of tinfoil 5x3 cm around a pencil, press it at the front side and bind it to a cotton or nylon thread. To make the required paper sleeves (90 mm), take a sheet of notebook paper and cut it lengthwise into two identical parts (90x100 mm). Spread each part with glue and wrap it gently around an iron bar from the set. Before the glue is completely dry take the sleeve from the bar protecting it from unwrapping with an elastic or a stripe of adhesive tape and fix it to the plastic base with a double threaded screw. The elbow is obtained by bending a nail or wire of corresponding diameter into a right angle.

Materials you will need: 2 x 6, 8, 9, 12, paper, tin or alu-foil, cotton thread, iron wire.

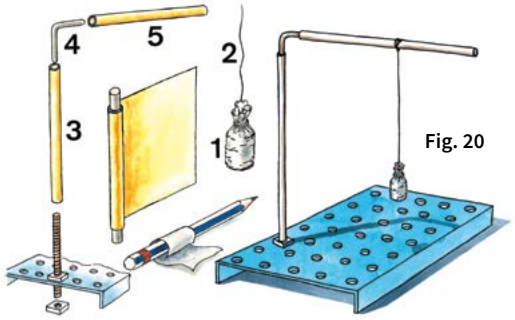


Fig. 20

21. EXPERIMENTS WITH THE ELECTRIC PENDULUM.

1. Approach the electric pendulum with an electrostatically charged plastic plate. The plastic plate will attract the pith ball only to repel it immediately afterwards; so you will not be able to catch it with the plastic plate.
2. Touch the pith ball with your hand and approach it with an electrostatically charged metal spade. The latter will attract the ball only to repel it forcibly immediately afterwards.

What is the explanation of the above phenomena?

The plastic is negatively charged. For that very reason it attracts the pith ball which itself assumes a negative charge and is consequently repelled. The metal spade is positively charged. Through the contact of the pith ball with the metal spade the former, too, acquires a positive charge and is consequently repelled.

The above facts lead to the conclusion that bodies bearing the same electrostatic charge repel each other.

Materials you will need: (20), 26, 27.

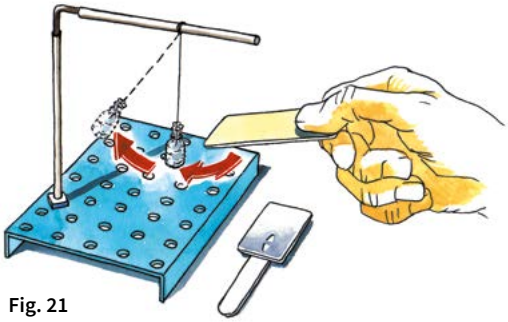


Fig. 21

22. OPPOSITELY CHARGED BODIES ATTRACT EACH OTHER.

This experiment requires two pendulums. The first is mounted to a plastic base, the se-cond to an aluminium bell. Keep the pendulums apart and give them opposite electro-sta-tic charges. By reducing the distance between the pendulums you will notice that the pith balls attract each other. If, however, they touch each other, the charges get balanced. This leads to two conclusions:

1. Oppositely charged bodies attract each other.
2. Equally strong positive and negative charges get balanced.

Materials you will need: (20), 6, 13, 25, 26, 27, paper, alu-foil, thread.

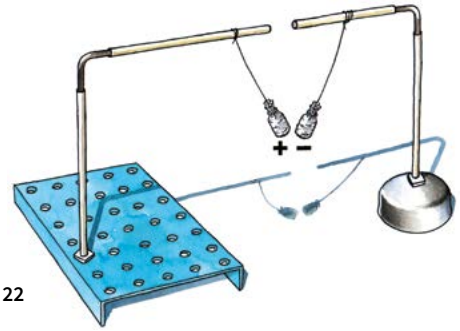


Fig. 22

23. LEAF ELECTROSCOPE.

Further experiments with static electricity require a more sensitive instrument. Consequently, using the following instructions, you can build yourself a leaf electroscope:

1. Use a bolt and a nut to fix the big metal bracket 60x12 mm into the centre of a plastic base (9).

2. Further use another bolt and nut to fix an aluminium bell to the free end of the bra-cket, but leave 10 mm of the bolt protruding from the bell. That is where the 90 mm wrapped tinfoil sleeve is to be stuck to the bolt. How to make the sleeve is described in experiment No. 20. The upper end of the sleeve serves for carrying two bearers made of bare copper wire 0,3 mm. The bearer is a 10 mm long and 5 mm wide rectangle, shaped to permit it to be fixed to the sleeve. The electroscope leaves should be thin paper of 8x70 mm size. They are fixed to the brackets as seen fig. 23 (right). The arrow indicates where the paper is to be stuck together.

Materials you will need: 5, 2 x 6, 8, 13, 20, 25, 36, paper, alu-foil.

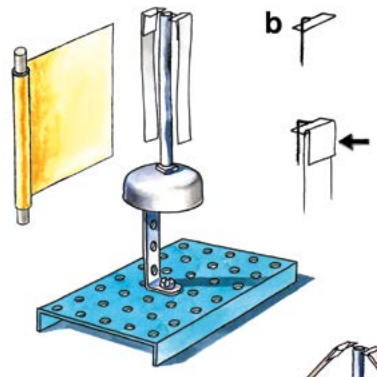


Fig. 23

24. ELECTRICITY FROM A MATCHBOX.

Put the metal spade into a matchbox case and, holding the plastic handle, rub it against a plastic plate. Upon touching the electroscope with your finger, the leaves will come close together. Further wrap the plastic plate into paper, cloth, fur etc. and try to charge it by rubbing it against a plastic plate.

Finally try to charge a piece of glass by rubbing it against silk or wool.

Materials you will need: (23), 26, 27, match-box.



Fig. 24

25. CAPACITY.

Wrap one end of the metal spade handle with a piece of tinfoil and you will have two metal spades: A big and a small one, on the same insulated handle (fig. 25).

Further follow the instructions of experiment No. 16 to charge the electroscope to full deflection. If you touch the charged electroscope with the small metal spade from tinfoil, the angle between the electroscope leaves will diminish. Then use the same metal spade to touch in turns your body and the electroscope until the electroscope leaves come very close together.

Later recharge the electroscope and repeat the experiment by using the big metal spade. Which metal spade shows the higher capacity?

Materials you will need: (23), 26, 27, alu-foil.

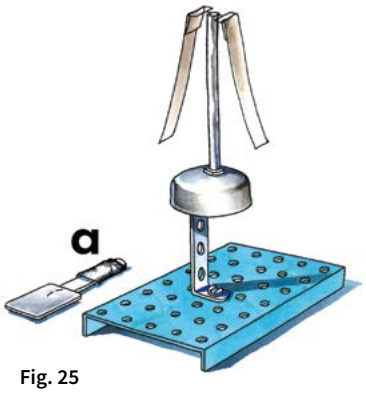


Fig. 25

26. AIR-IONISATION.

l. Charge the electroscope to full deflection of both leaves and note the time they remain deflected. In dry weather, especially in the winter, the leaves will remain spread apart for a few hours, which proves the air is a good insulator. In damp weather, however, the leaves will soon return to the initial position.

2. Recharge the electroscope and approach it carefully (so the paper leaves don't catch fire) with a lit match. Immediately the leaves will come close together. This results from the fact that under the effect of heat the air molecules start moving with such speed that a reciprocal ionisation is likely to occur; in other words, the molecules charge or discharge each other with electrons.

The air undergoes ionisation but ionised air has proved to be a bad insulator. This is why lightning very often strikes into fire.

Materials you will need: (23), 26, 27, matches.

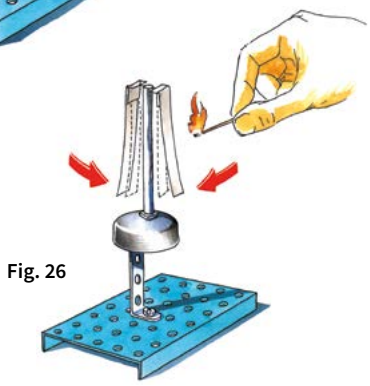


Fig. 26

27. ELECTROSTATIC FIELD.

Cut a plate of the same size as the plastic plate in the set from medium thick cardboard. Place it on the edge of the table and cover it with the plastic plate. If rubbing the plastic plate with paper or your dry hand and lifting it afterwards, what do you notice?

By lifting the plastic plate you have lifted the cardboard as well, although the latter is rather heavy.

Due to rubbing the plastic plate assumes a negative charge, whereas the cardboard, under the effect of the negative charge, becomes positively charged. In principle, the positive and negative charges attract each other. The force of attraction can be considerable and is felt when separating the two plates (fig. 27). The field between both plates is known as an electrostatic field.

Materials you will need: 26, a cardboard plate.

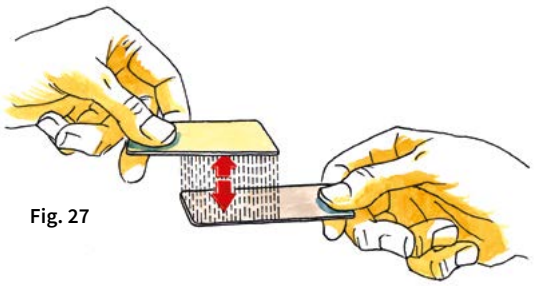


Fig. 27

28. ELECTRIC LINES OF FORCE.

Place a piece of cardboard on the table-edge putting a lengthy thread underneath. Cover the cardboard plate with a plastic one and rub it with your hand or a piece of paper. Use one hand to retain the cardboard at the table and the other one to lift the plastic plate about 6 - 8 mm high. You will notice a certain resistance. Besides, the thread ends will lift towards the plastic plate. This is due to the fact that the electrostatic field between the two plates consists of invisible electric lines of force, the direction of which is indicated by the lifting ends of the thread.

Materials you will need: 26, a piece of cardboard, thread.



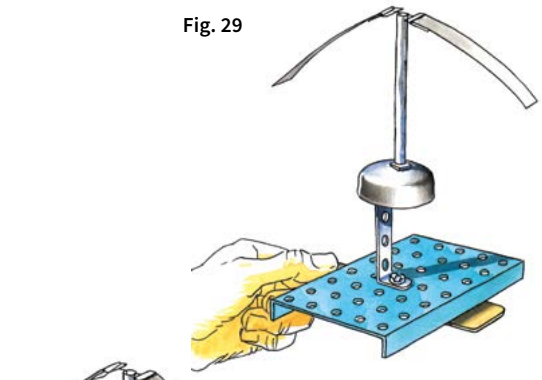
Fig. 28

29. CAPACITOR.

Lay an electrostatically charged plastic plate on the edge of the table and place the electroscope above it. The electroscope leaves will not move although the plastic plate is electrostatically charged. Why? The plastic is negatively charged. Consequently the table close to it is left with a positive charge in relation to the negative one of the plastic plate. By lifting the plastic plate together with the electroscope for about 8 - 9 cm above the table, the positive charge of the latter will be reduced, the negative one of the former will predominate, therefore the electroscope leaves will spread apart. The positively charged table and the negatively charged plastic plate represent a capacitor. The principle of the capacitor was also mentioned in experiment No. 27 and 28.

Materials you will need: (23), 26, 27.

Fig. 29



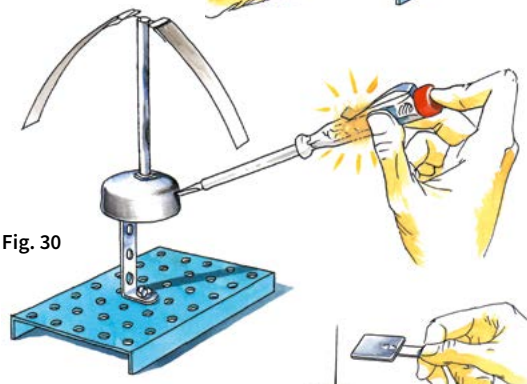
30. POLARITY DETECTION WITH A GLOW LAMP.

Touch the negatively charged leaf electroscope with a glow lamp. The leaves will come close together and one of the glow lamp electrodes will light up. If the electroscope is positively charged, the other glow lamp electrode will light up. Glow lamps are used in mains voltage testing instruments. In case a glow lamp is connected to the mains, both electrodes light up due to the alternating current.

Note: Execute the experiment in a room that's dark.

Materials you will need: (23), 26, 27, a glow lamp (not included).

Fig. 30



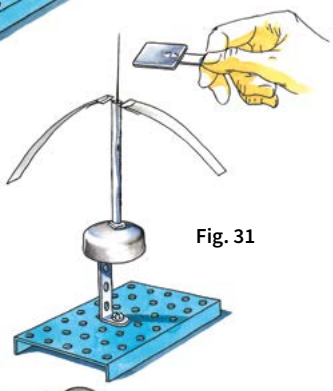
31. NEEDLE EFFECT.

Pin a needle to the electroscope and approach it (without touching it) with a positively charged metal spade. The electroscope leaves will deflect although the electroscope has not been touched. Then remove the metal spade and approach the needle (without touching it) with the point of another needle that you hold in your hand. The electroscope will gradually discharge, provided there is no contact between the two needle points. It is obvious that the electrons pass from one body to another through the needle point.

In general such points are likely to solve various technical problems. They are used in paper mills to ground the static electricity that arises from paper friction and involves a certain adhesion of paper sheets. Further, points are applied to remove static electricity from the plane which gets electrostatically charged through its friction in the air, as well as from driving belts; in addition, they serve for protection of buildings from lightning.

Materials you will need: (23), 26, 27, a needle.

Fig. 31

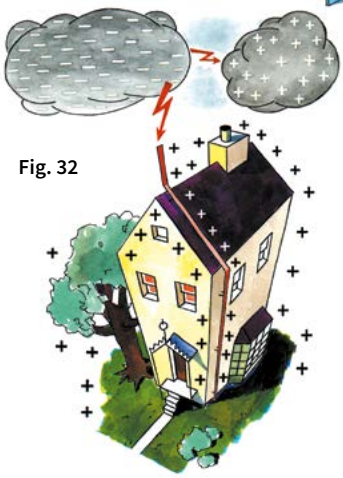


32. LIGHTNING CONDUCTOR.

A lightning conductor consists of an iron rod with a point on top. There is a thick copper wire or a strip of sheet zinc leading from the point to the ground where it is connected to a bigger metal network.

If an electrostatically charged cloud approaches the building, the latter, due to inductivity, also assumes an electrostatic charge. If the cloud has a positive charge, that of the building is negative and vice versa. This is a very strong electric field (capacitor) between the building and the cloud. Owing to the lightning conductor point the electrons pass from the cloud to the lightning and vice versa. Thus the electrostatic charges get balanced and the danger of lightning is avoided. If the lightning nevertheless strikes, it will strike the lightning conductor and not the building. Therefore large buildings are furnished.

Fig. 32



33. FARADAY CAGE.

An ancient story tells about a king of a remote country to whom the fairies prophesied at the birth of his daughter that she would die at her sixteenth birthday. As that day drew near the king built a fortified castle which was only accessible by crossing a drawbridge. By her sixteenth birthday the princess was bound to live in this castle together with her servants. Yet right on her sixteenth birthday the sky suddenly turned dark and started to thunder and to lighten. With a terrible noise the thunder struck the castle and killed the princess. That happened once upon a time.

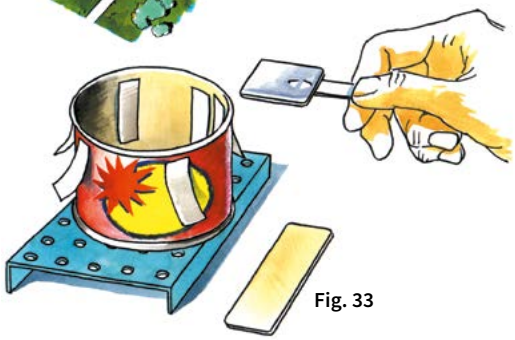
But is it possible to protect buildings from lightning nowadays? Yes, it is. They can be safeguarded either by a lightning conductor or a so-called Faraday cage, which is even more reliable. The following experiment will explain its operation.

Place a smaller tin container (an old can or an aluminium cup) on a plastic base and stick a few strips of thin paper (in fig. 33 only two are shown) to the inside and outside surface of the cup wall. Then touch the container (the cage) with an electrostatically charged metal spade. The outside paper strip will deflect, whereas the inside one will not move. Even if the container has been repeatedly charged, the charge will spread outside only, whereas the internal surface will remain uncharged, that is neutral. The same would occur if the container was pierced at several places, or if instead of a metal container a wire basket was used. If the same wire mesh was applied to wrap the house, the latter would be protected against lightning.

The Faraday cage is especially used for ammunition storage protection.

Materials you will need: 8, 26, 27, a metal container, paper.

Fig. 33



34. A FEW ADDITIONAL EXPERIMENTS.

Use a razor blade to cut a few balls from elder pith, lay them on the table and approach them with a charged spade. The balls will jump lively on the table. Instead of pith balls, small paper rolls can be used.

Materials you will need: 26, 27, paper, balls from elder pith or expanded poly-styrene (not included).

Fig. 34



35. MOLECULES, ATOMS, ELECTRONS.

The entire nature consists of molecules and atoms. An atom is the smallest unit of an element. By now scientific knowledge counts 118 elements of which 92 are natural. The rest is made by man. Although the atoms of individual elements vary a lot, they have certain features in common as far as the structure and size are concerned. Every atom consists of a thick and heavy nucleus, circled by a continuous flow of a small or large number of easy electrons. The simplest is the hydrogen atom (fig. 35 left). It consists of a small nucleus, orbited by a single electron (e), like the Earth is orbited by the Moon. The second is helium (fig. 35 middle). A helium atom consists of a bigger nucleus, circled by two electrons. The lithium nucleus is orbited by 3 electrons, the iron nucleus by 26, the gold nucleus by 79, the lead nucleus by 82, and the uranium nucleus by 92 electrons, with various distances between them. In atoms the electrons are bound to the nucleus exactly the same way as the Moon is bound to the Earth or the Earth to the Sun. In some bodies the atom may lose a few electrons. Due to this lack of electrons, such bodies are positively charged, whereas those with an excess of electrons are negatively charged.

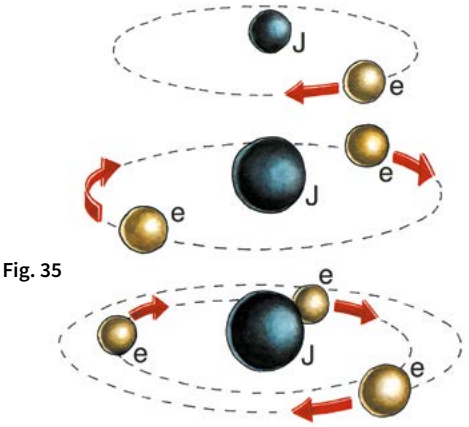


Fig. 35

MAGNETISM

36. THE MYSTERY OF MAGNETISM.

The set contains two heavy cylindrical rods, one ending with a screw. Without application of any other object this experiment will demonstrate:
1. which of the two objects is a magnet and which only iron;
2. whether the iron is attracted by the magnet or the opposite.

The experiment can be made the following way: Place one of the two objects on the table and try to lift it with the other one touching the former somewhere in the middle, as shown in fig. 36. If you manage to lift the lying piece from the table, the one in your hand is a magnet. If, on the contrary, the piece rests on the table, this one is the magnet.
The reason for that will be explained later on.
The experiments show that not only the magnet attracts the iron but the iron, too, attracts the magnet. Consequently, the two are reciprocally attracted.
Materials you will need: 10, 16.

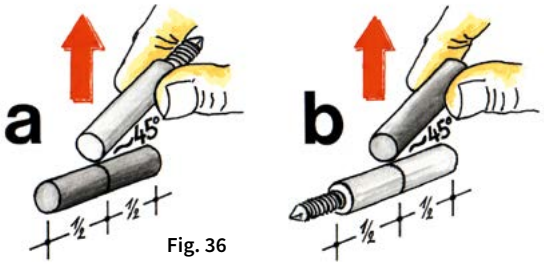
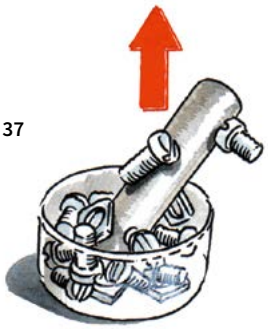


Fig. 36


Fig. 37

37. MAGNET.

The ancient Greeks discovered that a certain ore found near the city of Magnesia in Asia Minor had the power of attracting bits of iron. A legend also tells us that bits of this ore went attracted to the shepherd's iron tipped crooks. This ore was called magnetite and the attractive power magnetism. As shown later on, such a natural magnet can serve for making an artificial one. The set contains such an artificial magnet, yet it has not been made by means of magnetite, but by means of electricity. By using this magnet all bolts and nuts from the set, as well as many other iron items can be lifted.
Materials you will need: 5, 6, 10.

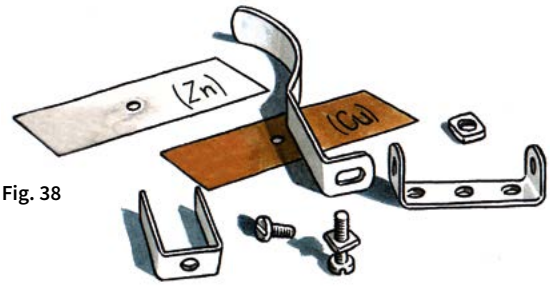


Fig. 38

38. DOES A MAGNET ATTRACT IRON OBJECTS ONLY?

Place different metal items from the set on the table and try to lift them with the magnet. Which items can be lifted?
It is possible to lift all items made of iron, e.g. bolts, nuts, nails, sheet iron pieces, whereas those made of zinc, copper or lead will not be attracted by the magnet. Further experiments could show that, in addition to iron, items made of nickel and cobalt may as well be attracted by the magnet. The attractive power of a magnet is the greatest in case of the so-called magnetic alloys, such as AlNi and AlNiCo. The magnet from the set has been made of the alloy AlNiCo (aluminium, nickel, cobalt).
Materials you will need: 5, 6, 10, 23, 24, metal objects.

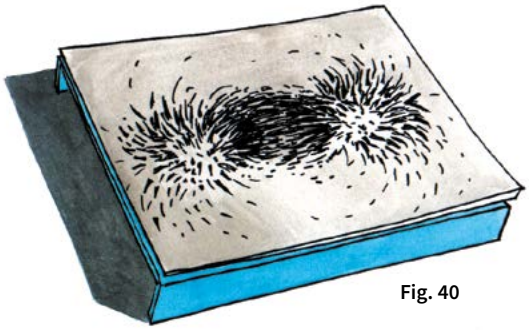

Fig. 39

39. A MAGNET HAS TWO POLES.

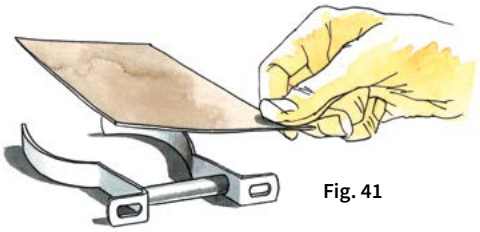
Strew a sheet of paper with iron filings, dip the magnet into the latter and take it out immediately afterwards. The filings will stick to the magnet, yet will not be equally spread along the whole length. The ends, where the magnetic attraction is the most powerful, are called poles. Every magnet has two poles. If the magnetism here is the strongest, it is equal to 0 in the centre of the magnet. Can you now solve the riddle from experiment No. 36?
Materials you will need: 3, 10, piece of paper.

40. MAGNETIC FIELD.

Lay a magnet under a plastic base covered with a sheet of cardboard 9.5x7 cm.
Then sprinkle some iron filings over the cardboard and tap it lightly with a pencil.
The filings will make up a distinct pattern of lines extending in all directions from one pole and running in smaller or bigger curves to the other pole. The filings will arrange themselves along the invisible lines of force.


Fig. 40

1. Repeat the above experiment, the cardboard being lifted two to three centimetres. Now, too, the filings will arrange themselves along the magnetic lines of force.
2. Repeat the above experiment but place the magnet vertically. In this case the filings will assume a regular pattern.
Conclusion: The area around the magnet is covered with magnetic lines of force. They form the magnetic field which is strongest around both poles.
Materials you will need: 3, 8, 10, cardboard.

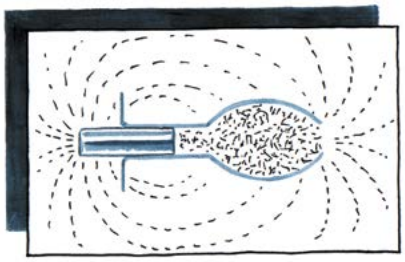

Fig. 41

41. MAGNETIC FIELD BETWEEN TWO DIFFERENT POLES.

Lay the magnet on the table and add a piece of stator laminations to each end, as shown in fig. 41. Cover this with cardboard, sprinkle iron filings over it and tap it lightly. The iron filings will arrange themselves along the magnetic lines of force, as observed in the previous experiment, as well as between the two pieces of stator laminations. The latter is especially important for the understanding of the generator and electromotor.
Materials you will need: 3, 10, 15, cardboard.

42. MAGNETIC FIELD BETWEEN TWO IDENTICAL POLES.

According to fig. 42, lay the magnet on the table and add two pieces of stator laminations, both touching the same magnetic pole. Cover this with cardboard and sprinkle iron filings over it. Observation: In this experiment you are not interested in the filings immediately surrounding the magnet but in those between the two pieces of stator laminations. Here the iron filings have remained in complete disarray, hence no magnetic lines of force exist in the field. On the other hand, outside the field encircled by the two pieces of stator laminations, the magnetic lines of force form a very dense pattern of arcs, extending from the stator laminations to the opposite magnetic pole. From the above experiments it can be concluded that the magnetic poles are not alike. This will, too, be proved by the experiments to follow.
Materials you will need: (41).


Fig. 42

43. THE NORTH AND SOUTH MAGNETIC POLE.

With a piece of paper suspend the magnet from the set horizontally by an untwisted cotton string. For this purpose the rack from experiment No. 20 can be applied. When the magnet comes to rest after some time, one of its ends will always point to the North and the other to the South. The magnet has two poles, the north pole and the south pole. Mark its north pole with a colour or a piece of paper. That is the pole pointing in the direction of the Earth's North Pole.
Materials you will need: (20) 10, paper, thread.

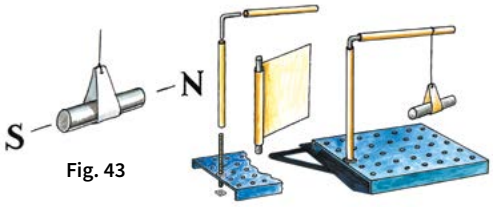


Fig. 43

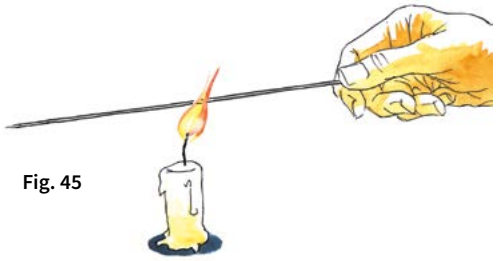
44. MAGNETISM OF STEEL AND IRON.

1. Repeatedly sweep over the iron knitting needle or a bigger sewing needle with one pole of the magnet, as shown in fig. 44, always in the same direction. Then dip one end of the needle into some iron filings: they will be attracted to the needle, hence the needle is magnetised. An experiment can prove that the needle, too, has two poles. If suspended by a thread, it will assume such a position that one end will point towards the North and the other one towards the South.
2. Apply the same method to magnetise the iron bar from the set. The bar will attract a small number of iron filings only, which means that it is not strongly magnetic. The magnetism will soon disappear. Steel can become a permanent magnet while iron only stays magnetised temporarily.
Materials you will need: 3, 9, 10, an iron knitting needle.


Fig. 44

45. STRONG HEAT DESTROYS MAGNETISM.

Hold a magnetised iron knitting needle over a candle flame for a few seconds and then check its magnetic force. The needle is not a magnet anymore.
Materials you will need: 3, 10, a candle, an iron knitting needle.


Fig. 45

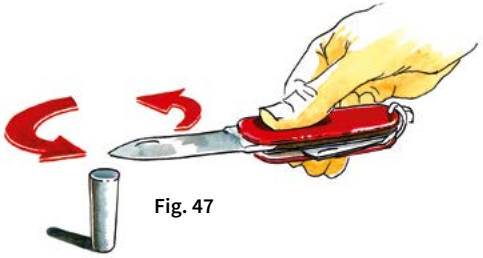
46. BENDING OF A MAGNET (DEMAGNETISATION).

Bend a magnetised iron knitting needle in different directions, repeat the experiment a few times and check the magnetism of the needle. You will discover that through bending the needle has lost its magnetism. Similarly, demagnetisation will result from throwing or striking the needle.
Materials you will need: 3, 10, an iron knitting needle.


Fig. 46

47. MAGNETISATION OF A PENKNIFE.

Sweep a magnet over a penknife blade several times, as shown in fig. 47. Then place its cutting edge near screws or iron filings and you will discover that the knife has become magnetised. Which magnetic pole has been used to magnetise the penknife and which pole is at the tip of the blade? Can a magnetised penknife serve as a compass?
Materials you will need: 3, 5, 10, a penknife.


Fig. 47

48. STRENGTH OF A MAGNET.

By now several magnets have been mentioned. Which of them is the strongest and what is its strength? No doubt, the AlNiCo magnet from the set is the strongest. How can the strength of the magnet be tested?

1. In addition to a magnet you will need an armature as well as a cardboard cup, made according to fig. 48 and tied with a piece of thin thread to the armature. Lift the armature and the cup by means of a magnet then keep loading the cup with various articles from the set as long as the magnet is strong enough to attract the burdened armature. Remember the maximal burden lifted by the magnet. Instead, the cup can be loaded by weights, which will enable you to express the lifting capacity of the magnet more precisely.
2. According to fig. 48, combine the magnet with a core sleeve from the set and burden it with the armature as well as the cardboard cup, as described in the preceding experiment. What is the strength of the magnet now? Although the magnet is the same, its strength has increased. Now both magnetic poles are involved, whereas in the former experiment only one was.

Materials you will need: 10, 17, 18, cardboard, thread, various articles.

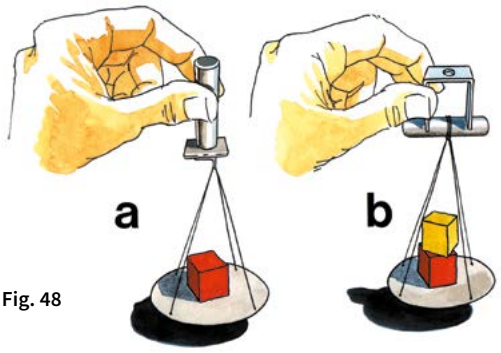
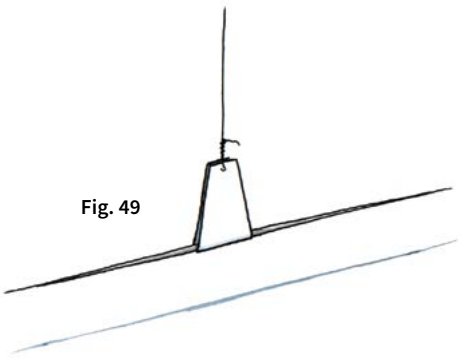


Fig. 48

49. COMPASS NEEDLE.

The compass, which is included in the set, contains a magnetic needle. As it cannot be removed from the compass, you would better make yourself another one in the following way: Combine two long sewing-needles by joining their needle-eyes with a piece of thin thread. Then magnetise the newly obtained needle by rubbing one end against the magnetic North Pole and the other end against the magnetic South Pole; repeat this five times or more, moving always in the same direction. In this way the original needles have both become magnetised and function together as a compass needle. If you suspend it horizontally to a 12 - 20 cm long thread and wait until it comes to rest, you will see one end point to the North and the other one to the South.

Materials you will need: 10, two sewing-needles, thread, paper.

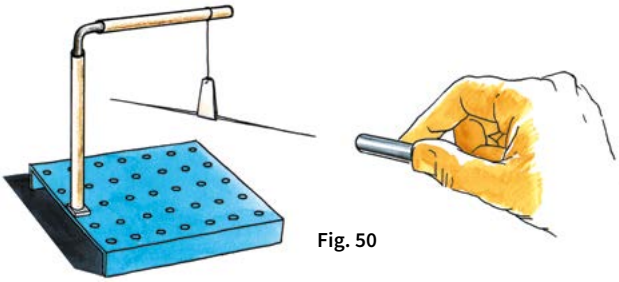

Fig. 49

50. STRENGTH OF A MAGNETIC FIELD.

Suspend the compass needle horizontally from the rack and wait until it comes to rest. Then approach it with the north pole of the magnet from a distance of approximately 1(cm. Has the needle moved? Wait until it comes to rest again; then quickly turn the magnet, thus approaching the needle with the south pole. If the compass needle does not move due to the distance, repeat the experiment with a distance of 8 - 9 cm. The magnetic field is very extended although the magnet itself is rather small.

Further, the experiments have proved that the strength of the magnetic field decreases with the square of the distance from the magnet. In other words, the magnetic field immediately surrounding the magnet is the strongest.

Materials you will need: (20), (49), 10.


Fig. 50

51. COMPASS.

The set contains a compass that differs a little from the usual type; it has an additional element. A regular compass consists of a compass needle with its blue end always pointing towards north and its red one towards south. The compass needle is supported by a steel point and is free to turn when the compass is held horizontally. The bottom of the compass housing has a compass card, indicating the cardinal points. The usual international markings of the cardinal points are capital letters that stand for the equivalent English terms:

S - South
N - North
E - East
W - West

In addition to the above elements, the compass contains a yellow needle, functioning as a pointer whenever the compass is applied as a galvanoscope. For better understanding, the compass in the experiments in the following figures will contain the blue and red compass needle only.

Materials you will need: 34.

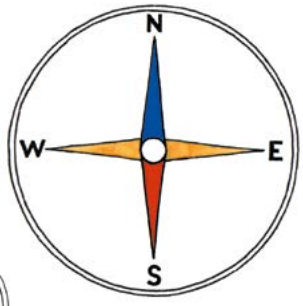


Fig. 51

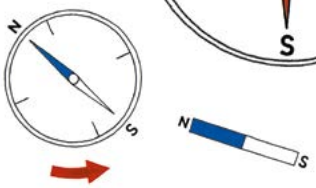
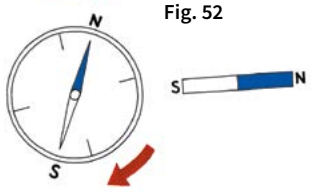


Fig. 52

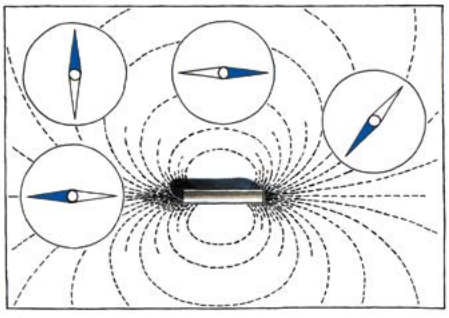


52. RECIPROCAL EFFECT OF MAGNETIC POLES.

1. Approach the south pole of the compass needle with the north pole of the magnet.
2. Approach the north pole of the compass needle with the north pole of the magnet.
3. Repeat the above experiments with the south pole of the magnet.

These simple experiments demonstrate one of the basic laws of magnetism: Like magnetic poles repel and unlike poles attract each other.

Materials you will need: 10, 34.


Fig. 53

53. COMPASS IN A MAGNETIC FIELD.

Lay the magnet on the centre of a larger sheet of drawing-paper and use a compass to prove the extent of the magnetic field. Place the compass on at least thirty different spots around the magnet and mark the directions of the needle with small arrows pointing in exactly the same direction as the compass needle does. If you carefully look at these arrows you will see that in the magnetic field the compass needle always assumes the direction of magnetic lines of force.

Materials you will need: 10, 34, paper.

54. THE EARTH AS A MAGNET.

Fig. 54 shows the Earth with its magnetic lines of force. The straight line North (N) - South (S) represents the geographical axe of the Earth. The fact that the Earth exerts a certain effect on the compass needle leads us to the conclusion that the Earth itself is a huge magnet whose south magnetic pole is situated near the geographic North Pole, and vice versa, its magnetic North Pole near the geographic South Pole. Its field extends all over the Earth. Within this magnetic field the compass needle always aligns itself in the direction of magnetic lines of force, running from the North to the South.

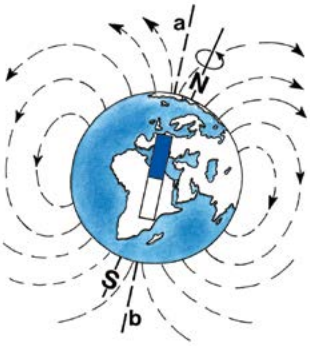


Fig. 54

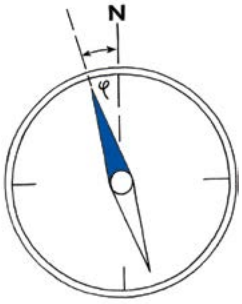


Fig. 55

55. MAGNETIC DECLINATION.

The compass needle never points exactly towards the North but shows a certain declination from the North. This phenomenon is called magnetic declination. A large number of measurements throughout the years have proved that the magnetic declination differs in various parts of the world and that even on the same spot it is not always steady. As the compass is very important for orientation in traffic, data on the magnetic declination in particular places should be known. Such information is to be found in magnetic charts.

Materials you will need: 34

56. ORIENTATION BY A MAP.

Lay a map of Europe on the table. Place a compass on its edge and turn the map until its edge coincides with the compass needle. In this position the map is aligned towards the North. Then look up the place and point out the directions to some of the European cities. For a very precise orientation, the magnetic declination has to be taken into account. That is the angle between the geographical and the magnetic meridian. In Central Europe it is about 4 degrees towards the West.

Materials you will need: 34, a map of Europe.

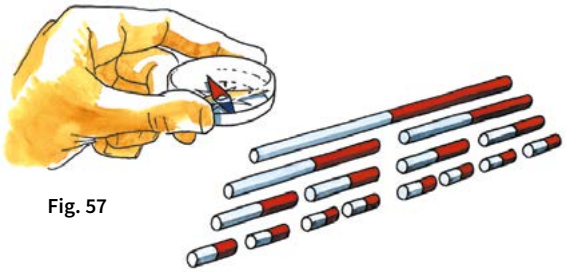


Fig. 56

57. BREAKING A MAGNET.

Magnetise an iron knitting needle. By using the compass you can prove that it has both a north as well as a south pole. Break the needle into two. Each half will again prove to be a perfect magnet with its north and south pole. If you go on breaking the halves, you will see that no matter how small the pieces of a broken magnet are, they will remain perfect magnets.

Materials you will need: 10, 34, an iron knitting needle.


Fig. 57

58. INFLUENCING SMALL MAGNETS.

Shake the box with iron filings to stir up its contents. Then lay a compass on the box. As soon as the compass needle comes to rest assuming the position North-South, slowly turn the box of filings together with the compass (fig. 58 left). The compass needle will not change its direction. Then repeat the experiment by placing the magnet upon the box of filings. After tossing it to stir up its contents (fig. 58 centre), remove the magnet and replace it by the compass. The compass needle will soon come to rest. When the box of filings is turned together with the compass, the compass needle will turn as well. Why?

Material you will need: 3, 10, 34.


Fig. 58

59. MAGNETIC INDUCTION.

Dip any piece of iron from the set into iron filings and you will determine that none are magnetic. Yet, each of these iron pieces will become magnetic if only approached with a magnet (fig. 59). As soon as the magnet is removed, the iron will lose its magnetism. Inducing a magnet in this manner by placing an object within a magnetic field is called “magnetic induction”.

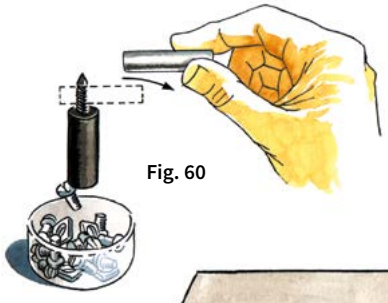
Materials you will need: 3, 10, 15.


Fig. 59

60. RESIDUAL MAGNETISM.

Dip an iron bar held by means of a magnet into a box of bolts and nuts. The iron bar will attract a lot of bolts and nuts, which indicates that it has become magnetic. Then lift the magnet together with the iron bar, the bolts and the nuts sticking to it, take the iron bar in your hand and remove the magnet. Most of the formerly attracted articles will drop off, which indicates the reduction of magnetism of the iron bar. Yet, you will see that some of the bolts and nuts will keep sticking to the iron, hence the magnetism has not completely disappeared. The described phenomenon is known as residual magnetism, the knowledge of which is very important for the construction of DC generators.

Materials you will need: 5, 6, 10, 16.

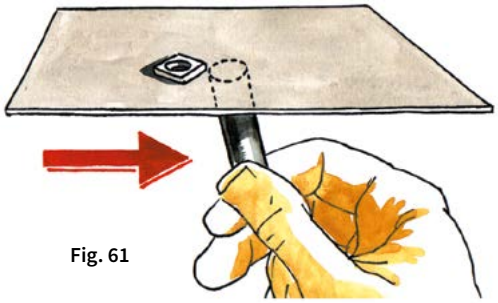

Fig. 60

61. MAGNETIC EFFECT THROUGH DIFFERENT SUBSTANCES.

Fig. 61 shows an experiment where the magnet is separated from the iron nut by a piece of cardboard. In spite of the intervening piece of cardboard the nut is attracted by the magnet. Moreover, by moving the magnet, the nut can be moved as well.

Try the same experiment with a plastic or wooden ruler on which you put the nut. Similar experiments will prove that a magnetic field can act through glass, copper, aluminium, wood as well as many other substances but iron.

Materials you will need: 6, 10, cardboard, wooden ruler.


Fig. 61

62. BLOCKING THE MAGNET.

To illustrate this phenomenon, place the magnet from the set inside an iron tin, originally used for sweets or a similar box. By approaching a compass you can make sure that, due to the tin, the magnetic field is considerably weakened. If the walls of tin are thicker, the magnetic effect is entirely blocked.
This proves that an iron shield can prevent any magnetic effect outwards, as well as any effect of external magnets in the shielded area.
Materials you will need: 10, 34, an iron tin.



Fig. 62

63. AN ASTATIC PAIR OF COMPASS NEEDLES.

In technology compass needles that are exempt of any effect of the Earth's magnetism are frequently used. They are known as astatic pairs of needles and can be made in the following way. Magnetise two long sewing-needles in such a way that both needle-eyes become two like poles. Stitch them into a long paper roll but be careful to have two unlike poles on each side (fig. 63). If such an astatic pair of compass needles is further suspended by a thin, untwisted thread, the two compass needles will not align themselves in the direction North-South.
Astatic pairs of compass needles are used in the construction of sensitive galvanoscopes and galvanometers.
Materials you will need: 10, two sewing-needles, paper, thread.

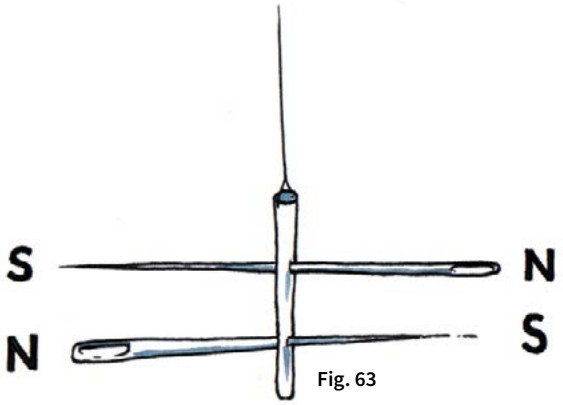


Fig. 63

64. MAGNETIC BRAKE.

Take the rack from experiment No. 20 and, as shown in fig. 64, suspend an aluminium bell with its hollow side turned downwards. The bell should be suspended at exactly the right height to allow enough room for a magnet to be placed underneath. The experiment has two stages:
1. First remove the magnet, mark the bell on its side with a dash and twist it (rotating it) three times, let it freely untwist and count the turns until it comes to rest in the original position.
2. As soon as the bell comes to a full rest, place a magnet below and give it the same twist as before. Counting the turns you will discover that the bell will make less turns and will untwist slower than in the first experiment. What is the reason for that?
You know that the magnet never attracts aluminium, yet the experiment has proved that it can act as a brake. When the aluminium bell turns, the magnetic lines of force produce a certain electric current in the aluminium. Its electric field is inhibited by the magnetic field, which results in a braking effect.
Materials you will need: (20), 10, 13, thread, cardboard.

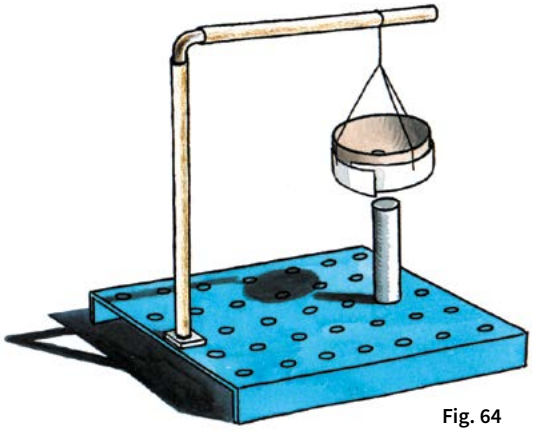


Fig. 64

65. SHIP'S COMPASS.

A ship's compass is slightly different from a regular compass. Try to make a model of a ship's compass yourself.
Cut a disc of about 10 cm in diameter from light cardboard and draw a compass disc similar to the one of our compass. Then draw a scale of 360 degrees alongside the rim, starting with the mark N. To this compass card the compass needle from experiment No. 49 is to be fixed by means of two paper strips; the north pole of the needle should cover the mark N of your compass card. Now suspend this compass by thin untwisted threads from the rack made in experiment No. 20.
In this case not only the compass needle but also the compass card is likely to turn. After some time the compass needle will come to rest and it will point in the direction North-South. Further lay a book bearing a small strip of paper with a vertical line under the compass; the book stands for a ship.
If now the captain orders: "The ship 8 degrees westward", the helmsman will turn the helm and consequently the whole ship so that the vertical line will coincide with the eight degree East of the compass needle that will keep pointing to the North. In order to avoid any faults due to rocking of the ship, the ship's compass is suspended on a double joint:
The so-called cardan joint.
Materials you will need: (20), (49), paper, cardboard, thread, book.

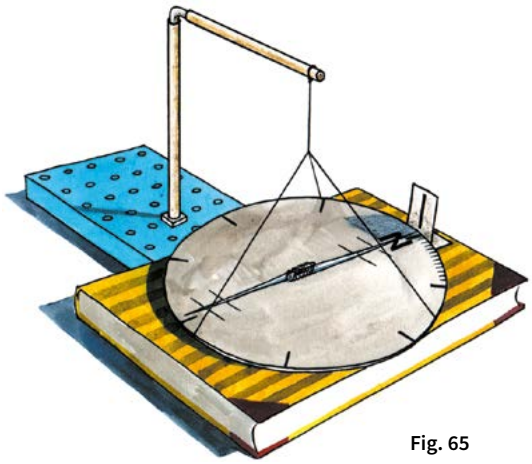


Fig. 65

66. MAGNETIC DEVIATION.

If you obey the captain's order from the preceding experiment, your ship is not any more directed towards the North, but 8 degrees to the West. Now approach your compass with a big hammer or any other iron object.
Due to the fact that iron and magnet are mutually attracted, the hammer will attract the compass needle whereupon the ship will, as a result of arising perturbations, deviate from its course. Such perturbations, likely to occur on every ship, are called magnetic deviations. These phenomena are mainly due to the ship itself, because it is built of iron, as well as the engines that propel it. In addition, the freight containing iron, nickel or cobalt is also likely to cause perturbations.
To be protected against magnetic deviation, the ship's compass is equipped with movable bar magnets and movable iron balls. In your case the magnetic deviation of the compass can be corrected by approaching the compass needle, from the other side, with a piece of iron or a small magnet until the compass returns to the initial position, i.e. 8 degrees to the West.
Materials you will need: (65), a hammer.

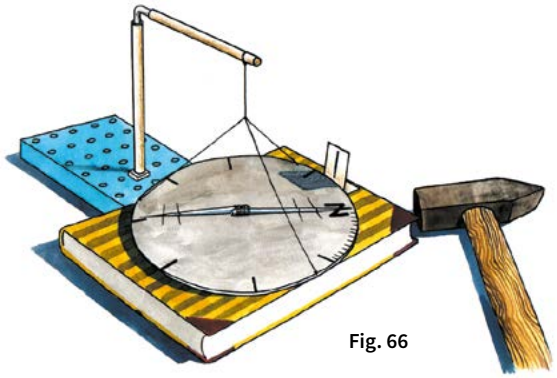


Fig. 66

67. FLOATING COMPASS NEEDLES.

A very interesting experiment showing the result of reciprocal attraction and repulsing of magnetic poles can be made in the following way: Magnetise six sewing-needles in the same sense. Cut six equally shaped cork cubes and push each magnetised needle halfway through them. Make them float in a large non-magnetic container with water, but take care that the eyes of the needles are inside and the points outside the water. Now each needle is a floating magnet. As the like poles are all at the same side, they repel each other, but only for a short time. Their repulsion is counterbalanced by attractive forces between the points and the eyes of the needles, because unlike poles are in question. The described attraction and repulsion result in the formation of different shapes into which the compass needles arrange themselves. Repeat the experiment with five, four or three needles. Note: The container should be large enough and not made of iron.

Materials you will need: 10, container with water, six sewing-needles, six small corks.

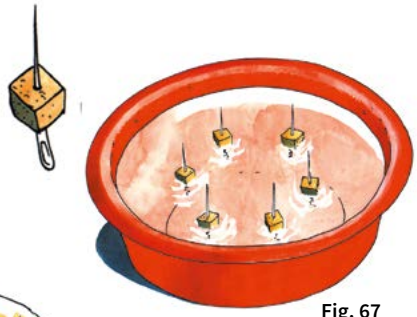


Fig. 67

68. ROTATING MAGNETIC FIELD.

Give the magnet, suspended by a thread, 8-10 twists in the same direction and then let it go. Place the compass directly under the magnet and a few inches away from it. The compass needle will turn as long as the magnet revolves, for the rotation of the magnet is always accompanied by the rotation of its magnetic field.

Materials you will need: 10, 34, paper, thread.



Fig. 68

BATTERIES AND ELEMENTS

69. THE BATTERY.

This battery looks like an upright box. From it two metal terminals project. It has two poles: The smaller one is the positive pole, marked "+", whereas the bigger one is the negative pole, marked "-". The battery poles should be touched as little as possible to prevent the battery from running down immediately. The poles of batteries must not be short-circuited.

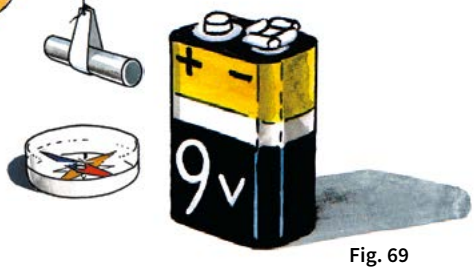


Fig. 69

70. BATTERY TEST.

The set contains some devices with which you can test the battery. They all use the electric bulb and the galvanoscope. If the bulb lights or if the galvanoscope moves, the battery is faultless. Continuous testing makes the battery run down.

Materials you will need: 2 x 7, 8, 14, 33, 35, a battery.

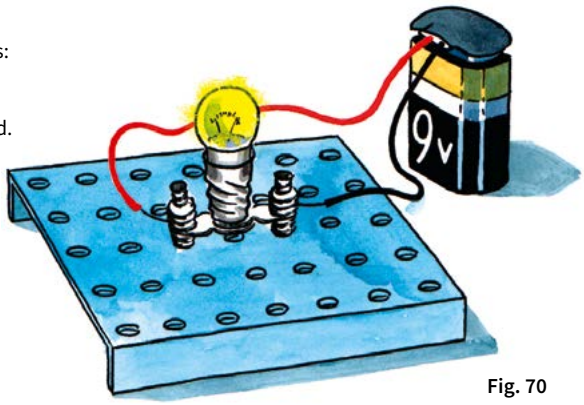


Fig. 70

71. ELECTRIC BULB.

How an electric bulb works can be explained by the following experiment:
Drive two nails, spaced 1 cm apart, into a wooden board and connect them with an iron wire with a diameter of 0,1 mm. If you connect the iron wire to the terminals of a new battery (fig. 71 left), the former will turn red. In case the electric current from two batteries was used, the wire would burn out. Electric bulbs are built on the same principle. The globe of glass, from which all the air has been removed, contains a very thin filament of tungsten, i.e. a metal with a very high melting point. When electricity flows through the filament, the latter turns white - hot, but it cannot burn out because all air is removed from the globe and replaced by argon. An electric bulb is very delicate. It should not be dropped or shaken, especially not when lit. Likewise the voltage indicated on the socket should be strictly observed. The bulb from the set can be connected to a 9 V battery. At any higher voltage the filament would burn out.
Warning! The battery is short-circuited. Keep the battery connected only for a short time - just long enough for you to understand the experiment. Be careful not to burn your fingers.

Materials you will need: a wooden board, two nails, iron wire, a battery.

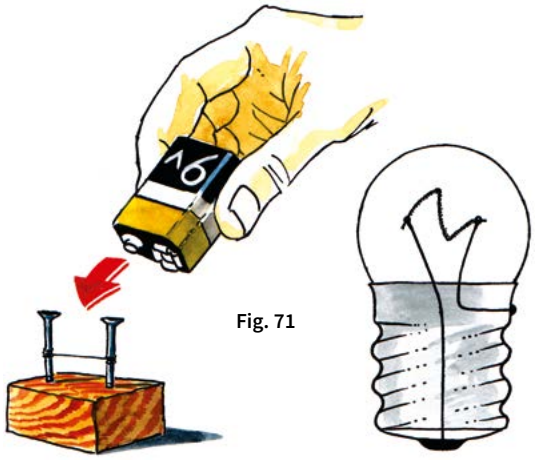


Fig. 71

72. THE INSIDE OF A BATTERY.

A 9 V battery consists of six cells or elements (do not mistake them for chemical elements!). Each cell is made of a zinc can containing a sac with a carbon rod and powdered manganese dioxide, soaked in sal ammoniac solution. Individual cells are interconnected as follows:
Zinc of the first cell is free.
Carbon of the first cell is connected to zinc of the second cell.
Carbon of the second cell is connected to zinc of the third cell.
Carbon of the last cell is free.
There are two terminals projecting out of the battery: one is negative (zinc of the first cell), one is positive (carbon of the third cell).

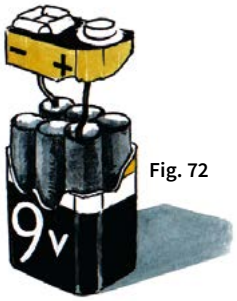


Fig. 72



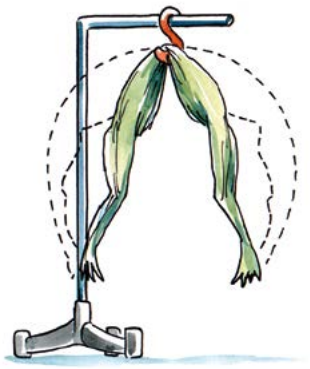
Fig. 73

73. USED BATTERIES.

Batteries last only for a certain time. When run-down, they are usually thrown away. What is used up in a run-down battery? The zinc cans suffer from corrosion and the sal ammoniac solution dries up. The sacs with the carbon rod and powdered manganese dioxide, however, remain perfectly all right. Be sure to throw the run-down batteries into containers intended for batteries.

74. ELECTRICITY FROM FROG'S LEGS.

In 1791 a famous experiment by Luigi Galvani, a professor of anatomy at the University of Bologna, became public. He had attached a copper hook with two frog's legs to iron bars. These frog's legs swung in the wind, touching the iron bars at times. Whenever it happened, both frog's legs twitched violently as if they had been alive. Galvani thought the twitching to be caused by electricity from the animal's body. Many other scientists at that time believed the same. Alexander Volta, however, was of a different opinion. He was a professor of physics at the University of Pavia.
He too believed that the twitching was due to electricity. Yet, he rejected the belief that it was the "animal electricity" and asserted that the movement was caused by electricity, generated by the direct contact of two dissimilar metals, iron and copper, at one side, whereas at the other side the two metals were indirectly in touch through a moist body that was not necessarily of animal origin.
The argument between Volta and adherents of Galvani went on for many years. It was not until 1799 that Volta managed to build a device that could prove his theory. You will probably build it yourself, but before you do, you should become familiar with the instrument for detecting electricity. It is called a galvanoscope.


Fig. 74

75. GALVANOSCOPE.

The galvanoscope from the set consists of three parts: A compass (K), a base (P) and a coil (T). In addition to the red-blue compass needle, the compass contains a yellow one. When using it, insert the compass and the base into the coil and turn the base until the yellow needlepoint faces O. Mind that no magnet or iron object lies in the vicinity of your galvanoscope.
Materials you will need: 1, 34.

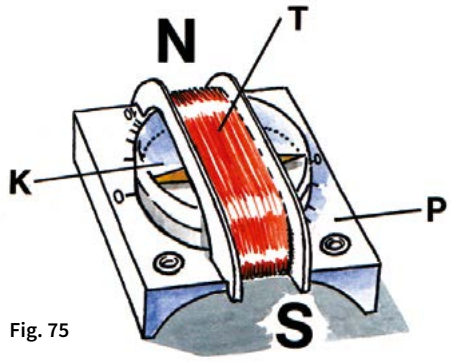


Fig. 75

76. THE DISCOVERY BY VOLTA.

Rub the zinc (Zn) and the copper (Cu) plates from the set with fine sandpaper, wipe them well and connect them to the galvanoscope by means of two connecting wires, as shown in fig. 76. The yellow needle of the galvanoscope should be in position O.
Try the following experiments:
1. Insert a piece of newspaper between the two plates. The galvanoscope pointer will not move.
2. Soak the paper between the plates in ordinary water. The galvanoscope pointer will move, thus indicating that there is a flow of electric current through the galvanoscope.
3. Now reverse the poles (i.e. the wire attached to the zinc plate is to be connected to the copper plate and vice versa). Again, the galvanoscope pointer will deflect, but in the opposite sense.
4. Press the plates tightly one against the other. This time the pointer deflection will increase.
5. Reduce the size of the plates. The pointer deflection will decrease.
The experiment by Volta differed a little from the one just described above. In his time no galvanoscope, which would detect infinite electric currents, was known. Volta proved the presence of electric current by the so-called Volta pile. He built a pile of zinc and copper disks separated by pieces of moist cloth. He kept the alternating order of zinc and copper disks and thus compiled a stack of about 60 disks. In this pile the two dissimilar metals made contact due to the fluid in the intermediate cloth. Volta realised that this contact generated electric current. This simple invention was the first device (battery), made by man to produce an electric current and it brought Volta immortal fame in the world of science. In his honour the unit of voltage has been called "volt", whereas the corresponding measuring device is known as a "voltmeter". The pair of plates mentioned at the beginning of this experiment is called the Volta cell.
Materials you will need: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, paper, water.

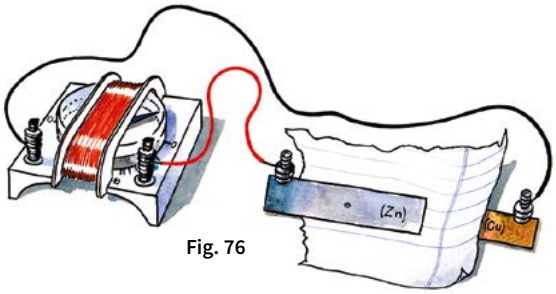


Fig. 76

77. CELL MADE OF COPPER, ZINC AND SALT SOLUTION.

Dip a copper and a zinc plate into a glass of salt water and connect them to the galvanoscope by means of two connecting wires. The galvanoscope pointer will show a sizable deflection, indicating the flow of electric current.
Materials you will need: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, a glass of water, salt.

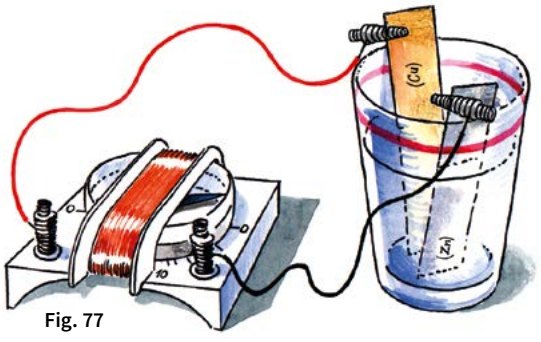
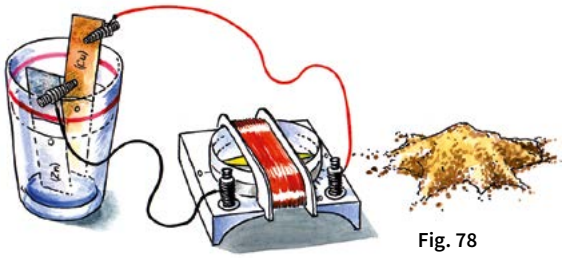


Fig. 77

78. POLARISATION AND DEPOLARISATION.

1. Connect a cell of zinc, copper and salt solution to the galvanoscope as explained in experiment No. 77. Now observe the galvanoscope pointer carefully. First it will deflect, indicating the generation of electric current in the cell but then it will gradually return to its zero setting. This is obviously due to the decrease of electric current. If salt is added, an increase of electric current will occur but it will not last long. What is the reason for the decrease of the electric current? Hydrogen bubbles, resulting from the splitting of dissolved salt, accumulate on the copper plate and hinder the process that occurred in the cell. This phenomenon is called polarization.
2. If you remove the accumulated bubbles with a stick or a piece of cloth the cell will continue to generate the electric current.
3. Then pour some of the solution away and fill the cell with fine clean sand. This cell will keep producing an electric current for a longer time. This occurs because the hydrogen bubbles combine with oxygen from the air and from water, the air being between the grains of sand. So polarization is prevented, consequently, sand acts as a depolariser.
Materials you will need: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, a glass of water, salt, sand.


Fig. 78

79. LECLANCHE CELL.

A 9 V battery consists of six Leclanche cells in which zinc acts as the negative pole, carbon as the positive pole and manganese oxide as depolariser. The electrolyte (a liquid between two poles) is a sal ammoniac solution in the ratio of 1:3. This liquid is mixed with some starchy substance that prevents it from being fluid. This is a so-called dry cell.



Fig. 80

80. THE PROCESS OF ELECTRIC GENERATION IN A CELL.

Under the effect of electric forces between liquids (the electrolyte) and metals (poles), the latter tend to give off positive ions. This results in an excess of electrons gathering on the metals, i.e. on the zinc plate. If you now joint the zinc and the carbon (or the copper, as shown in the preceding experiment) with an external electric conductor, the electrons will rush from the zinc plate, overflowing with electrons, towards the copper one, where they are fewer. This movement of electrons produces the electric current. Yet, what are ions? As you know, substances are made up of molecules and atoms, and the latter again consist of a nucleus orbited by electrons. Each atom has a number of electrons. However, sometimes an atom or a group of atoms may lose a few electrons, thus becoming an ion. The same happens if an atom or a group of atoms gains more electrons than required. In the first case the ion is positive, in the second case it is negative.

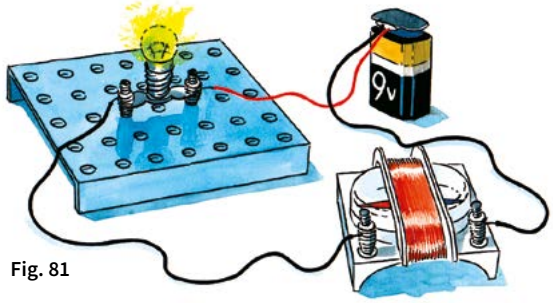


Fig. 81

81. ELECTRIC CIRCUIT.

Fig. 81 represents the electric circuit of a battery, an electric bulb, a galvanoscope and corresponding connecting wires. In this case the current flows from the battery to the bulb, then from the bulb to the galvanoscope and at last from the galvanoscope to the battery. As long as there is a flow of current, the bulb will light and the galvanoscope pointer will stay deflected. If, however, the circuit is disconnected the flow of current will stop, because it is possible only in a closed circuit.

Materials you will need: 1, 4 x 7, 8, 14, 33, 34, 35, a battery.

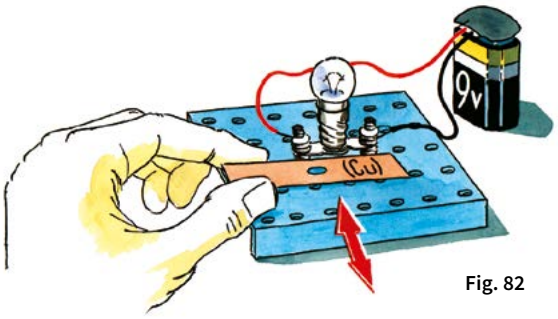


Fig. 82

82. SHORT-CIRCUIT.

By using an electric bulb and a battery, close the electric circuit as shown in fig. 82. The bulb will light up, but it will go out as soon as you touch the two battery poles with a copper plate or any other metal object. The above phenomenon is called short-circuit. It is followed by a quick discharge of the battery because there is a very strong current flowing without any resistance (via the short-circuiting bridge) from the negative to the positive battery pole. To assure long battery life any shortcircuit should be avoided.

Materials you will need: 2 x 7, 8, 14, 24, 33, 35, a battery.

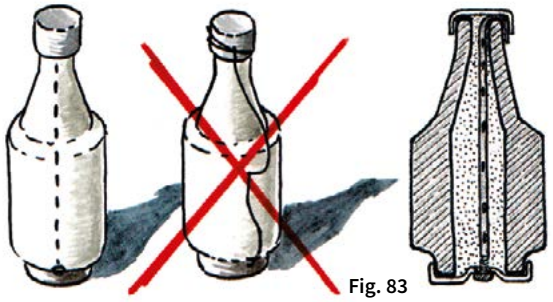


Fig. 83

83. FUSE.

The household mains voltage is 230 V. In order to prevent any damages due to shortcircuiting, the electric line has built-in fuses. They are placed above the electric meters and can be either on an electromagnetic or a thermal basis. In this case thermal fuses are in question. The fuse (fig. 83) consists of a ceramic cylinder containing a thin wire that overheats and melts away in case of a short circuit. In such a case the fault is first to be traced in the mains network. The reason for the blown fuse can be either overloading of the network (a current overload - sum of loads) or a shortcircuit on one of the consuming devices connected. As soon as the cause that made the fuse blow is removed, a new fuse is to be inserted. It is forbidden and very dangerous to repair a blown fuse by means of a wire, as shown in fig. 83. This may result in fire or serious damage to the electric appliances.

84. AN ELECTRIC KEY.

Fig. 84 shows an electric key and its connection to the battery and the electric bulb. By pressing the key you close the electric circuit. The bulb will light as long as the key is pressed. This device can be applied in a bedside lamp or most usually in the electric bell.

Materials you will need: 2 x 5, 2 x 6, 6 x 7, 8, 14, 24, 28, 33, 35, a battery.

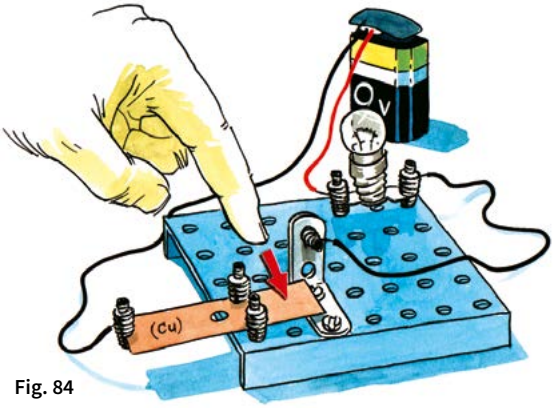


Fig. 84

85. MAKING A FLASH TELEGRAPH SYSTEM.

The key built in experiment No. 84 can be used as a telegraph system. The messages are transmitted by means of the Morse alphabet in the form of long and short light signals (fig. 85). The advantage of this telegraph system is that no connecting wires are necessary for signal transmission. Its disadvantage is that it can be applied only in places within the distance of sight and that no signalling by daylight is possible. Should the message remain secret, a special ciphered signalling is to be applied.

A • −	J • − − −	S • • •	1 • − − − −
B − • • •	K − • −	T −	2 • • − − −
C − • − •	L • − • •	U • • −	3 • • • − −
D − • •	M − −	V • • • −	4 • • • • −
E •	N − •	W • − −	5 • • • • •
F • • − •	O − − −	X − • • −	6 − • • • •
G − − •	P • − − •	Y − • − −	7 − − • • •
H • • • •	Q − − • −	Z − − • •	8 − − − • •
I • •	R • − •		9 − − − − •
			0 − − − − −

Fig. 85

86. SWITCH.

The electric key from experiment No. 84 is suitable for such installations only where the electric circuit is closed for a short time, as for instance in case of the flash telegraph system or the electric bell. Should the circuit be closed for a longer time, a switch is required. Its principle is shown in fig. 86. By turning the switch lever to the left you will close the electric circuit and the bulb will light until the lever is turned to the right. In case of home wiring switches, the lever, housed in an insulated casing, is always turned in the same direction. Be careful not to touch the metal parts of the switch with your hand, because they are under high voltage.

Materials you will need: 3 x 5, 3 x 6, 4 x 7, 8, 14, 24, 2 x 28, 33, 35, a battery.

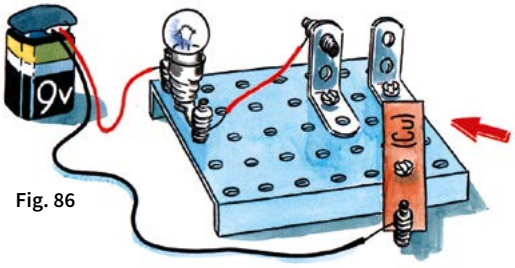


Fig. 86

87. ONE SWITCH FOR TWO ELECTRIC BULBS.

The same switch can be used to switch on and off several electric bulbs. Fig. No. 87 represents two electric bulbs supplied in turns by the same battery. A similar switch for three bulbs would be required e.g. in traffic lights where the red, the yellow and the green light flash up in turns.

Materials you will need: 3 x 5, 3 x 6, 7 x 7, 8, 2 x 14, 24, 2 x 28, 33, 2 x 35, a battery.

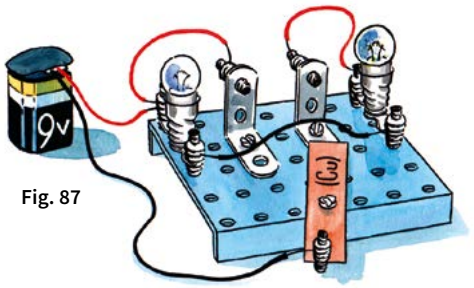


Fig. 87

88. TWO SWITCHES FOR ONE ELECTRIC BULB.

What type of installation is required if an electric bulb is in the middle of the staircase, and we wish to switch it on and off, both on the ground floor as well as on the first floor?

For this purpose two switches, an electric bulb, a source of power (in your case a battery) and corresponding connecting wires are necessary. The parts in the set are suitable for the assembly of two switches, placed on either side of the base. Fig. 88 shows their interconnection as well as their connection to the electric bulb and the battery. Each switch can be applied for both switching on and off. Besides, the electric bulb can be switched on by one switch and then switched off by the other. The above installation is known as corresponding.

Materials you will need: 6 x 5, 6 x 6, 8 x 7, 8, 14, 23, 24, 4 x 28, 33, 35, a battery.

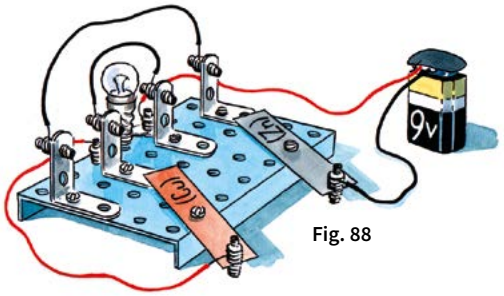


Fig. 88

89. ELECTRIC BULBS CONNECTED IN PARALLEL.

1. Connect three equal bulbs to a battery. Note: They will all light up to full brightness as soon as the circuit is closed. What is the consumed power? The battery voltage is 9 V. Each bulb consumes 0.05 A. The electric power is P = 9 Vx(3x0.05) =1.35 W.
2. Unscrew one of the tree bulbs; the other two will continue glowing. The parallel type of connection is generally used for house wiring.

Materials you will need: 6 x 7, 8, 3 x 14, 33, 3 x 35, a battery.

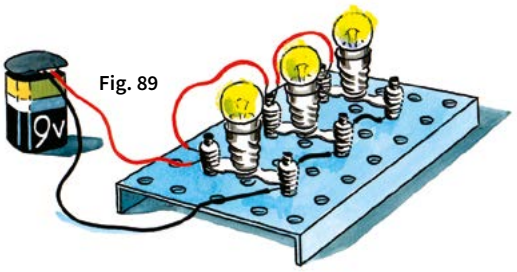


Fig. 89

90. ELECTRIC BULBS CONNECTED IN SERIES.

1. Connect a series of three bulbs to a battery. A single bulb will light up to full brightness, two bulbs connected in series (i.e. one after another) will glow much less brightly, whereas the light of three bulbs connected in a series will be hardly perceptible. In the first case the battery voltage is 9 V and the current through the bulb 0.05 A. For two bulbs connected in series the voltage should be twice as high and for three bulbs, three times as high as in the case of a single bulb.
2. Unscrew one of the bulbs connected in a series and you will see all the remaining bulbs go out as well, because the electric circuit has been opened.

Materials you will need: (89).

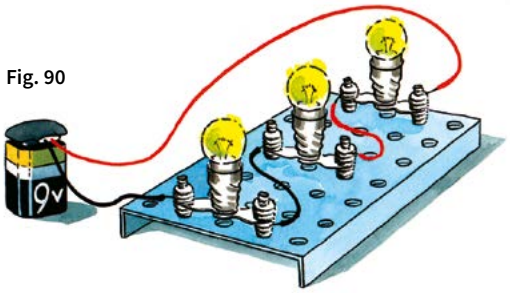


Fig. 90

91. BATTERY VOLTAGE INCREASE.

1. In experiment No. 72 the inside of a battery was described. You may remember that it consists of six cells in which the carbon rods function as positive electrodes, whereas the zinc cans and the electrolyte (sal ammoniac solution) function as negative electrodes. The manganese oxide is a depolariser. The above mentioned cells are connected in a series. The voltage of each individual element is 1.5 V, hence the whole battery voltage is 6x1.5 = 9 V (see fig. 91 left).
2. If two batteries are connected in a series, as shown in fig. 91 right, the voltage of the new battery will be 2x9 = 18V.

Materials you will need: 2 batteries.

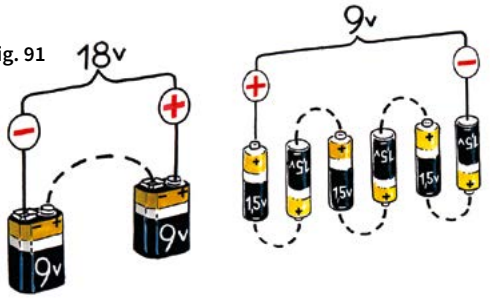


Fig. 91

92. INCREASE OF BATTERY STRENGTH.

Buy a new battery which generates the necessary current. This will do for supplying 3 electric bulbs, each consuming 0.05A. If a more powerful source is required, a few batteries can be connected in parallel, as shown in fig. 92. Although the voltage of each battery is 9 V, the total voltage will not be higher; on the other hand the amperage, i.e. the capacity of batteries connected in parallel will increase.

Materials you will need: 33, 3 batteries.

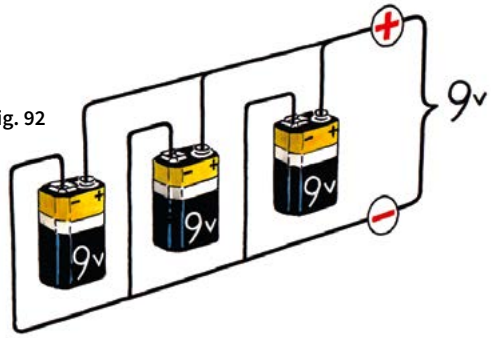


Fig. 92

93. THE SPEED OF ELECTRICITY.

An electric signal can orbit the Earth seven times in a second. Hence the speed of electricity is 300,000 kilometers per second. (The experiment shown in fig. 93 is in fact impracticable. The picture should only help you to imagine the speed of electricity).

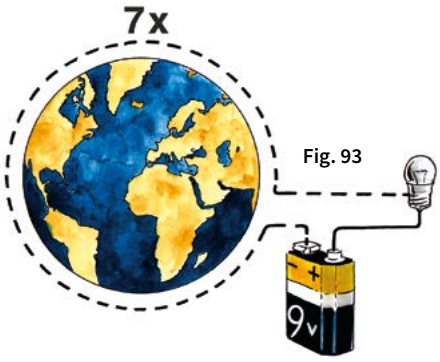


Fig. 93

94. CONDUCTIVITY TESTING.

Use the parts of the set to build a conductivity tester, applied in testing different materials (shown in fig. 94).

1. Rough testing: Lay the object that is to be tested upon the conductivity tester. The object should touch both plates, for only then is the electric circuit closed. If the bulb lights up, the tested object is a conductor. Try e.g. a pencil, a piece of cardboard, the rheostat from the set. If these objects are applied the bulb will not light up, which may lead to the assumption that the mentioned objects are insulators. Yet, it is not true. Experiment No. 18 for instance proved that by means of a pencil a loaded electroscope can be discharged.

How can this paradox be explained? As you know, in this case the voltage is 9 V, whereas in experiment No. 18 it amounts to many hundred V. The fact whether objects are conductors or insulators does not depend on the composition of the object only but also on the electric voltage. Hence it can be said that there are no ideal insulators or conductors. Only good insulators and good conductors can be found. Some good conductors are e.g.: Silver, copper and aluminum, whereas good insulators are: glass, rubber, china polyethylene and some others.

2. Replace the bulb of the previously described tester with a galvanoscope. Again test the conductivity of the rheostat wire and the galvanoscope pointer will deflect, which means that the constant wire is a conductor, though not as good as a copper wire.

3. Further test the conductivity of a potato. Cut a big potato in two halves and put one half on the metal plate of your tester. Most probably the bulb will not light up, whereas the galvanoscope pointer will deflect, proving that a potato allows electricity to flow through; the larger the contact surface and the higher the pressure, the greater its conductivity. In no case should broken electric wires, belonging either to the mains or to the telephone and telegraph network, be touched. It is particularly dangerous to touch conductors with a wet hand or with wet objects held in your hands (e.g. when flying kites).

Materials you will need: 2 x 5, 2 x 6, 4 x 7, 8, 14, 23, 24, 33, 35, a battery and various objects.

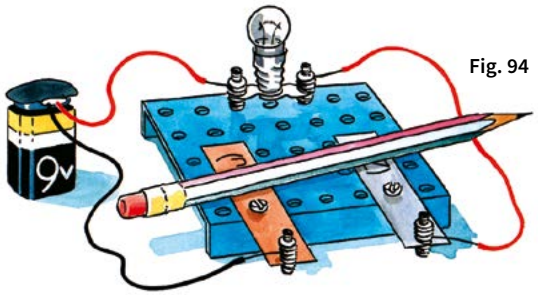


Fig. 94

95. CONDUCTOR RESISTANCE.

1. Take an electric bulb, a coil and a battery to close the electric circuit as shown in fig. 95. The bulb will glow very faintly. It is clear that less current flows through the long and thin wire of the coil than through the much thicker and shorter connecting wire. If the coil is removed from the circuit, the electric bulb will glow at full brightness. The conductor offers resistance to the current. Make similar experiments with the galvanoscope and rotor coil.

2. Connect an electric bulb, a coil and a battery to close the electric circuit. The bulb will glow very faintly, but now you are to concentrate on a special phenomenon. Open the circuit and the light will go out. Will the bulb light up as soon as the electric circuit is closed again? The experiment will show you that it will not light up immediately because there is a certain lapse of time between the moment of closing the circuit and the lighting up of the bulb. This delay is due to the special characteristic of the coil, which represents a current resistance not only because of the length of its wire but rather because the wire is wound. Thus at closing the circuit the coil generates a so-called inductive current, which resists the electric current from the battery. The coil represents an inductive resistance, whereas the conductor itself is a galvanic resistance.

Materials you will need: 4 x 7, 8, 11, 14, 33, 35, a battery.

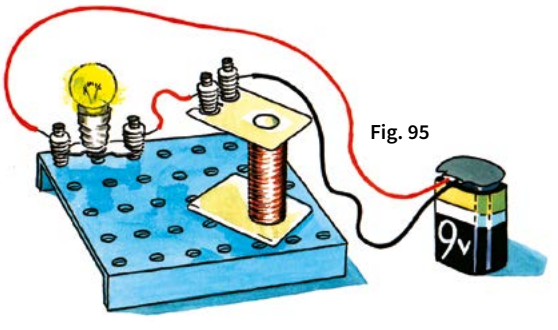


Fig. 95



Fig. 96

96. RESISTOR OR RHEOSTAT.

In the set there is also an item called resistor or rheostat. It consists of a core made of an insulating material around which a constantan wire, with great electrical resistance, is wound. Connect the rheostat, an electric bulb and a battery to close the circuit as shown in fig. 96. Try to move the gliding contact along the rheostat and the bulb will glow at greater or smaller brightness, depending on whether the resistor is getting shorter or longer.

Materials you will need: 2 x 5, 2 x 6, 3 x 7, 8, 14, 30, 33, 35, a battery.

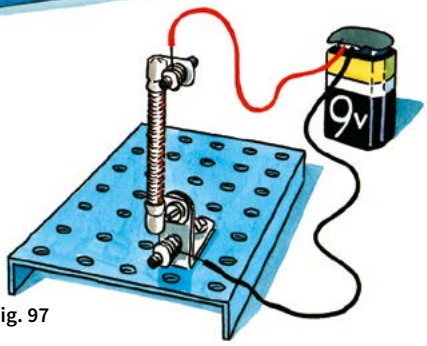


Fig. 97

97. ELECTRIC HEATER.

To close the electric circuit connect the rheostat to the battery terminals as shown in fig. 97. The resistor wire that the electric current flows through will heat up. You have made heat. Numerous household appliances work on the same principle, e.g.: electric cooker, electric iron, electric water-heaters, radiators etc. In all the mentioned appliances the electric energy is converted into heat.

Materials you will need: 2 x 5, 2 x 6, 2 x 7, 8, 28, 30, 33, a battery.

98. ELECTRIC IGNITER.

Drive two nails into a small wooden board 1 cm apart and interconnect them with a 0.1 mm iron wire. Strew the wire with broken match-heads and connect it to the battery, as shown in fig. 98. The bits of match-heads will catch fire. Because of the effect of the electric current the iron wire has heated up so much, that it caused the ignition of the phosphorus. That is the principle of explosive charges applied in mines and quarries.

Note: Execute the experiment on an uninflammable base.

Materials you will need: 2x7, 33, a small wooden board, two nails, iron wire, a battery.

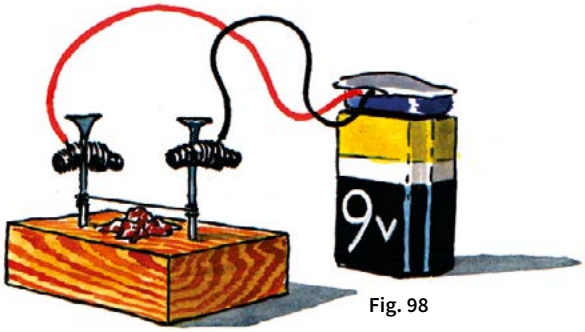


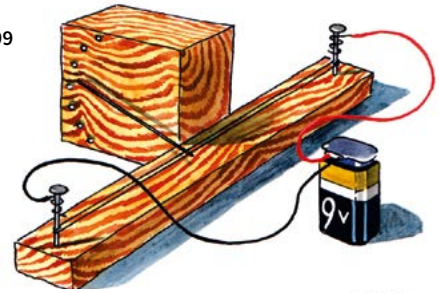
Fig. 98

99. HOT-WIRE AMMETER.

Drive two strong nails into a 20-25 cm long and 3 cm wide wooden board. Interconnect them with a double 0.2 mm constantan wire and attach a pointer that is in fact a small wooden or paper stick, as shown in fig. 99. This is the model of a hot-wire ammeter. If both ends of the wire are connected to the battery, the pointer will deflect, as the wire will heat itself up – and stretch - because of the electric current.

Materials you will need: 33, 37, a wooden board, 2 nails, a stick, a battery.

Fig. 99

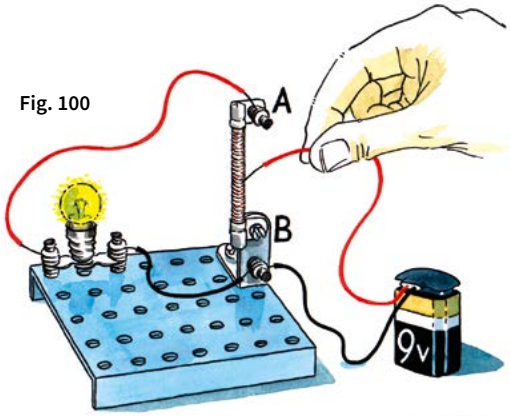


100. POTENTIOMETER.

Connect an electric bulb, a resistor and a battery to close the electric circuit as shown in fig. 100. In this case the resistor stands for a potentiometer. Experiment: Let the free end of the wire, leading from the battery, touch the potentiometer in point A. The electric bulb will glow with full brightness. Then move the contact slowly from point A to point B. The brightness of the bulb will slowly decrease until the light will finally go out in point B. The voltage drops because of the resistor through which the electric current flows through. As in point A the bulb is directly connected to the battery, it is supplied by an unreduced voltage of 9 V. Should the contact move towards point B, the voltage will drop because the resistance has increased. Halfway between A and B the voltage will be 4.5 V, whereas in point B the voltage will disappear and the light will go out.

Materials you will need: 5, 6, 4 x 7, 8, 14, 28, 30, 33, 35, a battery.

Fig. 100

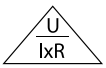


101. OHM'S LAW.

Connect three 1.5 V batteries in a series as described in experiment No. 91. Then connect such a voltage source to a bulb as shown in fig.101. If only one cell (1.5 V) is used, the bulb will not glow. In case of two cells the voltage will increase to 3 V (1.5x2), hence the bulb will glow faintly. Should three cells be applied, the bulb will glow strongly, as the voltage is higher (1.5 Vx3 = 4.5 V). We can go on till 8 batteries (8x1.5 V =12 V) since the bulb is intended for a voltage of 12 V. From this experiment you can conclude that the strength of the current (amperage) increases with the increasing voltage. Besides, experiment No. 96 taught us that the weaker the conductor resistance, the stronger the electric current and vice versa. Hence, current, voltage and resistance are in a relationship to each other that has been formulated in Ohm's law which reads: The greater the voltage and the smaller the resistance, the stronger the current. If current, voltage and resistance are marked by international symbols, where

I = denotes current (measured in amperes - A)
U = denotes voltage (measured in volts - V)
R = denotes resistance (measured in ohms - Ω), then the ensuing formula is:
I = U / R

A simple way to remember Ohm's law is by using the Ohm's law diagram.

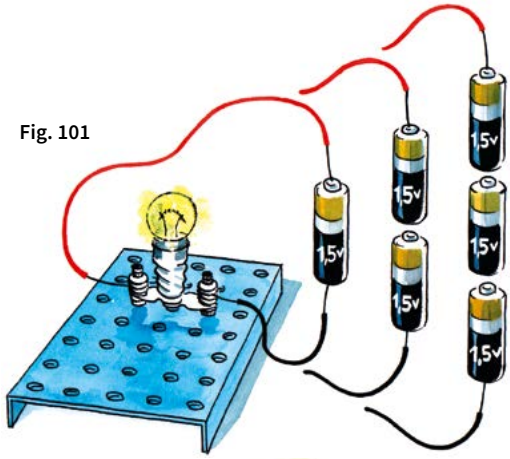


To determine the value of the unknown quality, cover the corresponding symbol with your finger and the remaining symbols will indicate whether the values are to be multiplied or divided, hence:

I = U/R
U = I x R
R = U/I

Materials you will need: 2 x 7, 8, 14, 33, 35, three batteries.

Fig. 101

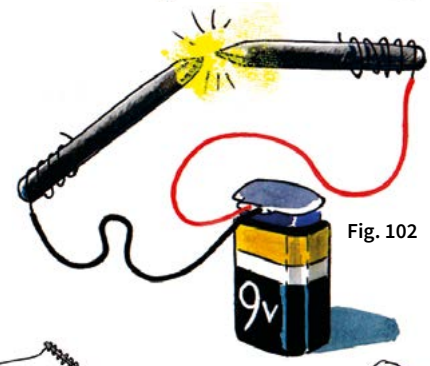


102. ELECTRIC ARC.

Sharpen two carbon rods and connect them to a battery, as shown in fig. 102. Make the carbon rod points touch each other and then separate them slowly. You will notice a small, yet very bright electric arc arising between the two points. By using two or more batteries repeat the same experiment under water. The electric arc was used as a source of light in earlier film-projectors and its application extended even to the public lighting system.

Materials you will need: 33, two carbon rods, a battery.

Fig. 102

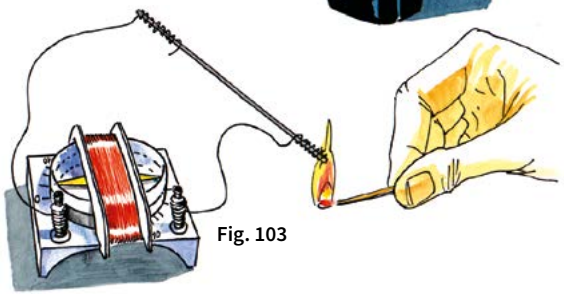


103. THERMOCOUPLE.

Fix a piece of 0.2 mm constantan wire to both ends of a 12-13 cm long iron wire and connect the former to the galvanoscope, as shown in fig. 103. As soon as the pointer comes to rest (the yellow pointer pointing to zero), strike a match and heat up one of the two junctions with it. The galvanoscope pointer will deflect. This combination of two dissimilar metals, called thermocouple, has been widely used in engineering, especially in measuring high temperatures in ironworks, manufacturing of ceramic articles, etc.

Materials you will need: 1, 2 x 7, 9, 34, 37, matches.

Fig. 103

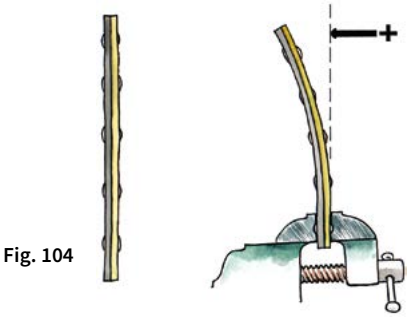


104. BIMETAL STRIP.

Place a piece of sheet iron (l0x1 cm) on a piece of sheet zinc or aluminium of the same size and screw them firmly together. If now, holding one end of this bimetal strip with a pair of tongs, you proceed to heat it, the bimetal strip will react to the variation in temperature by bending from its original shape. This happens because the thermal expansion coefficient of zinc is bigger than that of iron. Bimetal strips are used in thermostats. A thermostat is an electric device intended to open a circuit at a certain temperature, but as soon as the latter drops (or rises), the role of the thermostat is to close the circuit again (fig. 104 right). In this way the temperature of a refrigerator, an electric cooker, a water-heater etc. can be maintained constant or within two set limits.

Materials you will need: sheet iron, sheet zinc, rivets.

Fig. 104



105. MEASUREMENT OF RESISTANCE.

Measurement of resistance is done by means of the "Wheatstone bridge", represented in fig. 105. It is built in the following way:
1. Drive two nails 50 cm apart into a 60 cm long and 8 cm wide wooden board. Interconnect them with a constantan wire and connect both ends of the latter to the galvanoscope with its yellow pointer adjusted to zero.
2. Other elements of the Wheatstone bridge are: The resistor (No. 33 in the set) with the resistance of 70 Ohm, a coil whose resistance is to be measured, and a battery. These elements are connected as shown in the figure.
3. Touch the resistor wire with a contact leading from the battery, and the galvanoscope pointer will deflect. However, it will deflect even if the resistor wire is touched at any other spot, except for one. Remember this spot and mark it with a "C".
Presume that in this very spot the resistor wire is divided in two sections of unequal lengths, marked "d1" and "d2". These two lengths can be measured, they are e.g.: d1 = 30 cm and d2 = 20 cm. The coil resistance can be determined by the following formula:
X = R x d1/d2
X = 70 x 30/20 Ω
X = 105 Ω
Thus in our case the coil resistance is 105 Ohm. A full explanation of the mentioned formula can be found in any manual on physics.
Materials you will need: 1, 6 x 7, 11, 30, 33, 34, 37, a battery, two nails, a wooden board.

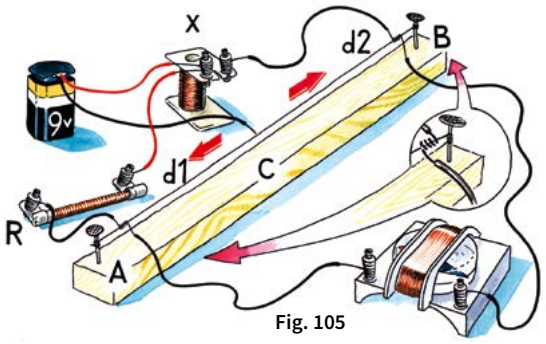


Fig. 105

106. RELATIONSHIP BETWEEN TEMPERATURE AND RESISTANCE OF CONDUCTION WIRE.

1. Drive two small nails into a small wooden board and interconnect them with a piece of 0.1 mm iron wire, twisted into a spiral. Connect the spiral, the bulb and the battery to close the circuit as shown in fig. 106. As soon as the circuit is closed, the bulb will light up. Yet, if the spiral is heated up, the light will go out, which is proof that due to high temperature the iron wire resistance has increased.
2. Repeat the experiment by using a constantan spiral of the same size. In spite of increased temperature, the constantan wire resistance has not changed.
Materials you will need: 4 x 7, 14, 33, 35, a wooden board, two nails, iron wire, candle, a battery.

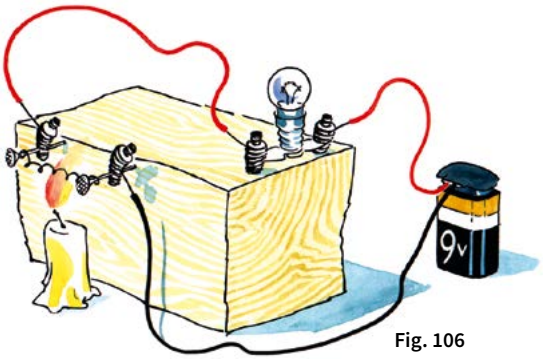


Fig. 106

ELECTROMAGNETISM

107. MAKING AN ELECTROMAGNET.

Wind about 20 or 30 windings of insulated copper wire around the iron bar from the set. For better electric conjunction scrape the isolation from the two endings of the copper wire. Connect the free ends of the wire to the battery and dip the iron bar into a pile of iron filings. As soon as the electric circuit is closed, the iron bar will become a magnet. Should you open the circuit, the bar will lose its magnetism.
The electromagnet was invented this way.
Warning! The battery is short-circuited. Keep the battery connected only for a short time - just long enough for you to understand the experiment. Be careful not to burn your fingers.
Materials you will need: 3, 2 x 7, 9, 33, 36, a battery.

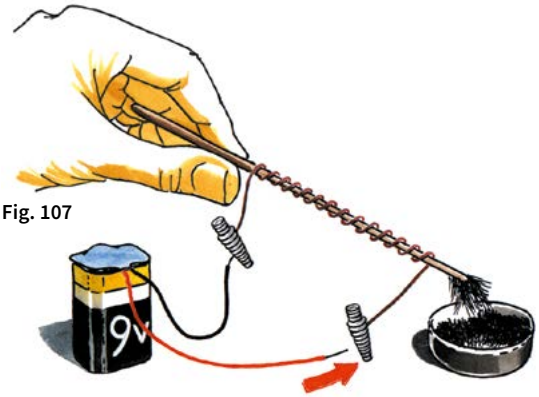
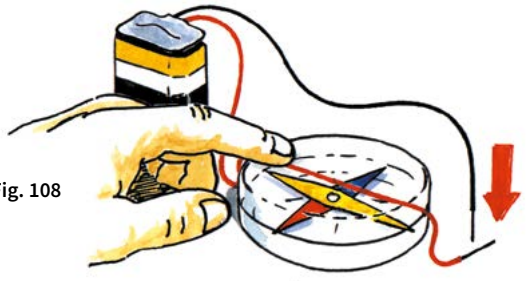


Fig. 107

108. OERSTED'S DISCOVERY.

Like many other important discoveries, the discovery of the electromagnet was quite accidental. The Danish scientist Hans Christian Oersted noticed that a currentcarrying wire, placed parallel to a compass needle, made the latter deflect.
Repeat this experiment in the following way: Hold a piece of wire, the ends of which are connected to the battery terminals, above the compass needle. The compass needle will deflect and will remain in this position as long as the electric circuit is closed. As soon as the circuit is opened, the compass needle will assume the initial position. Should the connections to the battery terminals be reversed, the compass needle will deflect in the opposite direction.
Warning! The battery is short-circuited. Keep the battery connected only for a short time - just long enough for you to understand the experiment. Be careful not to burn your fingers.
Materials you will need: 33, 34, a battery.


Fig. 108

109. SUMMING UP MAGNETIC FIELDS.

Loop an insulated copper wire a few times around the compass and connect it to the battery after each turn. The more windings, the greater the compass needle deflection. Evidently a magnetic field develops around each winding and the resulting magnetic field around the solenoid is the total of all individual fields of windings.
This is the principle applied in your galvanoscope as well as in all other electromagnets.
Warning! The battery is short-circuited. Keep the battery connected only for a short time - just long enough for you to understand the experiment. Be careful not to burn your fingers.
Materials you will need: 2 x 7, 33, 34, 36, a battery.



Fig. 109

110. MAGNETIC FIELD AROUND A CURRENT-CARRYING CONDUCTOR.

1. Push a piece of copper wire through the centre of a large piece of cardboard, as shown in fig. 110. Connect both wire ends to the battery, and by using a compass, check the magnetic field of the conductor. Your task is to discover the extent of the magnetic field as well as its strength. The experiment is made by a continuous closing and opening of the circuit whereby the deflection of the compass needle in different positions should be observed carefully.
2. Another way of showing the magnetic field is by sprinkling iron filings all around the wire that goes through the centre of the cardboard. Tap the cardboard slightly and the filings will align themselves in constantly increasing circles.
Warning! The battery is short-circuited. Keep the battery connected only for a short time - just long enough for you to understand the experiment. Be careful not to burn your fingers.
Materials you will need: 3, 34, 36, cardboard, a battery.

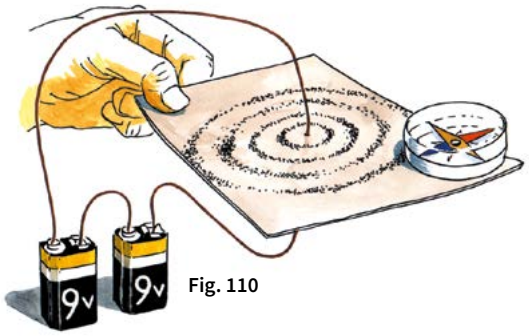
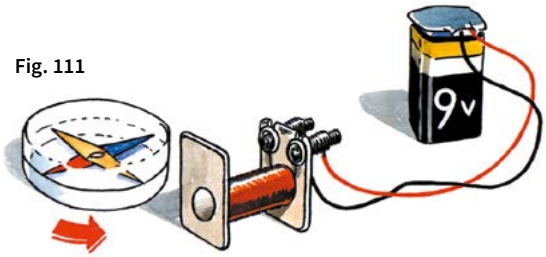


Fig. 110

111. A SOLENOID ACTING LIKE A MAGNET.

The set contains a solenoid of 1000 windings of insulated copper wire. Place the solenoid about 2 cm from the compass and, according to fig. 111, allow the current from a battery to flow through its windings. As soon as the circuit is closed the compass needle will deflect and will remain in that position as long as there is a flow of current through the solenoid. Should the circuit be opened, the compass needle will assume the initial position.
Materials you will need: 2 x 7, 11, 33, 34, a battery.

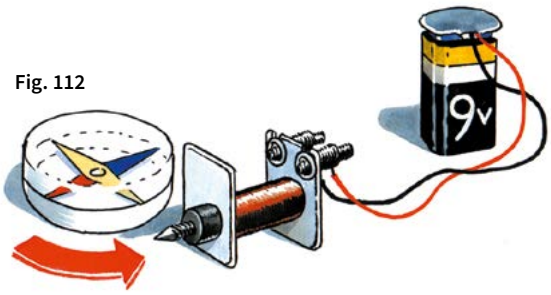
Fig. 111



112. IRON-CORED SOLENOID.

Repeat the preceding experiment and remember the compass needle deflection. Open the circuit in order to insert an iron core (not a magnet) from the set into the solenoid. Upon closing the circuit, the deflection of the compass needle will be much more destinct, since the iron core inserted into the solenoid has increased the magnetic strength of the latter.
Materials you will need: 2 x 7, 11, 16, 33, 34, a battery.

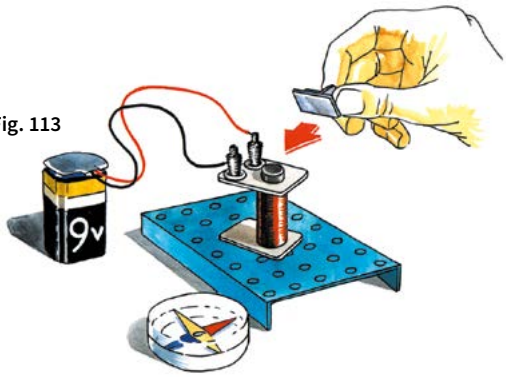
Fig. 112



113. BAR ELECTROMAGNET.

Fit a solenoid on an iron core fixed to a plastic base and connect it to the battery terminals. The result will be an electromagnet in the form of a bar (fig. 113). Such experiments can prove that an electromagnet is formed at the moment the circuit is closed; as soon as the circuit is opened, the magnet loses its strength and only a minimum trace of magnetism is left in it.
Materials you will need: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 33, 34, a battery.

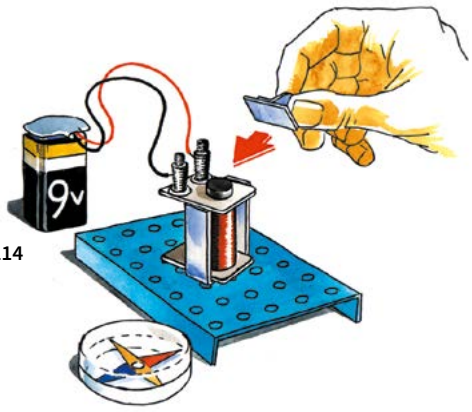
Fig. 113



114. U-ELECTROMAGNET.

Fit the same iron core as already applied in some of the experiments to a plastic base (fig. 114). This core serves to carry a solenoid connected to the battery. Closing the circuit will give a very strong electromagnet, much stronger than the one from the preceding experiment, although the same battery and the same solenoid have been applied. Whereas in the preceding experiment it was not possible to lift the magnet and its base by means of an armature, a much heavier freight can be lifted now. What is the reason for the increased strength of the electromagnet?
Materials you will need: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 17, 33, 34, a battery.

Fig. 114



115. ELECTROMAGNETIC LIFT.

Using the units of the set try to build a small electromagnetic lift. Connect the U-electromagnet from the preceding experiment to the battery terminals, as shown in fig. 115. Further immerse it into a box of screws and try to carry them to another spot. As soon as the circuit is opened, the freight will fall off.
Materials you will need: 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 33, iron objects, a battery.

116. DISH-SHAPED ELECTROMAGNET.

This experiment is possible only if an engineering workshop is available. Drill a 30 mm deep hole with a 9 mm diameter into a 30 mm thick iron disc, with a 60 mm diameter and insert 1000 windings of insulated copper wire with a diameter of 0,3 mm into it. By drawing both wire ends through insulated holes, connect the solenoid to the battery. The corresponding armature is made of a 10 mm thick iron disc. Though connected to a battery only, such elctromagnets can lift about 150 g. Similar magnets are used in electric lifts, lifting even ten or twenty tons, and more.

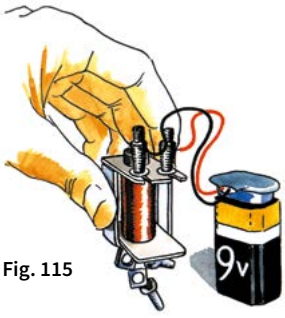


Fig. 115

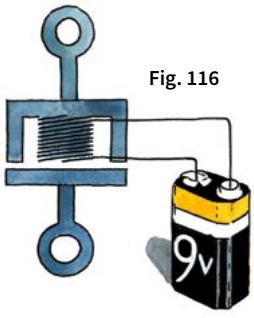


Fig. 116

117. WHICH MAGNET IS STRONGER?

The set contains two magnets: A permanent one, made of AlNiCo alloy, and an electromagnet, resembling the one from the preceding experiment. Which of the two is stronger? To answer the question repeat experiment No. 48-b, in which the strength of a permanent magnet was tested. The corresponding testing instrument is shown in fig. 117 left. Fill its cardboard cup with as many objects as the magnet can hold. If the same experiment is repeated with the electromagnet (fig. 117 right), the latter will prove to be considerably stronger than the permanent magnet.

Materials you will need: 6, 2 x 7, 10, 11, 16, 17, 18, 33, cardboard, thread, a battery.

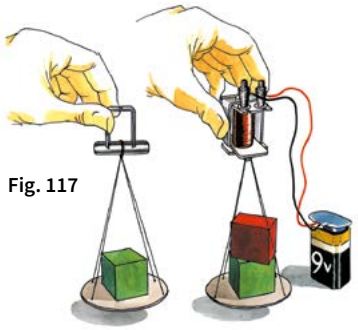


Fig. 117

118. ELECTROMAGNETIC SPECTRUM.

1. In the centre of a piece of cardboard, the size of a postcard, cut a 30 mm long and 21 mm wide rectangular opening. This is where half of the solenoid from the set is to be inserted. Connect it to the battery and sprinkle some iron filings on the cardboard. Compare the resulting electromagnetic spectrum with that of the permanent magnet from experiment No. 40.
2. Repeat the previous experiment by inserting an iron core into the solenoid.

Materials you will need: 3, 2 x 7, 11, 16, 33, cardboard, a battery.

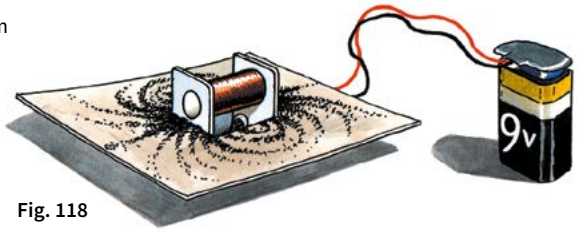
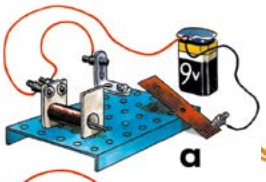


Fig. 118

119. THE SOLENOID WITH A NAIL.

Connect the solenoid from the set to the battery, as shown in fig. 119, and insert a medium size nail into the hole in the centre of the sleeve. If the solenoid is lifted, the nail will not fall out. In fact, the nail is exposed to forces, one of them being gravitation and the other magnetism, but the latter is evidently greater.

Materials you will need: 2 x 7, 11, 33, a nail, a battery.



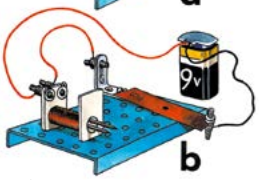


Fig. 120



Fig. 119

120. THE SOLENOID WITH TWO NAILS.

Place the solenoid upon a plastic base, insert two nails without heads into its central hole and connect the solenoid to the battery. At closing and opening the circuit you will see the two nails move. If the circuit is open, the nails will assume the position shown in fig. 120a; as soon as the circuit is closed, however, the nails will move apart (fig. 120b). The latter is due to the fact that the two nails become magnetic but, having the same poles on the same side, they repel each other.

Materials you will need: 5, 6, 4 x 7, 8, 11, 24, 28, 33, two nails, a battery.

121. SOFT-IRON AMMETER.

Insert a nail into the hole of the solenoid sleeve and tie it with a piece of string or an elastic band, as shown in fig. 121. Further insert a pointer, made of two pieces of sheet iron (from an old tin), cut into the following dimensions: 40x5 mm and 60x2 mm and 0.2-0.4 mm thick and tied together as shown in fig. 121. The thinner part has to be turned a bit to the left. If the solenoid is connected to the battery, the nail and the pointer will become similarly magnetised and will consequently repel each other. By means of a professional ammeter this home-made device can also be calibrated and provided with a measuring scale.

Materials you will need: 2 x 7, 11, 33, two pieces of sheet iron, a piece of wood, a nail, an elastic band, a battery.

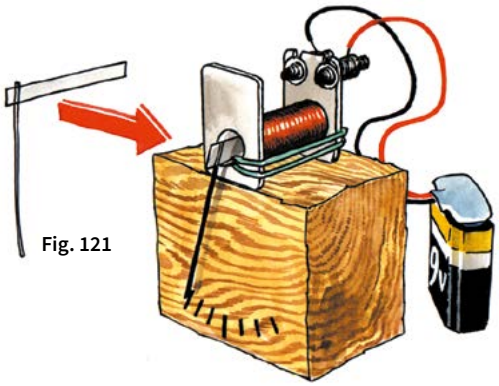


Fig. 121

122. ANOTHER VERSION OF AMMETER.

Wind about 20 loops of constantan wire around an iron rod and use the resulting spring for suspending an iron core. Insert a part of this core into the solenoid (fig. 122) and connect it to the battery. The solenoid will attract the core, and the stronger the current, the more the latter will plunge downward into the solenoid centre. Should this device be equipped with a pointer and a scale, it could also serve for measuring the solenoid attraction or respectively the current intensity.

Materials you will need: 3 x 5, 3 x 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 2 x 20, 28, 33, 37, a battery.

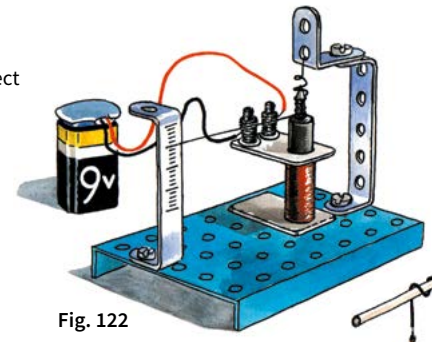


Fig. 122

123. MOVING COIL INSTRUMENT.

Fit an iron bracket on a plastic base vertically and on this another one horizontally. Fix an iron core to one end of the horizontal bracket and a magnet to the other end. The set up assembly is in fact a horseshoe magnet with a very strong magnetic field between its legs. Place a solenoid of insulated copper with a diameter of 0.16 mm in the magnetic field. It has to have 10 to 12 windings of 10 mm wire in diameter and is suspended as shown in fig. 123 left. One end of solenoid leading via the paper rack to the positive battery terminal and the other one via the base to the negative one (for better electric conjunction scrape the isolation from the two endings of the copper wire). As soon as the circuit is closed, the solenoid will either turn to the left or to the right, depending on the sense of the electric current. All precise electric measuring instruments work on this principle. The rotation of the solenoid will be explained in the experiment to follow.

Materials you will need: (20), 2 x 5, 3 x 6, 10, 16, 2 x 29, 33, 36, a battery.

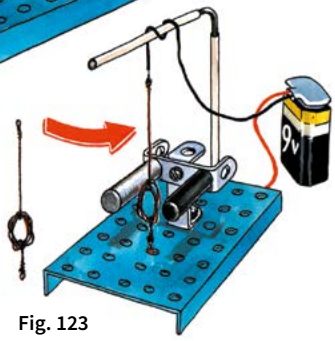


Fig. 123

124. A CONDUCTOR IN THE MAGNETIC FIELD.

Fix an iron bracket vertically upon a plastic base and attach both an iron core and a magnet, to it. Further take a 10 cm long copper wire and the rack from experiment No. 20 to suspend the double threaded screw (wind about 30 windings) into the magnetic field of the horseshoe magnet, set up as described above. For better electric conjunction scrape the isolation from the two endings of the copper wire.
As soon as the circuit is closed, the screw will turn either to the left or to the right, depending on the sense of the electric current. This rotation is due to the interaction of the magnetic fields: the powerful one created between both ends of the magnet and another one created around the conductor as soon as the circuit is closed. It is well known that magnetic fields are either mutually attracted or repelled, depending on whether they are like or unlike ones. The above experiment is very important for understanding the operation of an electromotor.
Materials you will need: (20), 5, 2 x 6, 10, 12, 16, 29, 33, 36, a battery.

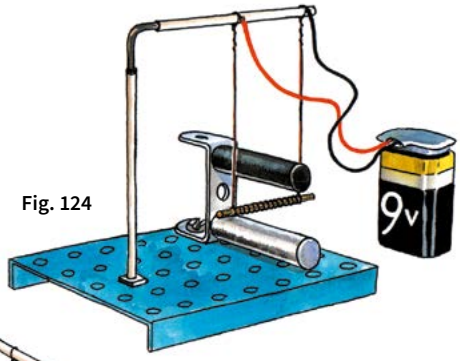


Fig. 124

125. BLOCKING AN ELECTROMAGNET.

Fix an electromagnet on a plastic base and, by means of the rack from experiment No. 20, with a cotton thread suspend an iron bracket (38x12 mm) from the rack, to be placed 1 cm from the electromagnet. If the circuit is closed, the electromagnet will attract the iron bracket. If, however, any materials like e.g. sheet copper, sheet zinc, cardboard, glass, sheet iron, and the like are inserted between the electromagnet and the iron bracket, you will determine which materials don't have an effect on the magnetic field and which, on the other hand, tend to block it.
Materials you will need: (20), 5, 2 x 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 28, 29, 33, thread, a battery.

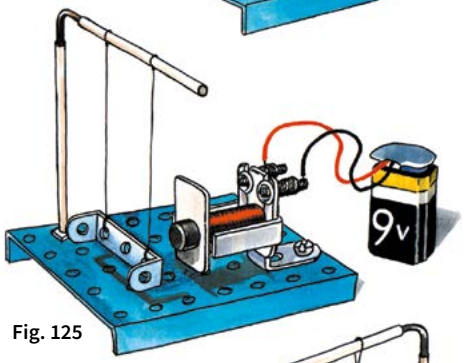


Fig. 125

126. ELECTROMAGNETIC BRAKE.

To a rack (see experiment No. 20), fixed upon a plastic base, on a cotton thread suspend an aluminium bell turned upside down. Fix an electromagnet underneath. Mark the bell with a dash on the edge. The circuit remaining open, twist the bell three times. Let it go and count the turns it makes while untwisting. When the bell comes to rest, close the circuit and repeat the described experiment. You will notice that the electromagnet brakes the bell! The described phenomenon plays an important role in engineering.
Materials you will need: (20), 6, 2 x 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 33, thread, a battery.

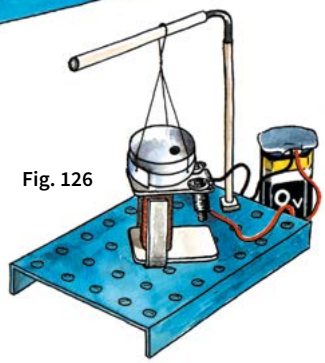


Fig. 126

APPLICATION OF THE ELECTROMAGNET IN ENGINEERING

127. MORSE TELEGRAM.

Fix an electromagnet, consisting of a core lifted with a nut, a sleeve and a solenoid, to a plastic base and proceed by setting up the armature that is to be placed at a very short distance from the electromagnet. It is actually a 60x12 mm bracket, fixed horizontally to a vertical one. From the right side a 25x25 mm angle bearing a small pencil is attached to it. Fix a switch made from a copper plate to an angle of 25x25 mm, and the spring clips on the plastic base (see fig. 127). If this telegraph is connected to the battery and the circuit is closed, the electromagnet will attract the armature.
As soon as the circuit is opened, the armature will assume its initial position. In case of a professional telegraph the pencil will mark points and dashes on a paper strip passing under it. The points and dashes, which form the Morse alphabet (see experiment No. 85), depend on how long the circuit is closed.
Materials you will need: 5 x 5, 6 x 6, 6 x 7, 8, 11, 16, 17, 20, 24, 2 x 28, 29, 33, a battery, a pencil, paper.

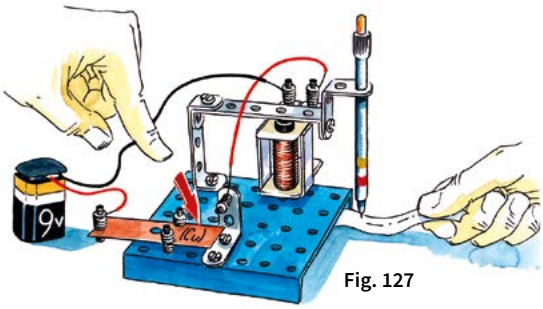


Fig. 127

128. MORSE KEY.

Morse invented a special switch, permitting alternating switching on and off of two telegraphs. You can make such a key yourself. Use the copper plate, the two angles 25x25 mm and the spring clips. Fix all of them to the plastic base. The two angles, together with their screws, represent the right and left contact (fig. 128). The Morse key has three supplies, the central one functioning as the usual supply. If, however, you move the lever to one or the other side, the electric current will pass over the right or the left contact.
The operation of a Morse key can be explained best by interconnection of two telegraphs.
Materials you will need: 7 x 5, 8 x 6, 7 x 7, 8, 11, 16, 17, 20, 23, 3 x 28, 29, 33, a battery.

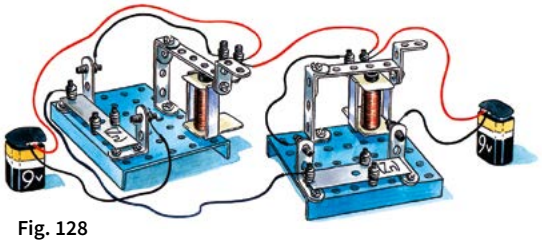


Fig. 128

129. CIRCUIT DIAGRAMS.

Fig. 129 is a circuit diagram representing two Morse telegraphs and two keys.
The letters stand for:

T = Morse telegraph **B = Battery**
K = Morse key **Z = Earth**

The above method used to connect two railway stations with eachother. You can follow this diagram if you have two sets of "Edison Jr.". Place the two telegraphs in two different rooms, interconnect them with two wires and you will be able to telegraph.
In case of a railway Morse telegraph, only one wire is applied, whereas the other one is replaced by the earth; the earth contacts are two metal plates hidden in the ground.
Today telephones, fax and e-mail have replaced the telegraph.
Materials you will need: Two Morse telegraphs, two batteries.

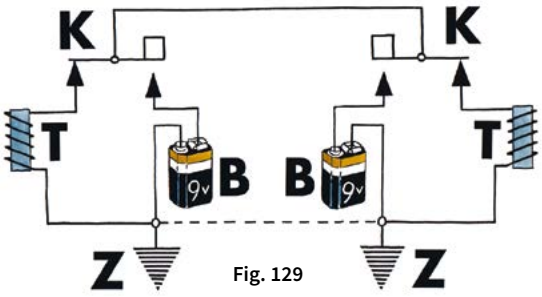


Fig. 129

130. WAGNER HAMMER.

The scientist Wagner invented an electric device that closes and opens the electric circuit automatically. It is known as the Wagner hammer and is often used in engineering. Try to build it the following way: By using the 25x25 mm angle fix the electromagnet to a plastic base. At about 2-3 mm from the electromagnet attach a little hammer for the bell with the other angle. The current should flow from the battery via the wire in your hand to the hammer, from there to the angle, and then via the connecting wire to the solenoid and back to the battery.

As soon as the circuit is closed, the hammer will start vibrating, thus opening and closing the electric circuit. At the moment of attraction to the electromagnet the hammer will be separated from the contacts and the circuit will be opened. Consequently, the electromagnet

will stop working, whereupon the hammer will, due to the flexible spring, assume its initial position and again close the electric circuit. This cycle is repeated over and over again.

Materials you will need: 4 x 5, 5 x 6, 3 x 7, 8, 11, 16, 17, 2 x 28, 31, 33, a battery.

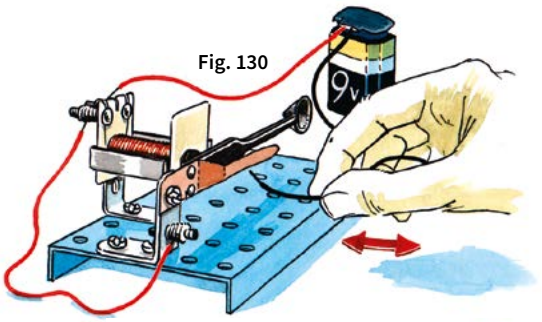


Fig. 130

131. ELECTRIC BELL.

After you have built the Wagner hammer, you will not find the construction of the electric bell difficult either. For this purpose an M4x20 screw and a bell have to be added.

As shown in fig. 131, the M4x20 screw consists of an angle bearing the screw and two nuts. The bell is fixed to the base by means of the double threaded screw and corresponding nuts. The connections can be seen from fig. 131.

Materials you will need: 5 x 5, 12 x 6, 4 x 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 25, 3 x 28, 31, 33, a battery.

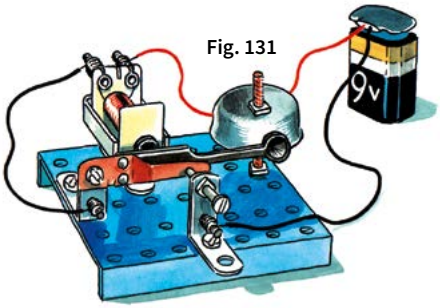


Fig. 131

132. ELECTRIC BELL REPLACING THE DOORKEEPER.

Fig. 132 represents the circuit diagram regarding the interconnection between the electric bell, the battery and the push-button. The bell and the battery are installed in the flat whereas the push-button is at the entrance. The person wishing to visit you presses the button. In this way the circuit is closed and the bell starts ringing. Using another electromagnet you can also open the door for the visitor.

Materials you will need: an electric bell, a battery, a push button, connecting wires.

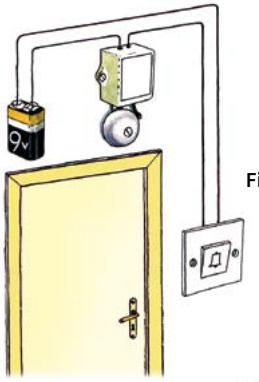


Fig. 132

133. ELECTRIC BELL WITH MORE PUSH-BUTTONS.

Certain facilities, such as hospitals, hotels, railway carriages etc. require installations that enable the calling of certain persons, e.g. the janitor, the nurse, or the conductor. Fig. 133 represents the circuit diagram showing the interconnection between the bell, the battery and several push-buttons. To explain the application of this principle in practice, let us examine the sleeping-van signalling system. In a sleeping-van corridor there is a red signal plate above each door. When the bell rings, the plate “drops” to tell the conductor which passenger is calling him. Similar signal plates with roomnumber can be found in hospitals and hotels. Their operation, too, depends on the electromagnet.

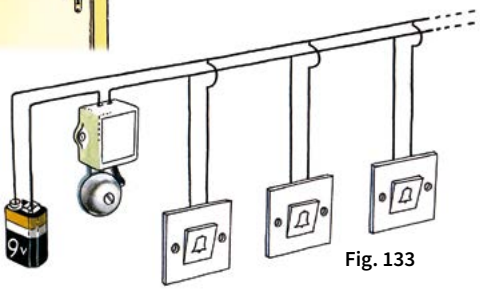


Fig. 133

134. SIGNALLING EQUIPMENT.

Use a very thin tin plate to make the switch shown in fig. 134. Each piece of tin must be 10 mm wide and 60 mm long. Fix the switch above the door in such a way that the two pieces of tin make contact when the door is open and not when it is closed. Should this switch be connected to the battery and the electric bell, you will get a signalling device announcing when a door or a window opens.

Materials you will need: tin plate, an electric bell, connecting wire, a battery.

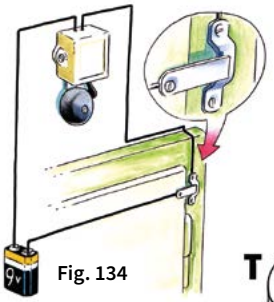


Fig. 134

135. ELECTRIC LIQUID LEVEL INDICATOR.

The water level or the level of any other liquid in a factory or laboratory tank should never be above or under a certain point. Such points can be electrically protected as shown in fig. 135. The liquid bears a float that rises or falls according to the water level. In case it reaches the critical upper level, contact A closes the circuit and the electric bell warns that something has gone wrong. If, on the other hand, the liquid level drops below minimum, contact B closes the circuit, thus activating the signalling system.

A completely automatic liquid level regulation is also possible. In this case one of the above contacts opens and the other one closes the inflow or respectively the outflow of the liquid. The markings stand for:

P = float
T = wheel
U = weight

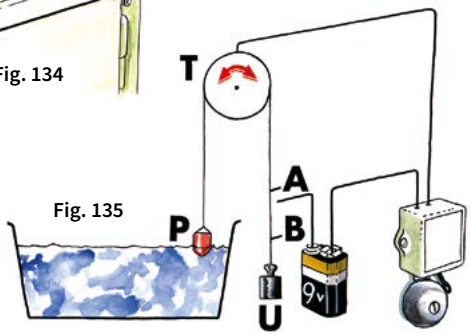


Fig. 135

136. PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF THE ELECTRIC CURRENT.

The electric current effects your body. This may be demonstrated by some experiments:

1. Take a copper plate in your left hand and a zinc plate in your right hand and touch both battery terminals as shown in fig. 136 left. Although presuming that there is a flow of electric current through your body, you will not feel it when touching the battery terminals.

2. Connect the metal plates in the above experiment to an iron-cored coil (Fig. 136 right). Then, holding the plates in your hand, repeatedly close and open the circuit. As before, you will not feel anything when closing the circuit. However, strong electric shocks will be felt when opening the circuit. These shocks arise from the coil at the moment when the circuit is opened. To understand this phenomenon, repeat experiment No. 95. There you got to know the so-called inductive resistance in the coil in a closed electric circuit.

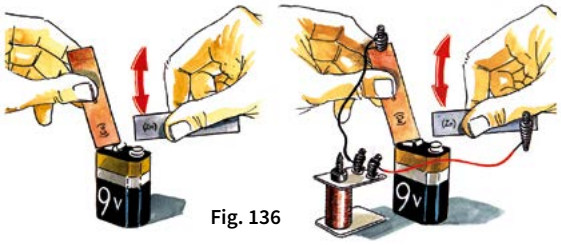


Fig. 136

A magnetic field forms around the coil in such circumstances but as soon as the circuit is opened the magnetic field is destroyed, the consequence being an induced current that is felt as a shock.
Materials you will need: 4 x 7, 11, 16, 23, 24, 33, a battery.

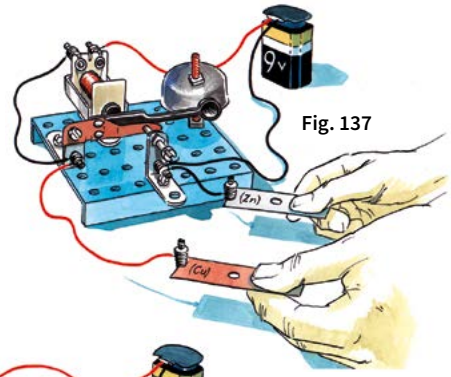


Fig. 137

137. INDUCTION COIL.

There is only one step from the electric bell to the induction coil. While the bell is ringing, connect it with two metal plates: The first is fastened with a screw and the second with an angle bearing the hammer (see fig. 137). If your hands are dry, you will only feel a weak current; if, however, they are wet you will find the current strong. Evidently the voltage of the electric current you feel is higher than that of the flashlight battery.
Materials you will need: (131), 23, 24, 33, a battery.

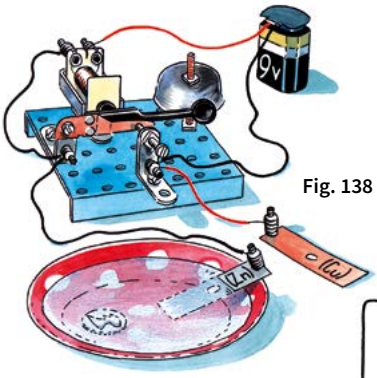


Fig. 138

138. ELECTRIZATION THROUGH WATER.

Immerse a metal plate from the preceding experiment into a dish filled with water and add a coin. While the bell is ringing use your right hand to grasp the other metal plate firmly and your left hand to try to take the coin out of the water. When touching the water surface you will feel a powerful shock and will not be able to lift the coin because of your hand being seized with cramps.
In general it is very dangerous to touch electric installations with wet hands!
Materials you will need: (137), a dish of water, a coin.

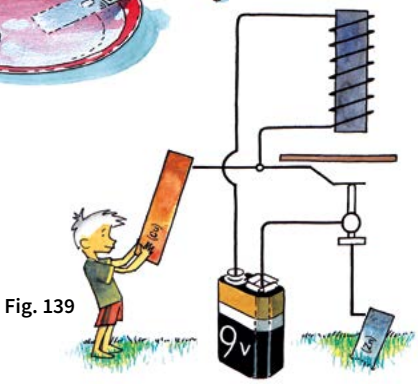


Fig. 139

139. THE EARTH AS A CONDUCTOR.

Push the electrode from the preceding experiment into moist earth that you stand barefooted on. Grasp the other electrode with your hand and you will find moist earth to be a very good electric conductor (fig. 139 is just a partial scheme of the experiment).
Materials you will need: (137).

140. RELAY.

A relay is a device that allows a strong circuit to be indirectly closed or opened by a weaker current. The relays are of two types, the closing and the opening ones. Try to make both. Fig. 140 shows the circuit diagram of an opening relay. The first circuit includes the electromagnet and battery No. 1. As soon as the circuit is closed, the electromagnet will attract the little hammer which in its turn will close another circuit comprising a bulb, battery No. 2. and a hammer. As a result, the bulb will light up. It is not hard to modify a closing relay to an opening relay.
Materials you will need: 3 x 5, 3 x 6, 6 x 7, 8, 11, 14, 16, 2 x 29, 31, 33, 35, two batteries.

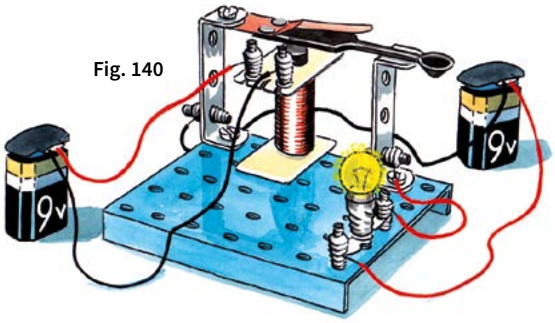
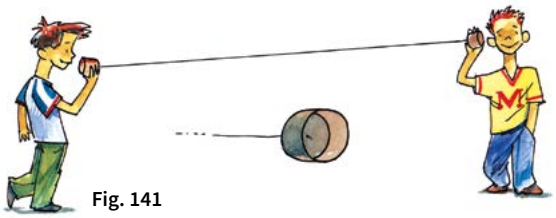


Fig. 140

141. SHEPHERD'S TELEPHONE.

A shepherd's telephone consists of two cardboard cylinders on one side covered with parchment paper - you can also use an empty yoghurt plastic cup. Connect the two units with a piece of thin thread that must be tight during the conversation. While one is speaking the other is listening and vice versa, hence simultaneous talking and listening is not possible. During talking the parchment diaphragm vibrates. Via the tightened thread these vibrations are transmitted to the other diaphragm which under this effect also starts vibrating, enabling the voice from the other side to be heard.
This telephone, however, cannot be used for talking at long distances or around the corner. Bell's telephone works on the same principle. It, too, consists of two units, each containing a permanent magnet, an iron core and a solenoid; a thin metal diaphragm precedes the electromagnet. If speaking into the diaphragm, the magnetic field changes. This results in generation of electric current in the solenoid.
By means of two wires this electric current is transmitted to the other telephone set, where it causes the vibration of the metal diaphragm. Nowadays Bell's telephone set has been replaced by a modern version made up of a handset and a microphone.


Fig. 141

142. ELECTRIC ENERGY TRANSFORMED INTO SOUND.

Fig. 142 shows a circuit diagram of a device that can transform electricity into sound. Fix an electromagnet, consisting of a core, a sleeve and a solenoid, on a plastic base. Cover this electromagnet with a metal sweet box cover (made of sheet iron) which is to be lifted slightly during the experiment. It serves as the diaphragm. If the circuit is alternately closed and opened, some rustling noise can be heard. When the circuit is closed, the diaphragm is attracted by the electromagnet, and when it is opened the diaphragm due to its flexibility, returns to its initial position.
The earphone, that you are going to set up in the next experiment, works on the same principle.
Materials you will need: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 17, 33, a tin cover, a battery.

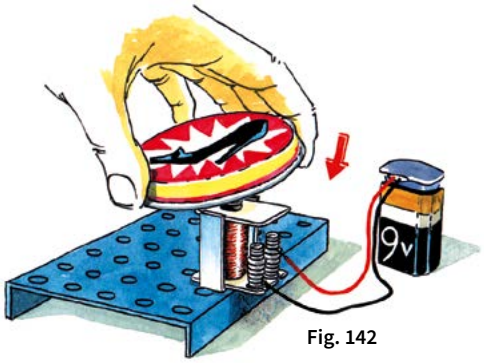


Fig. 142

143. EARPHONE.

By using two 38x12 mm brackets and one 60x12 mm bracket connect the diaphragm and the electromagnet so that they are only 1 - 2 mm apart. Further, connect the earphone to the battery, as shown in fig. 143. When closing the circuit, the diaphragm should neither touch nor be at an excessive distance from the electromagnet. When closing the circuit the electromagnet attracts the diaphragm. When you open the circuit the diaphragm releases. You will hear a characteristic rustling noise.

Materials you will need: 4 x 5, 6 x 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 20, 22, 2 x 29, 33, a battery.

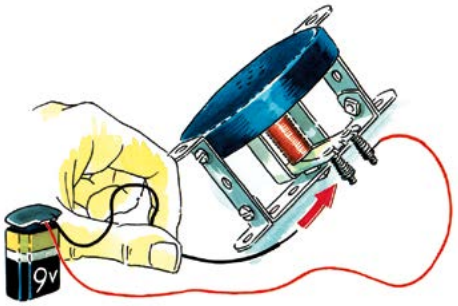


Fig. 143

144. FILE FUNCTIONING AS A CIRCUIT-BREAKER.

Connect the earpiece from the preceding experiment to the battery through the file, as shown in fig. 144. Make one contact glide along the file whereupon, due to repeated opening of the circuit, some rustling noise will be heard from the earphone.

Materials you will need: (143), a file.

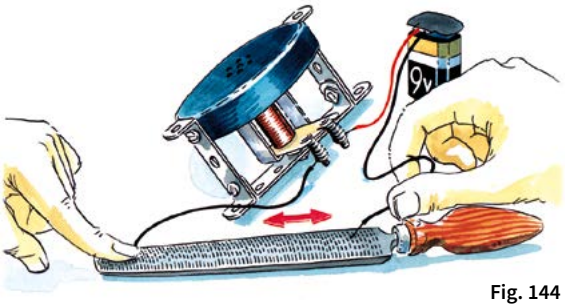


Fig. 144

145. AUTOMOBILE HORN.

This experiment requires an earphone (fig. 143), a battery and some connecting wires. Connect one pole of the solenoid to the diaphragm and the other one to the battery terminal. The remaining battery terminal is to be connected to the diaphragm with feeling (leave the diaphragm to vibrate) as shown in fig. 145.

Materials you will need: (143), 7.

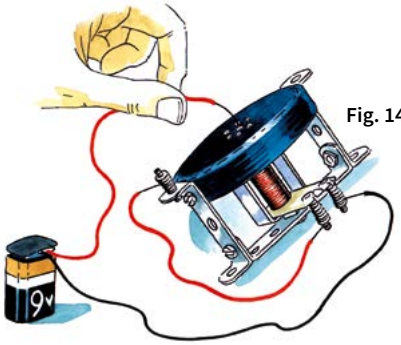


Fig. 145

146. MICROPHONE.

This set contains a very simple, yet sensitive microphone. It consists of two basic units: the diaphragm like the one in the earphone (except for being a plastic one) and three rods of which two are of iron and fixed to the diaphragm, whereas the third one is of carbon and is in touch with the other two. Connect the battery, the microphone and the electric bulb to close the circuit, as shown in fig. 146. If you press your finger against the unattached carbon rod, the electric bulb will light up. The more you press, the brighter the light will shine. Due to a stronger or weaker contact with the carbon the microphone will let pass a stronger or weaker current. The same happens when talking into the microphone.

Materials you will need: 2, 4 x 5, 4 x 6, 4 x 7, 8, 14, 2 x 28, 33, 35, a battery.

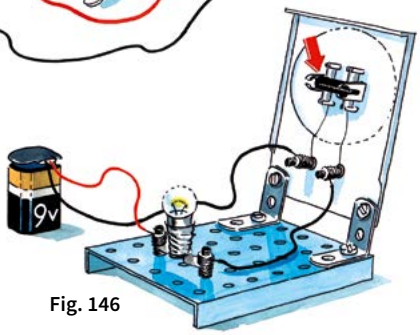


Fig. 146

147. TELEPHONE.

If the earphone from experiment No. 143. as well as the microphone from the preceding experiment are connected to the battery, the new combination will be a telephone set, i.e. the device for transmission of speech and other sounds at long distances. An analogue wrist watch lying on a plastic base can be heard over the earphone. This is due to the fact that the ticking of the watch makes the microphone diaphragm vibrate. As the microphone carbon rods let weaker and stronger currents pass and the diaphragm is attracted by the earphone electromagnet with different force, the air vibrates and these vibrations can be perceived.

This home-made telephone set can be applied for transmission of speech as well. In this case leave the microphone in one room and transfer the earphone into another one (you'll need longer wires).

Materials you will need: (143), (146), a wrist watch.

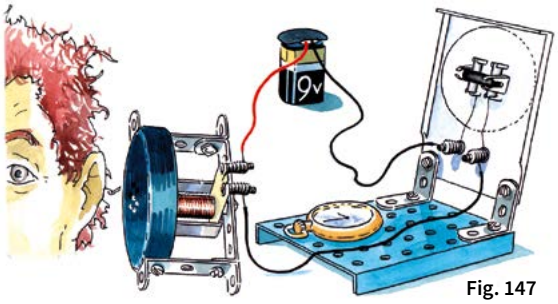


Fig. 147

GENERATORS AND ELECTROMOTORS

148. MECHANICAL ENERGY TRANSFORMED INTO ELECTRICAL ENERGY.

1. Connect a solenoid to a galvanoscope (fig. 148) and with a very brisk gesture insert a magnet into the hole of the sleeve. The galvanoscope pointer will deflect, whereupon it will assume the initial position quickly. If the magnet is quickly drawn out, the pointer will deflect to the opposite direction.

2. Turn the magnet over and repeat the experiment. Now you will notice the electric shocks. How is the electric current generated in this experiment? You know from the previous experiments that the magnet is the source of the magnetic field. If the magnet is inserted into the solenoid, the magnetic lines of force cut the solenoid windings. Due to induction, electric current is generated, yet it exists only as long as the magnet turns, hence as long as the magnetic field changes.

This is one of the basic electro-technical experiments. All generators are built on this principle. A generator is a machine for transforming mechanical energy into electric energy.

Materials you will need: 1, 4 x 7, 10, 11, 33, 34.

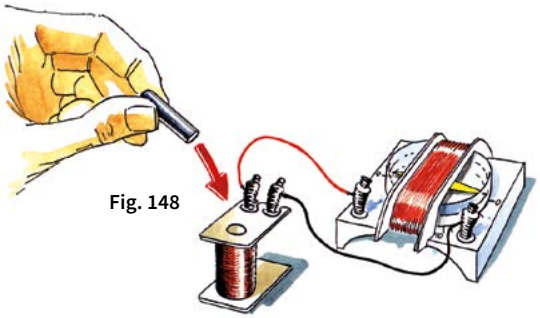


Fig. 148

149. ALTERNATING CURRENT GENERATOR.

Insert an iron core into the solenoid, further connect the solenoid to the galvanoscope and wait until its pointer stops at the zero setting. Turn the magnet, suspended by a thread, above the solenoid and the result will be the simplest version of an AC-generator.
Materials you will need: 1, 4 x 7, 10, 11, 16, 33, 34, paper, thread.

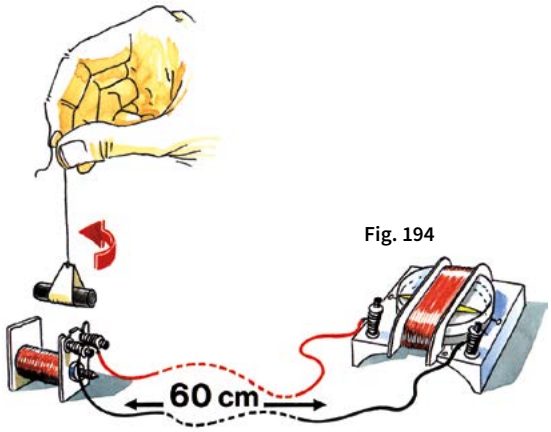
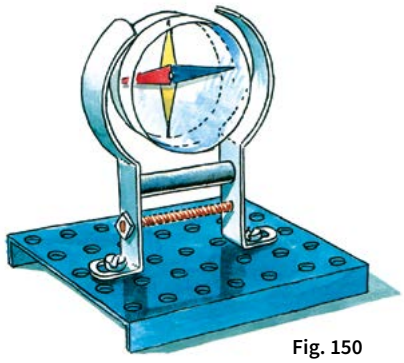


Fig. 194

150. ELECTRIC MOTOR AND GENERATOR STATOR.

The part of an electric machine that does not move is called a stator. Try to build one. Fix both stator legs upon the base and insert a magnet, fixed to the former by means of a double threaded screw and two nuts. The stator is ready. With a compass you can prove the presence of the magnetic field between the stator legs. By sprinkling some iron filings you can even demonstrate that the magnetic lines of force run from one stator leg to the other. (See experiment No. 41).
Materials you will need: 2 x 5, 4 x 6, 8, 10, 12, 15, 34.


Fig. 150

151. ELECTRIC MOTOR AND GENERATOR ROTOR.

A rotor is actually a rotating solenoid. Both ends of its windings end in two semicylinders, called a collector, which in case of an electric motor serves to supply, and in case of a generator to convey away the electric current. A metal spring leans against each side of the collector. It is called a brush. Use a compass to test the rotor operation:
1. Connect the rotor via the brushes to the battery, as shown in fig. 151.
2. By means of the compass determine the north and the south pole of the rotor.
3. Check whether by turning for 360 degrees the rotor poles change or remain the same.
Upon careful observation you will see that after each turning for 180 degrees both rotor solenoid ends change the polarity, which is due to the collector which in a certain moment changes the sense of the electric current. Evidently the sense of the electric current changes when the rotor solenoid reaches the horizontal position. At that moment the magnetic poles of the rotor change as well. The north pole is turned into the south pole and vice versa.
Materials you will need: 3 x 5, 3 x 6, 2 x 7, 8, 19, 2 x 20, 21, 33, a battery.

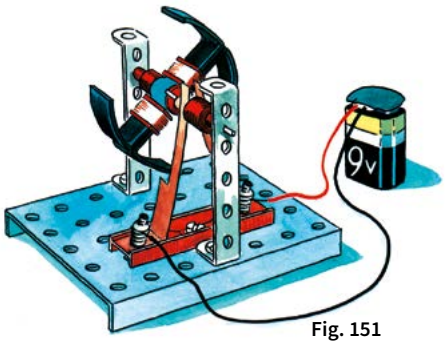


Fig. 151

152. DIRECT CURRENT ELECTRIC MOTOR.

After constructing the generator stator (experiment No. 150) and the generator rotor accompanied with brushes (experiment No. 151), try to make a DC motor. First set up the rotor with brushes, then the stator. After you have checked whether the rotating of the rotor is faultless and if the brushes lean against the collector, connect the electric motor to a battery. The rotor will start rotating, at first at a slow pace, then ever quicker, up to the full number of turns, i.e. about 2800 to 3000 per minute. Reverse the battery terminals!
Materials you will need: (151), 2 x 5, 4 x 6, 10, 12, 15.

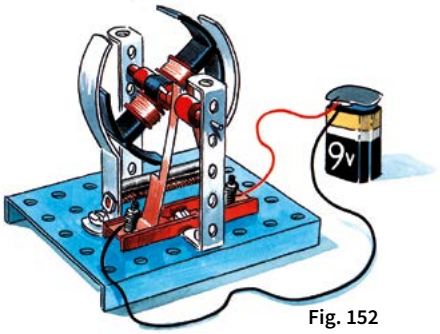
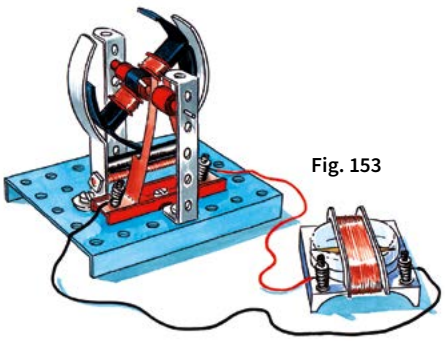


Fig. 152

153. DIRECT CURRENT GENERATOR.

Connect the electric motor from the preceding experiment to the galvanoscope and turn the electric motor rotor with your hand. The galvanoscope pointer will deflect. Reverse the rotor and the galvanoscope pointer will move in the opposite sense.
As you have seen, the DC motor can also be applied as a generator, i.e. the device generating the direct current.
Materials you will need: (152), 1, 2 x 7, 34.


Fig. 153

CONCLUSION

Having made all experiments described in this booklet does not mean that all work has been done. On the contrary, you are now just at the beginning. The designed experiments represent the first, and accordingly, most important step in acquiring technical knowledge through your own experience. From now on you will be able to complete your knowledge by that of others, spread through books, lectures as well as radio and TV emissions.

You can enrich the acquired knowledge with:
GENIUS (153 electric + 120 electronic experiments and theoretical descriptions)

LIST OF ASSEMBLY PARTS AND CORRESPONDING PICTURES

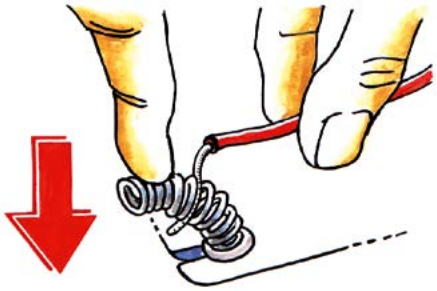
No.	LIST OF ASSEMBLY PARTS	Pieces
1	Galvanoscope	1
2	Microphone	1
3	Box of iron filings	1
4	Box with bolts and nuts	1
5	Screws M4 x 5	12
6	Nuts M4	16
7	Spring clip	1
8	Plastic base	8
9	Iron bar	1
10	Magnet	1
11	Coil (Solenoid)	1
12	Double threaded screw	1
13	Bell	1
14	Incandescent bulb holder	1
15	Stator (composed of 2 legs)	1
16	Iron core	1
17	Core sleeve	1
18	Armature	1
19	Rotor	1
20	Big metal bracket 60 x 12 mm	2

No.	LIST OF ASSEMBLY PARTS	Pieces
21	Pair of brushes	1
22	Earphone	1
23	Zinc plate (Zn)	1
24	Copper plate (Cu)	1
25	Screw M4 x 20	1
26	Plastic plate	1
27	Metal spade with a plastic handle	1
28	Angle 25 x 25 mm	4
29	Small metal bracket 38 x 12 mm	2
30	Resistor (rheostat)	1
31	Little hammer for the bell	1
32	Spanner with screwdriver	2
33	Insulated connecting	5
34	Compass	1
35	Bulb 12 V/0,05 A	1
36	Copper wire	1
37	Constantan wire	1



Inserting of the spring clips into the base board.





Inserting of the wire into the spring clip.



ELECTRO PIONEER

153 verschiedene Versuche aus dem Gebiet der Elektrizität und Magnetismus

Erforderlich eine 9V ⎓ IEC 6LR61-9V ⎓ Batterie (nicht enthalten)

HERAUSGEBER: Mehano d.o.o. • Polje 9 • SI - 6310 Izola • SLOWENIEN

INHALTSVERZEICHNIS

ELECTROSTATIK ..... 115 - 120
MAGNETISMUS ..... 120 - 125
BATTERIEN UND ELEMENTE ..... 125 - 131
ELECTROMAGNETISMUS ..... 131 - 134
ELEKTROMAGNETEN IN DER TECHNIK ..... 134 - 137
GENERATOREN UND ELECTROMOTOREN ..... 137 - 138

RECHTE UND VERANTWORTUNGEN

Der Inhalt dieses Buches ist entsprechend des Gesetzes für Autorenrechte geschützt. Aus diesem Buch darf nichts kopiert, abgeschrieben, fotokopiert oder an andere Medien weitergeleitet werden ohne eine ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Trägers der Autorenrechte erhalten zu haben.
Alle Versuche, die in diesem Buch beschrieben sind, wurden sorgfältig überprüft und getestet. Der Inhaber der Autorenrechte trägt keine Verantwortung für eventuell auftretende Materialschäden oder physische Verletzungen, die während des Experimentierens auftreten könnten.

WILLKOMMEN JUNGE LESERIN, WILLKOMMEN JUNGER LESER,

Es freut uns, dass du du dich entschlossen hast, durch unser Buch in die Welt der Elektronik einzutreten. Wir hoffen, dass dir das Zusammensetzen der Schaltungen Spass machen wird. Allerdings soll dies nicht nur eine reine Spielerei sein. Mit dem Durchführen der Experimente und dem Durchlesen des Buches, wirst du dir Grundkenntnisse über Elektrizität aneignen, die dir auch im alltäglichen Leben nützlich sein werden.
Habe keine Angst vor den Versuchen. Die Ergebnisse eines Versuchs sind mehr Wert als tausend Meinungen von Fachleuten. Probiere alle deine Ideen aus! Wenn die Schaltung nicht funktionieren sollte, sei nicht enttäuscht. Überlege nocheinmal und überprüfe alles nocheinmal. Wenn du herausgefunden hast, was falsch gelaufen ist, und das Experiment funktioniert schließlich, hast du etwas Neues und Nützliches gelernt, das du auch für spätere Experimente benutzen kannst.
Alle Schaltungen, die in diesem Buch vorgeschlagen sind, sind so vorbereitet worden, dass du dich nicht verletzen oder größere Schäden anrichten kannst, abgesehen von eventuellen kleinen Kratzern an den Fingern.
In diesem Buch wird eine große Zahl von verschiedenen Experimenten beschrieben. Einige sind so einfach, dass du gar keine Erklärung benötigst. Einige sind dagegen sehr kompliziert und du wirst am Anfang nicht vollständig verstehen, wie sie funktionieren. Verzweifle nicht! Vielleicht wird dir beim zweiten genaueren Durchlesen alles klar werden. Es ist auch nicht schlimm, wenn du dieses Experiment einfach überspringst und zu einem späteren Zeitpunkt nocheinmal versuchst.
Gerade die Vielfalt der Experimente gibt allen Interessierten mit den unterschiedlichsten Kenntnissen über Elektronik die Möglichkeit, Neues zu lernen und etwas Angemessenes zu finden. Weil der Aufbau der Schaltungen so exakt beschrieben ist, kannst du das Buch eventuell auch als Handbuch in der Schule benutzen.

LIEBE ELTERN!

Mit diesem Buch treten Sie mit ihrem Kind in die Welt der Elektronik ein. Wenn sie sich in dieser Welt schon auskennen, seien Sie dem jungen Forscher Ermunterung und Hilfe. Wenn aber diese Welt der Elektronik auch für Sie neu ist, so sollte es Ihnen ein Vergnügen sein, sich dem jungen Forscher anzuschließen. Die Welt der Elektronik ist voll von Entdeckungen, die auf junge genauso wie auf ältere ForscherInnen wartet.

WARNUNG FÜR ELTERN!

DAS KIND SOLL VOR DEM GEBRAUCH SORGFÄLTIG DIE ANWEISUNGEN LESEN UND SIE BERÜCKSICHTIGEN.
DIE KOLLEKTION RICHTET SICH AN KINDER VON BEIDEN GESCHLECHTERN AB 9 JAHREN.
AUS SICHERHEITSGRÜNDEN SIND ALLE VERSUCHE FÜR DIE SPANNUNG 9V (BATTERIE 9V IEC 6LR61) ANGEPASST.
DURCHGEFÜHRT SOLLEN NUR DIEJENIGEN VERSUCHE, DIE IN DER ANLEITUNG GENAU ERLÄUTERT WERDEN. ES IST ERWÜNSCHT, DASS ALLE VERSUCHE IN IHRER GEGENWART DURCHGEFÜHRT WERDEN.
BEWAHREN SIE DIE ANWEISUNGEN SORGFÄLTIG AUF, DA SIE WICHTIGE INFORMATIONEN ERHALTEN.

ACHTUNG

- Vor Durchführung der Versuche alle Anweisungen genau lesen und durchführen.
- Der Baukasten darf nur von Kindern, die älter als 9 Jahre alt sind, benutzt werden.
- Die Versuche nur so durchführen, wie sie in der Anleitung genau erklärt sind.
- Keine wiederaufladbaren Batterien benutzen (d.h. ohne Nickel Kadmium).
- Nur Batterien des gleichen Typs benutzen, wie wir es angegeben haben.
- Wir empfehlen die Benutzung von Alkaline-Batterien.
- Die Batterien müssen mit den richtigen Polenseiten benutzt werden.
- Die Batterien immer im kompletten Satz wechseln; nicht verschiedene Typen (Alkaline- und Zinkkarbon- Batterien) oder alte und neue Batterien mischen und zusammen benutzen.
- Die Batterien sollten nur von einem Erwachsenen gewechselt werden.
- Leere Batterien sollten nicht im Batteriefach bleiben, sondern herausgenommen werden und in speziellen Abfallbehältern entsorgt werden (nicht in den normalen Müll werfen!).
- Falls der Experimentiekasten für längere Zeit nicht benutzt wird, die Batterie aus dem Fach entfernen.
- Die Batterien nicht in Kontakt mit Metallteilen kommen lassen, es kann eine Explosion auslösen.
- Batterien nicht ins Feuer werfen
- Wiederaufladbare Batterien können nicht wiederaufgeladen werden

VORWORT

Diese Anleitung umfasst 153 Versuche und theoretische Beschreibungen. Der Baukasten enthält alle notwendigen Bauteile zur Durchführung der Versuche. Man braucht außerdem noch ein paar Dinge, die man in jedem Haushalt findet, wie Papier, Nägel, Nähnadeln und Baumwollgarn, Alufolie, Stricknadeln, ein Taschenmesser, Reißnägel, Klebstoff, einen Kamm, ein Stück Glas, ein Wasserglas, Siegellack, ein Stück Holz, Metalldraht usw.
Der Baukasten ist für Jungen und Mädchen über 9 Jahre entwickelt. Man kann mit diesem Baukasten sowohl allein als auch in der Gruppe arbeiten. Er kann auch sehr erfolgreich in der Grundschule eingesetzt werden, obwohl er ursprünglich für das Experimentieren zu Hause, außerhalb der Schule, gedacht ist.
Da die Baukästen auch manchmal in Schulen benutzt werden, sind auch einige Versuche beschieben, für die man noch einige zusätzliche Werkzeuge benötigt werden.

ALLGEMEINE HINWEISE

- Alle Bestandteile des Baukastens sind auf der letzten Seite mit Nummern und Abbildungen aufgeführt.
- Vor dem Experimentieren muss man eine Flachbatterie mit 9V (IEC 6LR61) anschaffen.
- Jede Versuchsbeschreibung enthält die Nummern der Baukastenteile in der Reihenfolge, in der sie gebraucht werden.
- Vor Beginn des Versuchs immer alle notwendigen Teile heraussuchen und in der richtigen Reihenfolge auf den Tisch legen.
- Nach dem Versuch die Teile wieder ordentlich in den Kasten einsortieren.

WIE DIE VERSUCHE DURCHGEFÜHRT WERDEN

Alle Versuche sind durchnumeriert. Man kann sie zwar auch unabhängig voneinander durchführen, aber es wird empfohlen, sie der Reihe nach durchzuprobieren.
Wie man das macht, wird nun am Beispiel des Versuchs 130/ 131 über die elektrische Klingel erklärt. Unter der Beschreibung stehen einige Zahlen. Sie bezeichnen die notwendigen Baukastenteile, deren Bilder und Namen in der Liste am Ende dieses Heftes aufgeführt sind. In diesem Fall sind es die Nummern: 5-6-7-8-11-12-13-16-17-25-28-31-33 usw. In dieser Reihenfolge sollte man die Teile heraussuchen. Dann hat man folgendes vor sich liegen:

4 x 7 = Sprungfedern	12 = Gewindebolzen	3 x 28 = Winkel 25x25 mm
8 = Kunststoffsockel	13 = Glocke	31 = Hämmerchen für die Klingel
6 x 5 = Schrauben	16 = Eisenkern	33 = isolierter Verbin
13 x 6 = Muttern	17 = Kernmantel	
11 = Spule	25 = Einstellschraube	

- 2 x 5 - bedeutet, man braucht zwei Bauteile Nr. 5

- (20) - eine Zahl in Klammern bedeutet, man braucht die gleichen Teile wie bei Versuch 20.

Beispiel: Den Winkel mit Schraube und Mutter am Kunststoffsockel befestigen. Dann kommt der Eisenkern mit dem Kernmantel. Die Spule wird auf den Kern gesetzt usw. Alle Bauteile müssen festen Kontakt haben. Wenn etwas nicht richtig funktioniert, den Fehler suchen und beheben.
Die elektrostatischen Versuche sollten vorzugsweise bei trockenem Wetter, vor allem im Winter und mit trockenen Händen durchgeführt werden.

Wir wünschen viel Spaß und Erfolg beim Experimentieren!

ELEKTROSTATIK

1. ELEKTRIZITÄT AUS PAPIER.

Man nimmt ein Blatt aus einem Heft und trocknet es gut auf der Heizung oder am Ofen. Dann legt man es auf das Heft und streicht mit der Hand fest darüber (Bild 1). Anschließend das Blatt mit der linken Hand vom Heft hochheben und den Zeigefinger der rechten Hand von unten an das Blatt heranführen. Dann spürt man plötzlich wie ein elektrischer Funke auf den Fingerknöchel überspringt.

Fig. 1

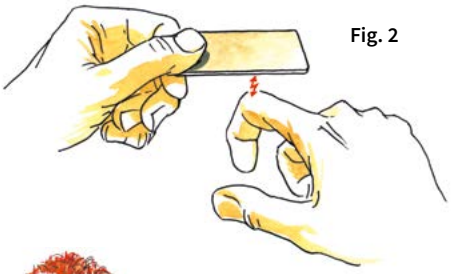


2. EIN ELEKTRISCHER FUNKE - BLITZ UND DONNER.

Die Polyvinylplatte aus dem Kasten an die Tischkante legen und mit der trockenen Hand oder einer Zeitung kräftig reiben. Dann hochheben und einen Finger von unten heranführen (Bild 2). Ein elektrischer Funke springt von der Platte auf den Finger über. Man kann ihn hören, spüren und im Dunklen sogar sehen. Dieser Funke, der vom Papier oder Kunststoff überspringt ist im Prinzip das gleiche wie Blitz und Donner. Der einzige Unterschied liegt darin, daß bei den Versuchen nur winzig kleine und beim Blitz enorm große elektrische Ströme freigesetzt werden.

Zubehör: 26

Fig. 2



3. ELEKTRIZITÄT AUS WOLLE.

Läuft man mit Gummisohlen längere Zeit auf Woll- oder Seidenteppichen, lädt sich der Körper elektrisch auf. Wenn man dann einen Wasserhahn oder etwas anderes Gekrümmtes aus Metall berührt, das mit der Erde verbunden ist, springt ein elektrischer Funke vom Körper auf diesen Gegenstand über. Beim Kämmen mit einem Kunststoffkamm laden sich auch der Kamm und das Haar elektrisch auf. Das gleiche geschieht, wenn man eine Katze streichelt oder Unterwäsche aus Kunstfasern auszieht. Dies ist nur lästig und unangenehm, aber es kann richtig gefährlich werden, wenn an der Tankstelle durch die Reibung des Benzins an den Leitungen Funken entstehen oder auch in Flugzeugen, die sich durch die Reibung am Luftstrom elektrisch aufladen.
Diese elektrischen Funken verursachen auch in Papier- und Gummifabriken oder in Fabriken, in denen Kraft über Gummi- oder Lederriemen übertragen wird, viel Ärger. Sogar der Absturz des Luftschiffs Hindenburg wurde durch einen kleinen elektrischen Funken verursacht.

Zubehör: Ein Kamm

Fig. 3



Fig. 4



4. ELEKTROSTATISCHES “KLEBEN”.

Wenn im Winter die Heizung läuft, ein großes Blatt Papier oder Zeitung an der Heizung erwärmen, dann an die Wand halten und mit der Hand kräftig darüberstreichen. Das Blatt bleibt eine Zeitlang an der Wand kleben, denn durch das Darüberstreichen wurde das Papier elektrostatisch aufgeladen.

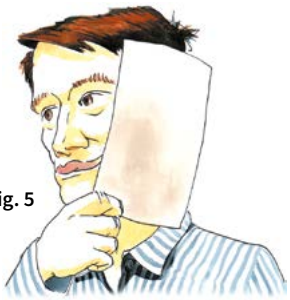
Zubehör: Zeitungspapier

5. ELEKTRISCHES SPINNENNETZ.

Ein an der Heizung erwärmtes Blatt Papier auf ein Heft legen und wie bei Versuch 1 mit der Hand kräftig glattstreichen. Das Blatt dann hochheben und nah an die Wange halten (Bild 5). Es fühlt sich an, als würde ein Spinnennetz die Haut berühren. Durch das Glattstreichen wurde das Papier elektrisch geladen und läßt dann die Härchen auf der Haut “zu Berge stehen”, das fühlt sich dann an wie ein Spinnennetz.

Zubehör: Ein Blatt Papier

Fig. 5

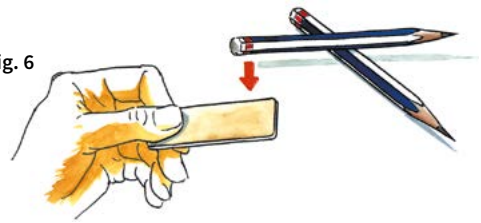


6. ELEKTROSTATISCH GELADENE KÖRPER ZIEHEN SICH AN.

Zwei sechskantige Holzbleistifte kreuzförmig übereinanderlegen und die Polyvinylplatte (vorher wieder kräftig mit der trockenen Hand oder einer Zeitung reiben) einem Bleistiftende nähern. Anstatt des oberen Bleistifts kann man auch ein Lineal oder etwas ähnliches benutzen. In jedem Fall wird dieser Gegenstand von der elektrostatisch geladenen Kunststoffplatte angezogen. Die alten Griechen entdeckten schon 600 v. Chr., daß Bernstein (gr. “Elektron”) Gegenstände anzieht, wenn diese vorher mit der Hand oder anderen Dingen gerieben worden waren. Daher kommt das Wort “Elektrizität”. Heute benutzen wir anstatt des teuren Bernsteins Kunststoff. Auch getrocknetes und geriebenes Papier kann sich elektrostatisch aufladen. Spätere Versuche zeigen, daß sich beim Reiben sowohl die reibenden als auch die geriebenen Körper elektrostatisch aufladen.

Zubehör: 26, zwei Bleistifte

Fig. 6

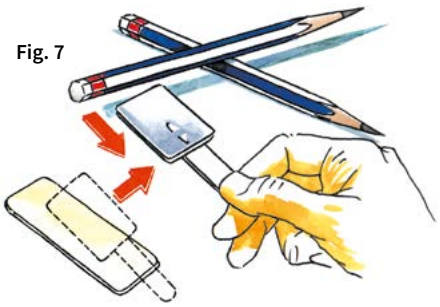


7. AUCH METALLE KANN MAN ELEKTROSTATISCH AUFLADEN.

Wie beim vorherigen Versuch zwei sechskantige Holzbleistifte kreuzförmig übereinanderlegen. Das Metallplättchen mit dem Plastikgriff am Griff festhalten, gegen die Polyvinylplatte reiben und dann dem oberen Bleistift annähern. Das elektrostatisch geladene Metallplättchen zieht den Bleistift an. Das heißt, sogar Metalle können durch Reiben elektrostatisch geladen werden. Später werden wir herausfinden, warum die Metallplatte einen Plastikgriff hat.

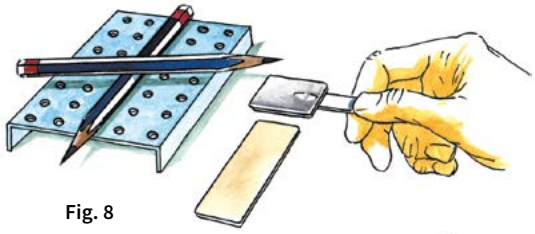
Zubehör: 26, 27, zwei Bleistifte

Fig. 7



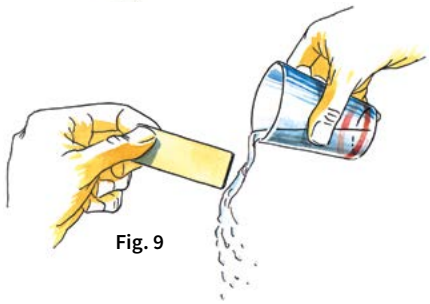
8. ELEKTROSTATISCH GELADENE KÖRPER STOßEN NICHT GELADENE KÖRPER AB.

Zwei Holzbleistifte auf den Kunststoffsockel legen (Bild 8), dann das elektrostatisch geladene Metallplättchen an den oberen Bleistift heranführen. Das Plättchen zieht den Bleistift an. Wenn es jedoch erneut elektrostatisch geladen wird, stößt es den Bleistift ab. Die bisherigen Versuche haben alle gezeigt, wie elektrostatisch geladene Körper andere Körper anziehen, hier sieht man, daß sie sich in einigen Fällen auch abstoßen können.
Zubehör: 8, 26, 27, zwei Bleistifte


Fig. 8

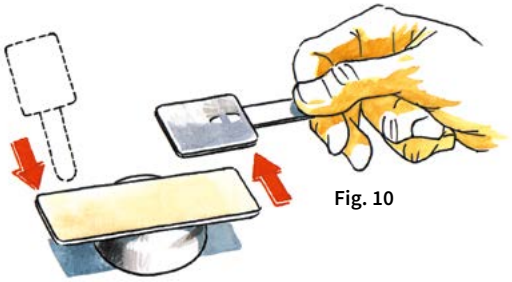
9. DAS VERHALTEN ELEKTROSTATISCH GELADENER KÖRPER IN DER NÄHE EINES WASSERSTRAHLS.

Führt man die elektrostatisch geladene Polyvinylplatte an einen schwachen Wasserstrahl heran (Bild 9), zieht sie den Strahl an und streut in.
Zubehör: 26, ein Glas Wasser


Fig. 9

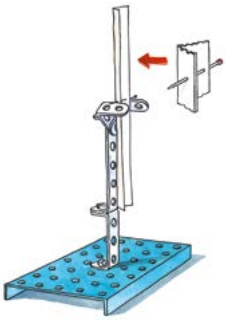
10. WANN ZIEHEN SICH ELEKTROSTATISCH GELADENE KÖRPER AN, WANN STOßEN SIE SICH AB?

Dieser interessante Versuch läuft so ab:
1. Das Metallplättchen an der Polyvinylplatte reiben und laden.
2. Die Plastikplatte auf die Aluminiumglocke legen, so daß sie sich leicht drehen kann.
3. Das elektrostatisch geladene Metallplättchen an die Platte führen. Ergebnis: sie ziehen sich an.
4. Nun den Plastikgriff am Metallplättchen zwischen den trockenen Fingern oder an Papier reiben und an die Platte heranführen. Ergebnis: sie stoßen sich ab.
Somit zeigt dieser Versuch, daß elektrostatische Ladungen unterschiedliche Polarität haben können, durch die sie sich entweder anziehen oder abstoßen.
Zubehör: 13, 26, 27


Fig. 10

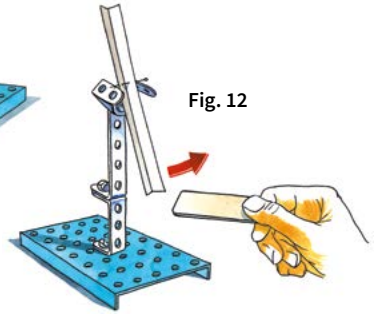
11. EIN EINFACHES ELEKTROSKOP.

Mit den Teilen des Baukastens läßt sich ein einfaches Elektroskop bauen. Bild 11 zeigt, wie die Teile zusammengesetzt werden. Auf dem Kunststoffsockel eine Metallstange aufstellen, an der ein Papierzeiger aus einem 140 x 12 mm großen Stück Papier befestigt ist. Als Achse dient eine Stecknadel, die etwas oberhalb des Schwerpunktes durch den Zeiger gestochen wird. Das Elektroskop ist funktionsbereit, wenn der Zeiger senkrecht hängt und bei geringer Auslenkung sanft zurückpendelt.
Zubehör: 3 x 5, 3 x 6, 8, 20, 2 x 28, 29, eine Stecknadel, ein Zeiger


Fig. 11

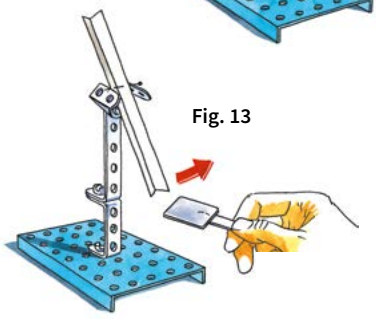
12. ELEKTROSTATISCH GELADENER KUNSTSTOFF ZIEHT DEN ELEKTROSKOPZEIGER AN.

Die Polyvinylplatte wird wieder mit der trockenen Hand oder an Papier gerieben und dann in die Nähe des Elektroskopzeigers gebracht (Bild 12). Die Platte zieht den Zeiger an. Den gleichen Versuch kann man mit einem Kamm, einem Stück Glas oder Siegellack durchführen, die man vorher an der Kleidung reibt. Diese Dinge und noch viele andere ziehen den Elektroskopzeiger an, wenn man sie vorher gerieben hat. Durch Reiben werden Körper elektrostatisch aufgeladen.
Zubehör: (11), 26


Fig. 12

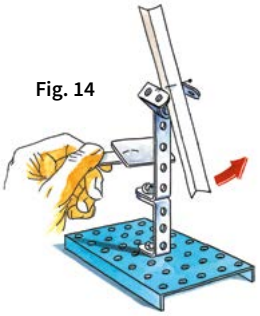
13. DAS ELEKTROSTATISCH GELADENE METALLPLÄTTCHEN ZIEHEN DEN ELEKTROSKOPZEIGER AN.

Versuch 12 wird wiederholt. Diesmal wird die Polyvinylplatte jedoch nicht mit der Hand gerieben, sondern gegen das Metallplättchen mit dem Plastikgriff. Nähert man das Metallplättchen dem Elektroskopzeiger an, wird er angezogen. Dann wickelt man Papier oder Stoff um den Metallteil und reibt ihn an der Plastikplatte, um das Papier oder den Stoff elektrostatisch aufzuladen. Nähert man nun das umwickelte Metallteil dem Elektroskopzeiger, schlägt er wieder aus. Somit wurden durch das Reiben nicht nur das Metallplättchen, sondern auch das Papier bzw. der Stoff und die geriebene Kunststoffplatte elektrostatisch aufgeladen. Das beweist, daß nicht nur die Körper mit denen man reibt, sondern auch diejenigen an denen man reibt, sich elektrostatisch aufladen.
Zubehör: (11), 26, 27, Papier, Stoff


Fig. 13

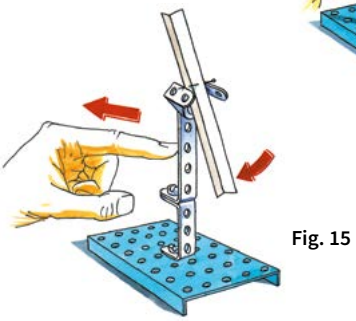
14. DAS LADEN DES ELEKTROSKOPS.

Die Polyvinylplatte an den Tischrand legen und die Metallplatte am Plastikgriff unter leichtem Druck darauf reiben, dann die Elektroskopstange berühren (Bild 14). Der Zeiger schlägt aus und bleibt in dieser Stellung. Wiederholt man das Gleiche mehrmals, wird der Zeiger immer stärker ausgelenkt, weil die elektrostatische Ladung immer stärker wird.
Zubehör: (11), 26, 27


Fig. 14

15. DAS ENTLADEN DES ELEKTROSKOPS.

Berührt man nun die Metallstange des geladenen Elektroskops mit dem Finger (Bild 15), kehrt der Zeiger sofort in die Ausgangsstellung zurück. Die Elektronen sind durch den Körper in die Erde abgeleitet worden (auch der umgekehrte Vorgang wäre möglich).
Die vorstehenden Versuche haben gezeigt, daß Körper sich elektrostatisch aufladen, wenn man sie gegen Kunststoff reibt. Kann sich unsere Hand auch elektrostatisch aufladen?
Zubehör: (11)

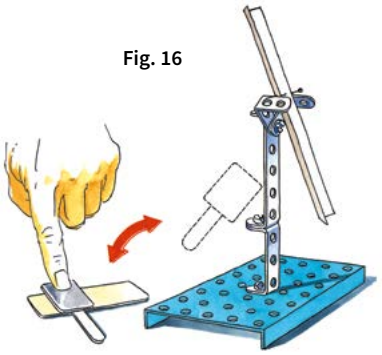

Fig. 15

16. STUFENWEISES LADEN DES ELEKTROSKOPS.

1. Die Polyvinylplatte an den Tischrand legen und das Metallplättchen am Plastikgriff darüber reiben.
2. Das Metallplättchen am Plastikgriff festhalten und auf die Platte legen.
3. Vor dem Anheben das Metallplättchen mit dem Finger berühren.
4. Dann die Elektroskopstange mit dem Metallplättchen berühren. Wiederholt man die Schritte 2, 3 und 4 mehrmals, wird die Auslenkung des Zeigers immer stärker, weil die elektrostatische Ladung immer stärker wird. Die Polyvinylplatte und das Metallplättchen am Plastikgriff bilden zusammen ein Gerät, das Elektrophor (Elektrizitätsträger) heißt.

Zubehör: (11), 26, 27

Fig. 16



17. LANGSAMES ENTLADEN DES ELEKTROSKOPS.

Das Elektroskop wie im vorstehenden Versuch beschrieben mit dem Elektrophor laden. Wenn es geladen ist, mit dem Metallplättchen berühren. Der Zeiger fällt etwas. Berührt man mit dem Metallplättchen mehrmals abwechselnd den eigenen Körper und dann die Elektroskopstange, fällt der Zeiger langsam immer weiter.

Zubehör: (11), 26, 27

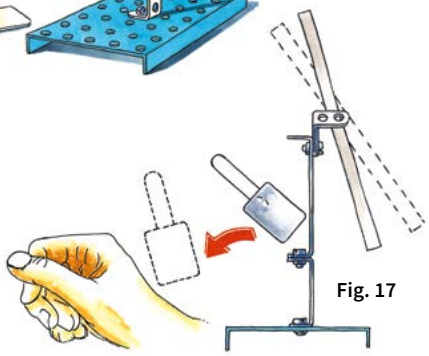


Fig. 17

18. LEITER UND ISOLATOREN.

Das Elektroskop mit dem Elektrophor laden (siehe Versuch Nr. 16), dann die Elektroskopstange mit dem Plastikgriff des Metallplättchens, einem Bleistift, einem Stück Papier, einer Kupferplatte oder anderen Teilen aus dem Baukasten berühren. Was ist festzustellen? Bei Kontakt mit Kunststoff, trockenem Glas, Porzellan, Siegellack, Paraffin etc. bewegt sich der Elektroskopzeiger überhaupt nicht. Daher bezeichnet man diese Stoffe als Isolatoren. Aber Metalle sind gute Elektrizitätsleiter, genauso wie unser Körper, Bleistifte, feuchtes Papier usw.

Zubehör: (11), 24, 26, 27, verschiedene Gegenstände

19. POSITIVE UND NEGATIVE ELEKTRISCHE LADUNG.

Das Elektroskop mit dem Elektrophor laden und das Metallplättchen, mit dem die Ladung vorgenommen wurde, in die Nähe des Zeigers bringen (Bild 19). Der Zeiger bewegt sich weg, d.h. er lenkt aus. Bringt man jedoch die Kunststoffplatte in seine Nähe, wird er angezogen. Dies zeigt, daß Körper unterschiedlich geladen sein können.
In diesem Fall sind das Metallplättchen und das geladene Elektroskop positiv geladen, während die Kunststoffplatte negativ geladen ist. Gleich geladene Körper stoßen sich ab, entgegengesetzt geladene Körper ziehen sich an.

Zubehör: (11), 26, 27



Fig. 18

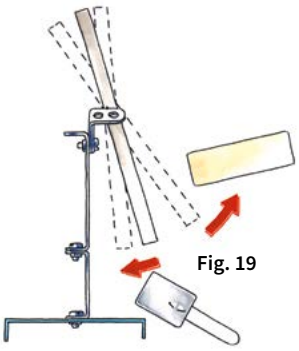


Fig. 19

20. EIN ELEKTRISCHES PENDEL.

Mit einem elektrischen Pendel kann man eine Reihe sehr interessanter Versuche durchführen. Man baut es aus einer Holundermark- oder Styroporkugel (1), einem Baumwollfaden (2), einem Papierröhrchen (senkrecht stehend) (3), einem Winkelstück (4) und einem zweiten Papierröhrchen (waagerecht stehend) (5). Falls keine Holundermarkoder Styroporkugel verfügbar ist, stattdessen ein kleines Töpfchen aus Alufolie benutzen. Hierzu ein 5 x 3 cm großes Stück Alufolie um einen Bleistift wickeln, vorne zusammendrücken und an einen Baumwollfaden binden. Für die 90mm langen Papierröhrchen ein Blatt Schreibpapier der Länge nach in zwei gleichgroße Teile schneiden (90? 100mm). Jeden Teil mit Klebstoff bestreichen und um die Metallstange aus dem Baukasten wickeln. Bevor der Klebstoff ganz getrocknet ist, das Röhrchen abnehmen. Damit es sich nicht wieder auswickelt, mit einem Klebestreifen schützen. Dann das Röhrchen mit dem Gewindebolzen am Kunststoffsockel befestigen. Für das Winkelstück wird ein Nagel oder ein Stück Draht zu einem gleichschenkeligen rechten Winkel gebogen.

Zubehör: 2 x 6, 8, 9, 12, Papier, Alufolie, Baumwollfaden, ein Nagel oder Draht

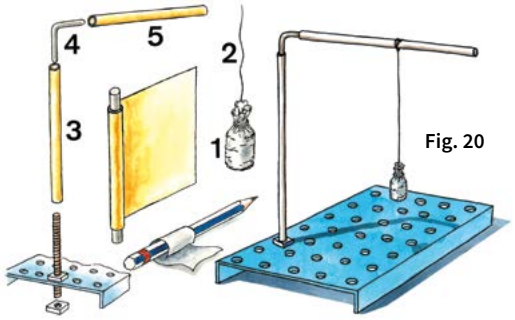


Fig. 20

21. VERSUCHE MIT DEM ELEKTRISCHEN PENDEL.

1. Nähert man an das Pendel eine elektrostatisch geladene Kunststoffplatte, so zieht diese die Holunder-markkugel (bzw. das Alufolientöpfchen) an und stößt sie gleich darauf wieder ab; man kann sie mit der Kunststoffplatte nicht fangen.
2. Berührt man die Holundermarkkugel mit der Hand und nähert sich mit einer elektrostatisch geladenen Metallplatte, wird die Kugel angezogen und dann sofort stark abgestoßen.

Wie läßt sich das erklären?
Die Kunststoffplatte ist negativ geladen, deshalb zieht sie die Markkugel an, die dann ihrerseits negativ geladen und deshalb abgestoßen wird. Das Metallplättchen ist positiv geladen. Durch den Kontakt mit dem Metallplättchen wird die Markkugel auch positiv geladen und somit abgestoßen. Dies zeigt wiederum, daß Körper mit der gleichen elektrischen Ladung einander abstoßen.

Zubehör: (20), 26, 27

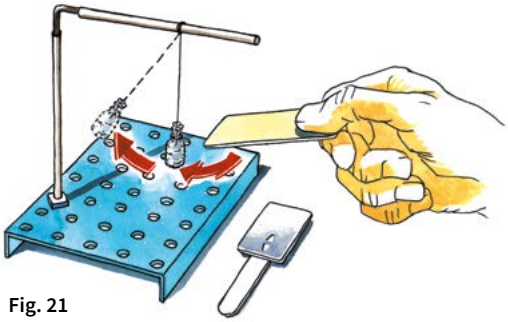


Fig. 21

22. KÖRPER MIT ENTGEGENGESETZER ELEKTRISCHER LADUNG ZIEHEN SICH AN.

Für diesen Versuch braucht man zwei Pendel. Das erste Pendel steht auf einem Kunststoffsockel, das zweite auf der Aluminiumglocke. Die beiden Pendel sollen sich nicht berühren und unterschiedlich elektrisch geladen werden. Schiebt man sie dann aufeinander zu, werden die Markkugeln angezogen, sobald sie sich jedoch berühren, heben sich die Ladungen auf. Das zeigt zweierlei:
1. Entgegengesetzt geladene Körper ziehen einander an.
2. Positive und negative Ladungen gleicher Stärke heben einander auf.

Zubehör: (20), 6, 13, 25, 26, 27, Papier, Alufolie, Baumwollfaden

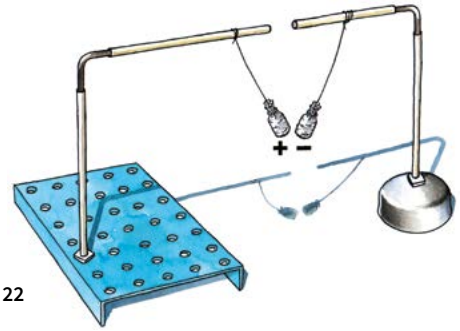


Fig. 22

23. DAS BLÄTTCHENELEKTROSKOP.

Für weitere Versuche mit statischer Elektrizität braucht man ein empfindlicheres Instrument. Geeignet ist ein Blättchenelektroskop, das man so baut:
1. Mit Schraube und Mutter die große, 60 x 12 mm Schelle in der Mitte des Kunststoffsockels befestigen (9).
2. Mit einer weiteren Schraube und Mutter die Glocke am freien Ende der Schelle befestigen, hierbei sollen noch 10 mm der Schraube aus der Glocke herausragen. Darauf wird 90 mm langes Alufolieröhrchen gesteckt. Die Herstellung des Röhrchens ist in Versuch 20 beschrieben. Am oberen Ende des Röhrchens werden zwei Träger aus blankem, 0,3 mm starkem Kupferdraht oder 0,2 mm dickem Konstantandraht befestigt. Der Träger ist ein 10 mm langes und 5 mm breites Rechteck, das so geformt ist, daß man es am Papierröhrchen befestigen kann. Die Blättchen des Elektroskops sollen aus dünnem Papier (8 x 70 mm) sein. Sie werden an den Haltern angebracht, wie in Bild 23 rechts gezeigt. Der Pfeil zeigt, wo das Papier zusammengeklebt ist.

Zubehör: 5, 2 x 6, 8, 13, 20, 25, 36, Papier, Alufolie, Draht

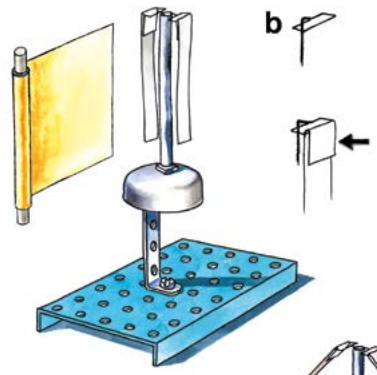


Fig. 23

24. ELEKTRIZITÄT AUS DER STREICHHOLZSCHACHTEL.

Das Metallplättchen mit Plastikgriff in die Hülle einer Streichholzschachtel stecken und gegen die Polyvinylplatte reiben. Berührt man das Elektroskop mit dem Finger, gehen die Blättchen zusammen, nähert man sich mit der Schachtelhülle (Bild 24) spreizen sie sich. Man kann nun das Metallplättchen nacheinander mit Papier, Stoff, Pelz usw. umwickeln und durch Reiben an der Kunststoffplatte aufladen. Die Ladung wird dann jeweils mit dem Elektroskop überprüft. Schließlich versucht man ein Stück Glas durch Reiben an Seide oder Wolle zu laden.

Zubehör: (23), 26, 27, eine Streichholzschachtel, Papier, Stoff, Pelz, Glas, Seide oder Wolle



Fig. 24

25. KAPAZITÄT.

Ein Ende des Plastikgriffs am Metallplättchen mit einem Stück Alufolie (siehe das Detail “a”) umwickeln, um so zwei Metallplättchen, ein kleines und ein größeres, am gleichen isolierten Griff zu erhalten (Bild 25). Dann wie im Versuch Nr. 16 beschrieben das Elektroskop bis zur stärksten Auslenkung laden. Berührt man das geladene Elektroskop mit dem kleinen Metallplättchen wird der Winkel zwischen den Elektroskopblättchen kleiner. Dann berührt man mit dem gleichen Metallplättchen abwechselnd den eigenen Körper und das Elektroskop, bis dessen Blättchen sehr eng zusammenkommen. Dann das Elektroskop erneut laden und den Versuch mit dem größeren Metallplättchen wiederholen. Welches Metallplättchen hat die größere Kapazität?

Zubehör: (23), 26, 27, Alufolie

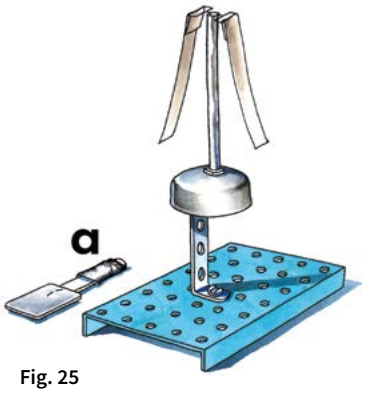


Fig. 25

26. IONISIERUNG DER LUFT.

1. Elektroskop bis zur vollen Ablenkung der Blättchen laden und feststellen, wie lange sie gespreizt bleiben. Bei trockenem Wetter, vor allem im Winter bleiben sie einige Stunden lang abgelenkt, das beweist, daß die Luft ein guter Isolator ist. Bei feuchtem Wetter kehren sie jedoch schnell in ihre ursprüngliche Stellung zurück.
2. Elektroskop erneut laden und ganz vorsichtig ein brennendes Streichholz in die Nähe halten (Vorsicht, damit sie kein Feuer fangen!). Die Blättchen gehen dann sofort zusammen, weil die Luftmoleküle durch die Hitze so schnell bewegt werden, daß sie sich gegenseitig ionisieren. Anders gesagt, die Moleküle laden sich gegenseitig mit Elektronen auf und entladen sich. Die Luft wird ionisiert und ionisierte Luft gilt als schlechter Isolator. Deshalb schlägt der Blitz oft in Feuer ein.

Zubehör: (23), 26, 27, Streichhölzer

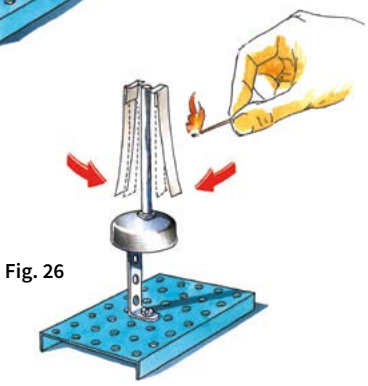


Fig. 26

27. ELEKTROSTATISCHE FELDER.

Aus mittelstarkem Karton ein Rechteck der gleichen Größe schneiden wie die Polyvinylplatte im Baukasten. Das Kartonrechteck an die Tischkante legen und mit der Kunststoffplatte abdecken. Was ist festzustellen, wenn man die Kunststoffplatte mit Papier oder der trockenen Hand reibt und dann anhebt?
Beim Anheben der Kunststoffplatte, hebt sich das Kartonrechteck ebenfalls, obwohl es recht schwer ist.
Durch das Reiben wird die Kunststoffplatte negativ geladen, während das Kartonrechteck unter dem Einfluß der negativen Ladung positiv geladen wird. Positive und negative Ladungen ziehen sich grundsätzlich an. Die Anziehungskraft kann recht stark sein und ist zu spüren, wenn man die beiden Platten voneinander trennen will (Bild 27). Zwischen beiden Platten hat sich ein elektrostatisches Feld gebildet.

Zubehör: 26, ein Stück Karton

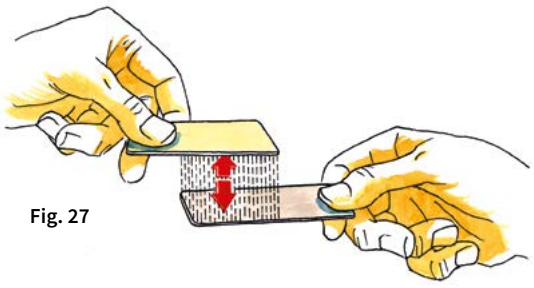


Fig. 27

28. ELEKTRISCHE KRAFTLINIEN.

Ein Stück Karton an die Tischkante und darunter einen längeren Faden legen. Die Polyvinylplatte auf den Karton legen und mit der Hand oder einem Stück Papier reiben. Mit der einen Hand den Karton festhalten und mit der anderen die Kunststoffplatte ca. 6-8 mm hochheben. Man spürt deutlich einen Widerstand und die Fadenenden richten sich in Richtung der Kunststoffplatte auf. Das kommt daher, daß das elektrostatische Feld zwischen den beiden Platten aus unsichtbaren elektrischen Kraftlinien besteht, deren Richtung die hochstehenden Fadenenden anzeigen.

Zubehör: 26, ein Stück Karton, Faden



Fig. 28

29. KONDENSATOR.

Die elektrostatisch geladene Kunststoffscheibe an die Tischkante legen und das Elektroskop darüber stellen. Die Blättchen des Elektroskops bewegen sich nicht, obwohl die Platte elektrostatisch geladen ist. Warum nicht? Der Kunststoff ist negativ geladen, daher hat der Tisch in dessen Umgebung eine positive Ladung. Wird die Kunststoffplatte nun zusammen mit dem Elektroskop 8-9 cm über den Tisch angehoben, verringert sich seine positive Ladung und die negative Ladung der Platte überwiegt, deshalb spreizen sich die Blättchen nun. Der positiv geladene Tisch und die negativ geladene Platte bilden einen Kondensator. Das Prinzip des Kondensators wurde auch in den Versuchen 27 und 28 schon zugrundegelegt.

Zubehör: (23), 26, 27



Fig. 29

30. BESTIMMUNG DER POLUNG MIT EINER GLIMMLAMPE.

Berührt man mit dem negativ geladenen Elektroskop eine Glimmlampe, schließen sich die Elektroskopblättchen und eine der Elektroden der Glimmlampe leuchtet auf. Ist das Elektroskop positiv geladen, leuchtet die andere Elektrode auf.

Glimmlampen benutzt man in Geräten zur Prüfung der Netzspannung. Wenn sie ans Stromnetz angeschlossen werden, leuchten beide Elektroden auf, da die Netzspannung Wechselspannung ist.

Das Experiment in einem abgedunkelten Raum durchführen.

Zubehör: (23), 26, 27, Glimmlampe (im Baukasten nicht enthalten)

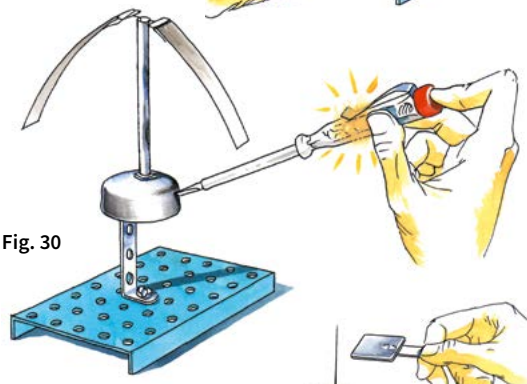


Fig. 30

31. DIE WIRKUNG VON SPITZEN.

Steckt man oben in das Elektroskop eine Nadel oder ein Stück Draht und nähert sich dann mit dem positiv geladenen Metallplättchen (ohne die Nadel zu berühren), lenken die Elektroskopblättchen aus, obwohl das Elektroskop nicht berührt wurde. Dann bringt man eine Nadelspitze oder ein Stück Draht in die Nähe der Nadelspitze am Elektroskop, wiederum ohne Berührung Das Elektroskop entlädt sich langsam, falls sich die beiden Nadelspitzen nicht berühren. Offensichtlich wandern die Elektronen über die Nadelspitzen von einem Körper zum anderen.

In der Praxis kann man mit solchen Spitzen eine Reihe technischer Probleme lösen.

In Papierfabriken leitet man die Elektrizität, die durch die Reibung des Papiers entsteht und die Blätter aneinanderkleben läßt mit solchen Spitzen zur Erde ab. Auch die elektrostatische Ladung durch die Luftreibung bei Flugzeugen oder bei Antriebsriemen wird mit Spitzen abgeleitet und man setzt sie als Schutz vor Blitzschlägen an Gebäuden ein.

Zubehör: (23), 26, 27, eine Nadel

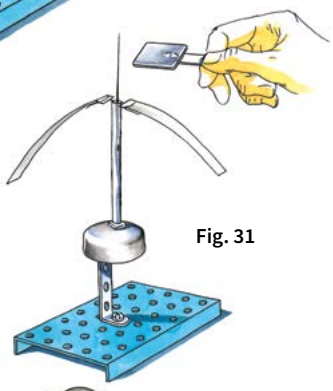


Fig. 31

32. DER BLITZABLEITER.

Ein Blitzableiter ist eine Eisenstange mit einer Spitze oben. Ein dicker Kupferdraht oder ein Streifen Zinkblech führt von der Spitze zur Erde und ist dort an eine größere Metallmasse angeschlossen.

Nähert sich eine elektrostatisch geladene Wolke dem Gebäude, wird der Blitzableiter durch die Induktion ebenfalls elektrostatisch geladen. Ist die Wolke positiv geladen, ist die Ladung des Gebäudes negativ und umgekehrt. Zwischen der Wolke und dem Gebäude besteht ein sehr starkes elektrisches Feld (Kondensator). Wegen der Wirkung der Spitze des Blitzableiters gehen die Elektronen von der Wolke auf den Blitzableiter über und umgekehrt, somit gleichen sich die elektrostatischen Ladungen aus und es kommt nicht zu einem Blitzschlag. Schlägt der Blitz aber trotzdem ein, dann in den Blitzableiter und nicht ins Gebäude. Der Blitzableiter leitet ihn in die Erde ab. Große Gebäude haben gleich mehrere Blitzableiter.

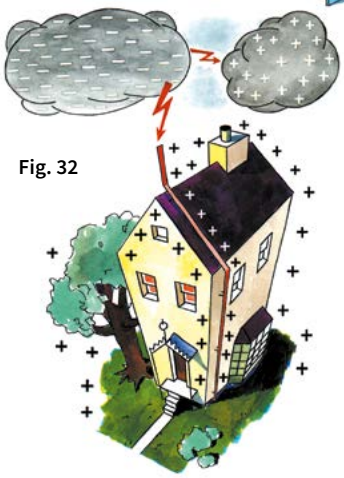


Fig. 32

33. DER FARADAYSCHE KÄFIG.

Es gibt ein altes Märchen über den König eines fernen Landes, dem eine Fee bei der Geburt seiner Tochter prophezeite, daß sie an ihrem 16. Geburtstag sterben würde. Als der Tag näherrückte, baute der König eine Burg, in die man nur durch eine Zugbrücke gelangen konnte. Die Prinzessin und ihre Dienerschaft mußten nun bis zu ihrem 16. Geburtstag in der Burg wohnen. Jedoch gerade an diesem Tag wurde der Himmel plötzlich dunkel und ein starkes Gewitter mit Blitz und Donner brach herein. Mit lautem Krachen schlug der Blitz in die Burg ein und tötete die Prinzessin. Doch das war einmal.

Können wir denn heute unsere Häuser besser gegen Blitzschlag schützen? Ja, das geht. Man kann sie entweder mit einem Blitzableiter oder einem sogenannten Faradayschen Käfig schützen, der sogar noch sicherer ist. Der folgende Versuch zeigt, wie er funktioniert. Einen kleinen Blechbehälter (eine leere Konservendose oder ein Aluschüsselchen) auf die Polyvinylplatte stellen und einige dünne Papierstreifen innen und außen an die Behälterwand kleben (in Bild 33 sind nur zwei Papierstreifen zu sehen). Dann den Behälter (der hier die Funktion des Käfigs hat) mit dem elektrostatisch geladenen Metallplättchen berühren. Die Papierstreifen außen werden abgelenkt, aber die im Inneren bewegen sich nicht, selbst wenn der Behälter wiederholt geladen wird. Die Ladung breitet sich nur an der Außenseite aus, die Innenfläche bleibt ungeladen, d.h. neutral. Das Gleiche würde geschehen, wenn der Behälter durchlöchert wäre oder wenn man stattdessen einen Drahtkorb benützte. Wenn man also ein Haus mit einem Drahtgeflecht umgibt, ist es gegen Blitzschlag geschützt. Der Faradaysche Käfig wird besonders zum Schutz von Munitionslagern eingesetzt.

Zubehör: 8, 26, 27, ein Metallbehälter, Papier

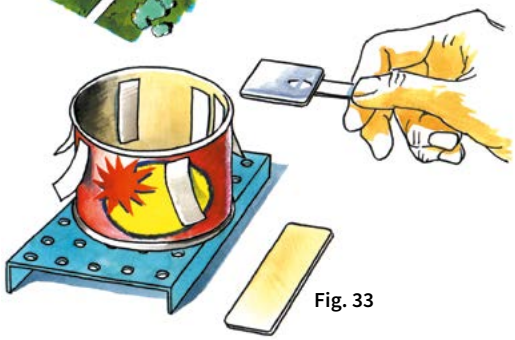


Fig. 33

34. NOCH EINIGE WEITERE VERSUCHE.

Mit einer Rasierklinge einige Styroporkügelchen schneiden, auf den Tisch legen und das geladene Metallplättchen in die Nähe bringen. Die Kügelchen werden wie wild auf dem Tisch herumspringen.

Anstelle der Styroporkügelchen kann man auch kleine Papierröllchen verwenden.

Zubehör: 26, 27, Papier, Styropor- oder Papierkügelchen



Fig. 34

35. MOLEKÜLE, ATOME, ELEKTRONEN.

Alles in der Natur um uns besteht aus verschiedenen Substanzen. Dabei spricht man von einem Element als reine Substanz, die nicht mehr durch chemische Reaktionen in andere Substabzen aufgeteilt werden kann. Elemente bestehen aus Atomen, die zu Molekülen verbunden sind. Heute kennen wir 109 Elemente, von denen 92 in der Natur vorkommen und die übrigen künstlich durch Kernreaktionen hergestellt sind. Auch, wenn sich die Atome der einzelnen Elemente stark unterscheiden, weisen sie doch einige Gemeinsamkeiten in Aufbau und Größe auf. Jedes Atom hat einen dicken, schweren Kern, um den ständig leichtere oder schwerere Elektronen kreisen. Das einfachste Atom ist das Wasserstoffatom (Bild 35, links). Es hat einen kleinen Kern, um den nur ein Elektron (e) kreist, genauso, wie der Mond um die Erde kreist. Das Heliumatom hat einen größeren Kern, um den zwei Elektronen kreisen. Um einen Litiumkern kreisen 3 Elektronen, um den Eisenkern 26, den Goldkern 79, den Bleikern 82 und um den Uraniumkern 92, auf mehreren Bahnen und in unterschiedlichen Abständen. Die Elektronen im Atom sind an den Kern gebunden, genauso wie der Mond an die Erde oder die Erde an die Sonne gebunden sind. In einigen Körpern können die Atome einige Elektronen verlieren. Wenn Elektronen fehlen, sind diese Körper positiv geladen, Körper die zu viele Elektronen haben, sind negativ geladen.

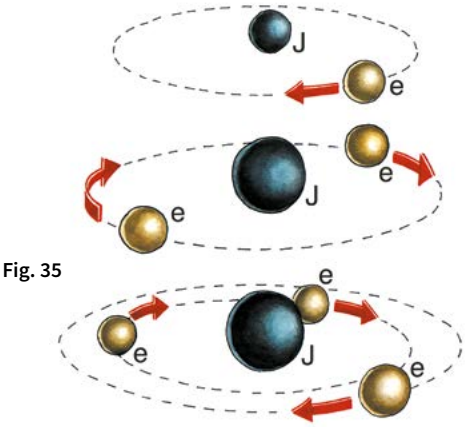


Fig. 35

MAGNETISMUS

36. DAS GEHEIMNIS DES MAGNETISMUS.

Der Baukasten enthält zwei schwere zylindrische Stangen. Eine davon hat eine Schraube am Ende. Ohne irgendwelche weiteren Hilfsmittel zeigt der folgende Versuch
1. welche der beiden Stangen ein Magnet ist und welche nur eine Eisenstange;
2. ob das Eisen vom Magneten angezogen wird oder umgekehrt.
Der Versuch läuft so: eine der beiden Stangen auf den Tisch legen und versuchen, sie mit der anderen aufzuheben, indem man sie ungefähr in der Mitte berührt (siehe Bild 36 a und b). Markiere die Mitte auf den beiden Metallstangen. Wenn die Stange auf dem Tisch sich anheben läßt, dann ist die andere der Magnet. Wenn aber die Stange auf dem Tisch liegenbleibt, dann ist diese der Magnet. Weiter unten wird erklärt, warum das so ist. Diese Versuche zeigen nicht nur, daß der Magnet das Eisen anzieht, sondern, daß auch das Eisen den Magneten anzieht. Das heißt beide ziehen sich gegenseitig an.
Zubehör: 10, 16

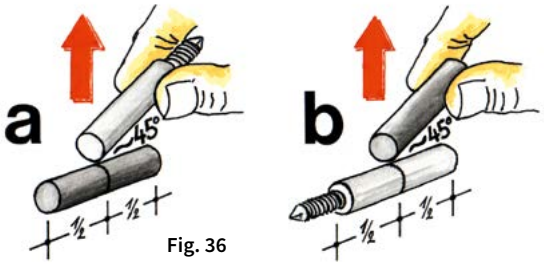
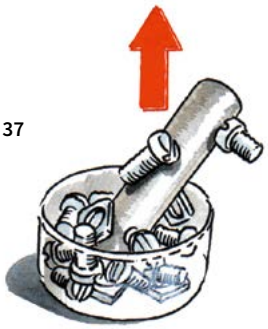


Fig. 36


Fig. 37

37. DER MAGNET.

Die alten Griechen entdeckten in der Nähe der kleinasiatischen Stadt Magnesia (Türkei) ein Erz, das kleine Eisenteile anziehen konnte. Der Legende nach wurden solche Erzteilchen von den eisenbeschlagenen Spitzen der Hirtenstäbe angezogen. Die Griechen nannten das Erz Magnetit und die Anziehungskraft Magnetismus. Wir sehen später, daß man mit einem solchen natürlichen Magneten auch künstliche herstellen kann. Auch der Baukasten enthält einen künstlichen Magneten, der nicht mit Magnetit gemacht worden ist, sondern mit Elektrizität. Mit diesem Magneten kann man Schrauben und Muttern im Baukasten und noch viele andere Gegenstände anheben.
Zubehör: 5, 6, 10

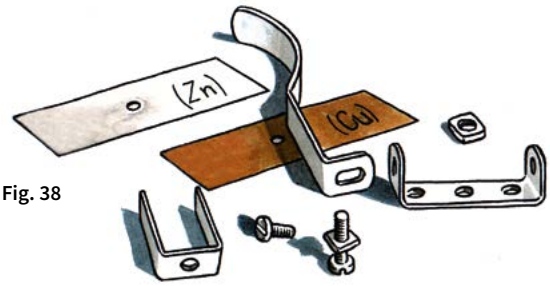
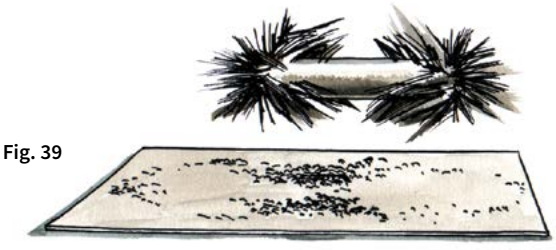


Fig. 38

38. ZIEHT EIN MAGNET NUR EISERNE GEGENSTÄNDE AN?

Um diese Frage zu beantworten, legt man einige Teile aus unterschiedlichen Metallen auf den Tisch und versucht, sie mit dem Magnet zu heben. Welche lassen sich anheben? Es lassen sich alle Teile aus Eisen, z.B. Schrauben, Muttern, Nägel und Eisenblech heben, aber die aus Zink, Kupfer oder Blei werden vom Magneten nicht angezogen. Weitere Versuche werden zeigen, daß außer Teile aus Eisen auch solche aus Nickel und Kobalt angezogen werden. Die Anziehungskraft des Magneten ist bei sogenannten magnetischen Legierungen wie Al-Ni, Al-Ni-Co am stärksten. Der Magnet im Baukasten ist aus Al-Ni-Co, einer Aluminium-Nickel- Kobalt-Legierung.
Zubehör: 5, 6, 10, 23, 24, Metallteile

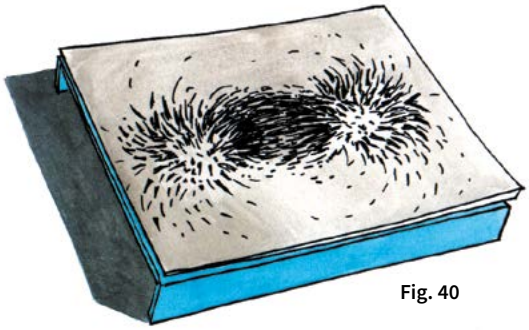

Fig. 39

39. EIN MAGNET HAT ZWEI POLE.

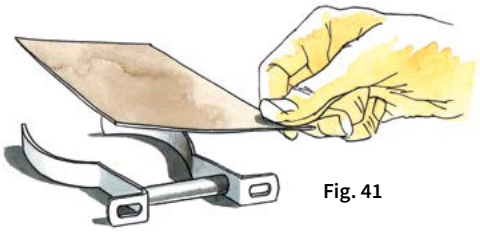
Schüttet man die Eisenspäne aus dem Baukasten auf ein Blatt Papier, taucht den Magnet in der Mitte ein und zieht ihn sofort wieder zurück, dann bleiben die Späne am Magneten haften, aber nicht gleichmäßig entlang der gesamten Länge. Die Enden, an denen die Anziehungskraft am stärksten ist, heißen Pole. Jeder Magnet hat zwei Pole. Dort ist der Magnetismus am stärksten und in der Mitte des Magneten ist er gleich Null. Ist das Geheimnis aus Versuch Nr. 36 jetzt klar?
Zubehör: 3, 10, ein Blatt Papier

40. DAS MAGNETISCHE FELD.

Den Magneten unter den Kunststoffsockel schieben und auf den Sockel ein 9,5 x 7 cm großes Kobalt Stück Karton legen. Als Nächstes:
1. Einige Eisenspäne auf den Karton streuen und mit einem Bleistift leicht antippen. Die Späne werden ein bestimmtes Linienmuster zeigen, das sich in sämtliche Richtungen von einem Pol ausbreitet und in kleineren oder größeren Bogen zum anderen Pol verläuft. Die Späne formieren sich entlang der unsichtbaren Kraftlinien.
2. Wiederholt man das Experiment, wenn der Karton zwei oder drei cm angehoben ist, formieren sich die Späne entlang der magnetischen Kraftlinien.


Fig. 40

3. Wiederholt man den Versuch, nachdem man den Magneten senkrecht aufgestellt hat, ergibt sich kein besonderes Muster.
Das zeigt: im Bereich des Magneten verlaufen magnetische Kraftlinien. Sie bilden ein magnetisches Kraftfeld, das an den Polen am stärksten ist.
Zubehör: 3, 8, 10, Karton

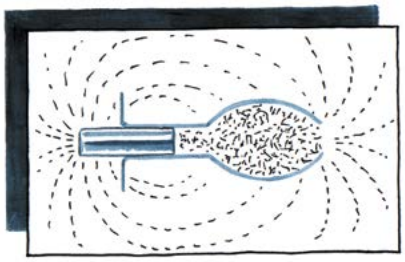

Fig. 41

41. DAS MAGNETISCHE FELD ZWISCHEN UNGLEICHNAMIGEN POLEN.

Den Magneten auf den Tisch legen und wie in Bild 41 gezeigt, an jedes Ende ein Statorblech. Mit einem Karton abdecken und einige Eisenspäne darauf streuen, leicht antippen. Die Eisenspäne formieren sich wie auch bei den vorherigen Versuchen, entlang der Kraftlinien des Magnetfeldes und sie tun dies auch zwischen den beiden Blechen. Das ist für das Verständnis der Funktion von Generatoren und Elektromotoren besonders wichtig.
Zubehör: 3, 10, 15, Karton

42. DAS MAGNETISCHE FELD ZWISCHEN GLEICHNAMIGEN POLEN.

Der Magnet und die beiden Statorbleche werden dieses Mal wie in Bild 42 auf den Tisch gelegt. Die Bleche berühren den gleichen Magnetpol. Wiederum mit Karton abdecken und darauf Eisenspäne streuen. Bei dieser Beobachtung geht es nicht darum, was die Späne direkt am Magneten tut sondern die, zwischen den beiden Blechen. Dort bleibt sie völlig ungeordnet liegen, d.h. dort wirken keine magnetischen Feldlinien. Aber außerhalb der von den Blechen abgeschirmten Fläche bildet die Späne ein sehr dichtes Bogenmuster, das von den Blechen zum entgegengesetzten Magnetpol reichen. Daraus läßt sich ersehen, daß die Magnetpole nicht gleich sind. Das zeigen die nachfolgenden Versuche noch deutlicher.
Zubehör: 3, 10, 15, Karton


Fig. 42

43. NORD- UND SÜDPOL EINES MAGNETEN.

Der Magnet wird mit einem Stück Papier waagerecht an einem ungezwirnten Faden (z.B. von einem Baumwollfaden) aufgehängt. Dazu verwenden wir den Ständer, den wir auch beim Versuch 20 benutzt haben. Nach einiger Zeit kommt der Magnet zur Ruhe, dabei zeigt eines seiner Enden immer nach Norden und das andere nach Süden. Der Magnet hat zwei Pole, den Nord- und den Südpol. Den Nordpol mit Farbe oder einem Papierstückchen markieren. Dieser Pol zeigt immer in die Richtung, in der sich der Nordpol der Erde befindet.
Zubehör: (20), 10, Papier, Faden

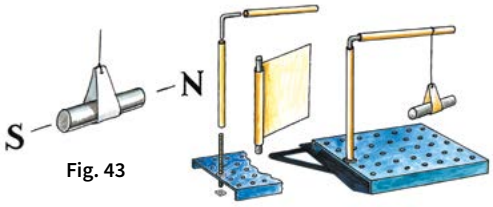


Fig. 43

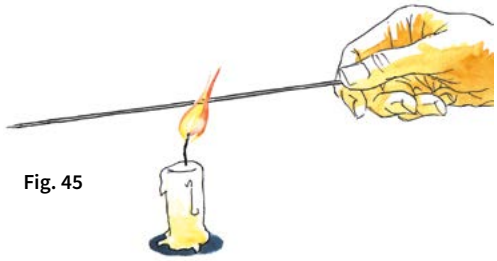
44. DER MAGNETISMUS VON STAHL UND EISEN.

1. Mit dem gleichen Pol des Magneten so, wie in Bild 44 gezeigt, mehrmals in der gleichen Richtung und dem selben Pol über eine Stricknadel oder eine dickere Nähnadel entlangstreichen Dann ein Ende der Stricknadel in die Eisenspäne tauchen: sie werden von der Nadel angezogen, das heißt, die Nadel wurde magnetisiert. Mit einem Versuch läßt sich zeigen, daß auch die Nadel zwei Pole hat. Wird sie an einem Faden aufgehängt, nimmt sie auch eine Stellung ein, in der ein Pol nach Norden und der andere nach Süden zeigt.
2. Jetzt magnetisieren wir die Eisenstange aus dem Baukasten in gleicher Weise. Die Stange zieht nur sehr wenige Eisenspäne an, d.h. sie ist nicht sehr stark magnetisch. Und auch dieser Magnetismus geht schnell wieder verloren. Stahl kann dauerhaft zum Magneten werden, Eisen jedoch nur vorübergehend.
Zubehör: 3, 9, 10, eine Stricknadel aus Metall


Fig. 44

45. HOHE TEMPERATUREN HEBEN DEN MAGNETISMUS AUF.

Wenn man eine magnetisierte Stricknadel einige Sekunden in die Flamme einer Kerze hält und dann den Magnetismus überprüft, zeigt sich, daß sie nicht mehr magnetisch ist.
Zubehör: 3, 10, eine Kerze, eine Stricknadel aus Metall


Fig. 45

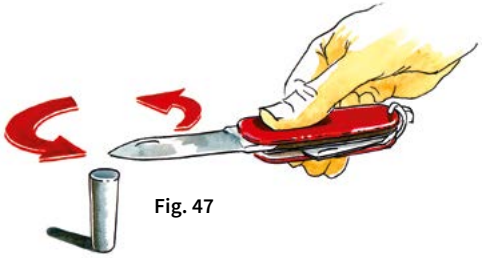
46. BIEGEN EINES MAGNETEN (ENTMAGNETISIERUNG).

Eine magnetisierte Stricknadel in verschiedene Richtungen biegen, den Ablauf mehrmals wiederholen und dann den Magnetismus der Nadel überprüfen. Dabei zeigt sich, daß die Nadel durch das Biegen die Magnetisierung verloren hat. Das gleiche passiert, wenn man die Nadel auf den Boden wirft, gegen den Tisch schlägt.
Zubehör: 3, 10, eine Stricknadel aus Metall


Fig. 46

47. MAGNETISIEREN EINES TASCHENMESSERS.

Mit dem Magneten mehrmals über die Schneide des Taschenmessers streichen wie in Bild 47 gezeigt. Dann die Schnittkante an Schrauben oder Eisenspäne halten und es zeigt sich, daß das Taschenmesser magnetisiert wurde. Mit welchem Magnetpol wurde das Messer magnetisiert und welcher Pol hat sich an der Messerspitze gebildet? Kann man ein magnetisiertes Tasc-henmesser als Kompaß benutzen?
Zubehör: 3, 5, 10, Taschenmesser


Fig. 47

48. DIE STÄRKE EINES MAGNETEN.

Mittlerweile sind schon mehrere Magnete erwähnt worden. Welcher ist am stärksten und wie stark ist er? Natürlich ist der Al-Ni-Co-Magnet aus dem Baukasten der stärkste. Aber wie können wir seine Stärke prüfen?

1. Außer dem Magneten braucht man auch noch einen Anker und einen Pappbecher, der mit einem dünnen Faden an den Anker gebunden wird (siehe Bild 48). Anker und Becher mit dem Magneten anheben, dann verschiedene Teile aus dem Baukasten in den Becher laden, bis der Magnet den schweren Anker nicht mehr halten kann. Notiere welcher Magnet welche Last höchstens tragen konnte. Man kann natürlich auch kleine Gewichte in den Becher laden und so exakt angeben, welche Last jeder Magnet tragen kann.
2. Jetzt noch den Kernmantel aus dem Baukasten auf den Magneten setzen (Bild 48) und das Experiment wie zuvor beschrieben wiederholen. Wie stark ist der Magnet jetzt? Obwohl es sich um den gleichen Magneten handelt, ist er stärker geworden, weil jetzt beide Magnetpole benutzt werden, zuvor war es nur einer.

Zubehör: 10, 17, 18, Karton, Faden, verschiedene Teile

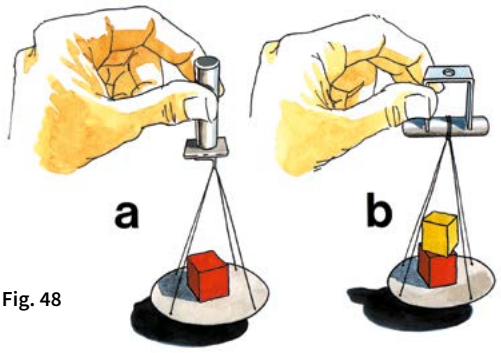


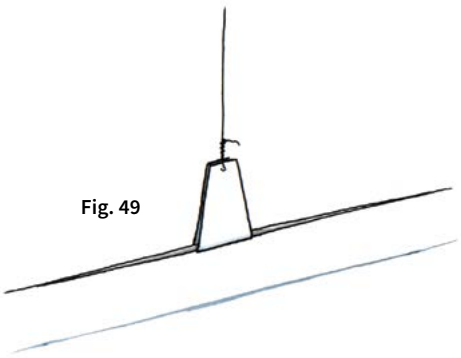
Fig. 48

49. DIE KOMPAßNADEL (MAGNETNADEL).

Der Kompaß im Baukasten enthält eine Magnetnadel. Da man sie nicht herausnehmen kann, macht man sich einfach noch einen anderen Kompaß nach der folgenden Anleitung:

Zwei Nähnadeln mit einem durch beide Öhre gesteckten Faden aneinanderbinden. Die neue Doppelnadel wird magnetisiert, indem man das eine Ende der Nadel am Nordpol des Magneten und das andere Ende am Südpol des Magneten reibt; fünfmal oder noch öfter wiederholen, und immer in die gleiche Richtung reiben. Dadurch werden beide Nadeln magnetisiert und funktionieren wie eine Kompaßnadel. Hängt man sie waagerecht an einem 12 - 20 cm langen Faden auf und wartet, bis sie in Ruhestellung ist, zeigt ein Ende nach Norden, das andere nach Süden.

Zubehör: 10, zwei Nähnadeln, Faden, Papier


Fig. 49

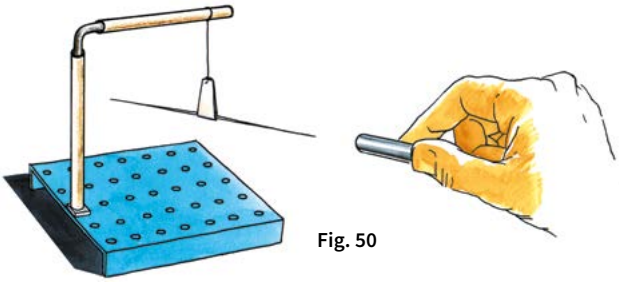
50. STÄRKE DES MAGNETFELDES.

Die Kompaßnadel waagerecht an den Ständer hängen und in Ruhestellung kommen lassen. Dann den Nordpol des Magneten langsam von ca. 10 cm Entfernung auf die Nadel zu bewegen. Bewegt sich die Nadel?

Warten, bis sie wieder in Ruhe ist, dann den Magneten schnell herumdrehen und den Südpol in Richtung Nadel bringen. Wenn sich die Kompaßnadel nicht bewegt, weil die Entfernung zu groß ist, dann auf 8 - 9 cm herangehen. Das Magnetfeld ist recht groß, obwohl der Magnet selbst relativ klein ist.

Dieser Versuch zeigt auch, daß die Stärke des Magnetfeldes sich mit dem Quadrat der Entfernung vom Magneten abschwächt. Das bedeutet, daß das Magnetfeld direkt um den Magneten herum am stärksten ist.

Zubehör: (20), (49), 10


Fig. 50

51. DER KOMPAß.

Der Kompaß im Baukasten ist etwas anders als ein gewöhnlicher Kompaß; er hat noch einen zusätzlichen Bestandteil. Gewöhnlich besteht ein Kompaß aus einer Kompaßnadel, deren blaues Ende immer nach Norden und deren rotes Ende immer nach Süden zeigt. Die Kompaßnadel sitzt auf einer

Stahlspitze und kann sich ungehindert drehen, wenn man den Kompaß waagerecht hält. Auf dem Boden des Gehäuses befindet sich die Windrose, die die Himmelsrichtungen anzeigt. International üblich ist die Bezeichnung der vier Himmelsrichtungen mit dem Anfangsbuchstaben der englischen Wörter:

S - Süden (engl. South)
N - Norden (engl. North)
E - Osten (engl. East)
W - Westen (engl. West)

Der Kompaß im Baukasten hat aber noch eine gelbe Nadel, die als Zeiger dient, wenn man den Kompaß als Galvanoskop verwendet. Der Einfachheit halber, enthält der Kompaß in den Abbildungen für die folgenden Versuche immer nur die blau-rote Kompaßnadel.

Zubehör: 34

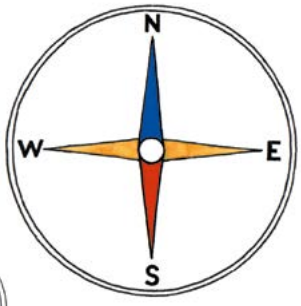


Fig. 51

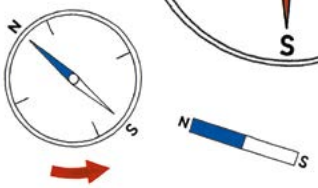
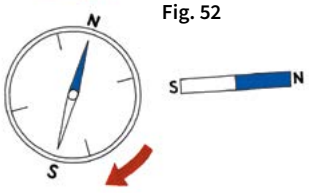


Fig. 52



52. DIE GEGENSEITIGE EINWIKRUNG VON MAGNETPOLEN.

1. Den Nordpol des Stabmagneten an den Südpol der Kompaßnadel annähern.
2. Den Nordpol des Stabmagneten an den Nordpol der Kompaßnadel annähern
3. Obige Versuche mit dem Südpol des Magneten wiederholen.

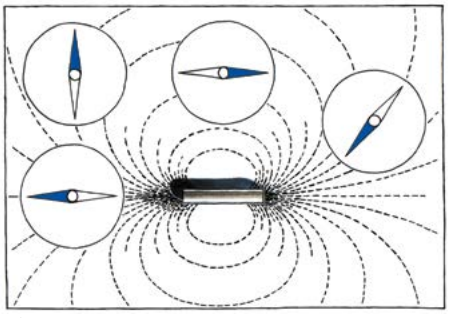
Diese einfachen Versuche zeigen eines der Grundgesetze des Magnetismus: gleiche magnetische Pole stoßen einander ab, ungleiche ziehen sich an.

Zubehör: 10, 34

53. DER KOMPAß IM MAGNETFELD.

Den Magneten in die Mitte eines großen Blatt Papiers legen und mit dem Kompaß die Größe des Magnetfeldes nachweisen. Den Kompaß an mindestens dreißig verschiedene Stellen um den Magneten herum legen und die Stellung der Nadel mit Pfeilen markieren, die in die gleiche Richtung zeigen wie die Nadel. Wenn man sich die Pfeile dann genau ansieht, stellt man fest, daß die Kompaßnadel innerhalb des Magnetfeldes immer die gleiche Richtung annimmt wie die magnetischen Kraftlinien.

Zubehör: 10, 34, Papier


Fig. 53

54. DIE ERDE ALS MAGNET.

Bild 54 zeigt die Erde mit ihren magnetischen Kraftlinien. Die gerade Linie mit N für Norden und S für Süden zeigt die geografische Achse der Erde an. Wenn die Erde eine Wirkung auf die Kompaßnadel hat, dann heißt das, daß die Erde selbst ein großer Magnet ist, dessen magnetischer Südpol in der Nähe des geographischen Nordpols liegt und umgekehrt, liegt der magnetische Nordpol in der Nähe des geographischen Südpols. Das Magnetfeld umfaßt die ganze Erde. Innerhalb dieses Magnetfeldes richtet sich die Kompaßnadel immer nach den magnetischen Kraftlinien aus, die von Nord nach Süd laufen.

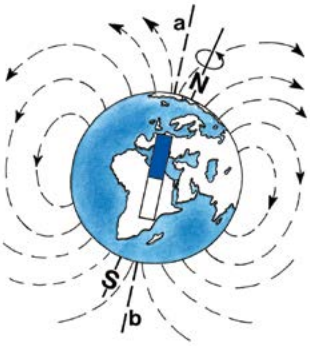


Fig. 54

55. MAGNETISCHE DEKLINATION.

Die magnetischen Pole stimmen nicht exakt mit den geografischen Polen überein. Das bedeutet, dass die Kompaßnadel nie ganz genau nach Norden zeigt, sondern etwas von dieser Richtung abweicht. Die gerade Linie a-b (siehe Bild 54) wird magnetischer Meridian genannt. Der Winkel zwischen dem magnetischen (a-b) und dem geografischen Meidian (N-S) nennt man magnetische Deklination.

Viele Messungen haben im Laufe der Jahre gezeigt, daß diese magnetische Deklination nicht überall auf der Erde gleich und auch nicht an jeder Stelle immer dieselbe sind. Da der Kompaß für die Orientierung im internationalen Verkehr sehr wichtig ist, muß man die magnetische Dekliantion an bestimmten Stellen kennen. Diese ist in magnetischen Karten eingetragen.

Zubehör: 34



Fig. 55

56. ORIENTIERUNG MIT DER LANDKARTE.

Eine Landkarte Europas auf dem Tisch ausbreiten, dann den Kompaß an den Rand legen und die Karte solange drehen, bis sie mit der Kompaßnadel übereinstimmt. So zeigt die Karte nach Norden. Nun kann man verschiedene Städte in Europa suchen und sehen in welcher Richtung sie liegen. Zur genauen Orientierung muß die magnetische Deklination einbezogen werden. Das ist der Winkel zwischen dem geographischen und dem magnetischen Meridian (Längengrad). In Mitteleuropa sind das ca. 4 Grad nach Westen.

Zubehör: 34, eine Landkarte von Europa

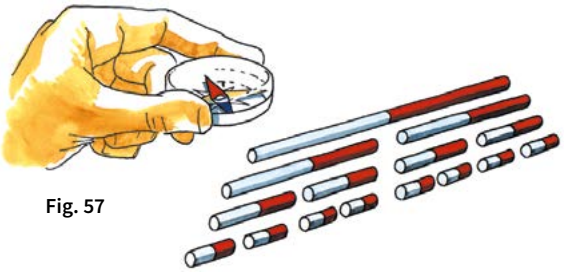


Fig. 56

57. DIE TEILUNG EINES MAGNETEN.

Zuerst eine Metallstricknadel magnetisieren. Nun kann man mit dem Kompaß nachweisen, daß sie einen Nord- und einen Südpol hat. Das wußten wir schon. Wenn man die Nadel jetzt durchbricht, ist jede Hälfte wieder ein richtiger Magnet mit einem Nord- und einem Südpol. Zerbricht man die einzelnen Teile weiter, dann bleibt das so. Egal wie klein die Teile werden, sie haben immer zwei Pole.

Zubehör: 10, 34, Stricknadel aus Metall


Fig. 57

58. GLEICHRICHTUNG KLEINER MAGNETE.

Die Dose mit den Eisenspänen gut schütteln und durcheinander mischen, dann den Kompaß auf die Dose legen. Sobald die Kompaßnadel in Ruhestellung ist und Nord-Süd anzeigt, die Dose mit den Spänen und dem Kompaß langsam drehen (Bild 58, links). Die Kompaß-nadel ändert ihre Richtung nicht. Dann den Versuch wiederholen und den Magnet auf die Dose legen. Die Dose wieder schütteln und den Inhalt mischen (Bild 58, Mitte), den Magneten wegnehmen und stattdessen den Kompaß darauf legen. Die Kompaßnadel geht in Ruhestellung. Wenn wir jetzt die Dose und den Kompaß zusammen drehen, dreht sich die Nadel mit. Warum?

Zubehör: 3, 10, 34


Fig. 58

59. MAGNETISCHE INDUKTION.

Taucht man ein Eisenteil aus dem Baukasten in die Eisenspäne, so stellt man fest, daß keines magnetisch ist. Aber sie werden alle magnetisch, wenn ein Magnet in die Nähe kommt (Bild 59). Sobald er weggenommen wird, geht der Magnetismus verloren. Diese Wirkung des Magneten auf Objekte im Magnetfeld heißt “magnetische Induktion”.

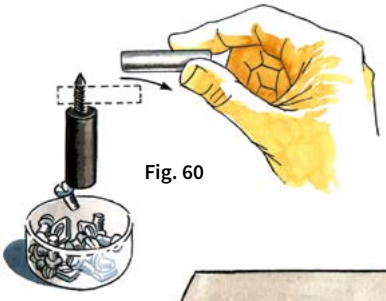
Zubehör: 3, 10, 15


Fig. 59

60. REMANENTER MAGNETISMUS.

Einen Magneten an eine Eisenstange halten und die Eisenstange in eine Schachtel mit Schrauben und Muttern tauchen. Die Eisenstange zieht viele Schrauben und Muttern an, d.h. sie ist magnetisch geworden. Dann den Magneten zusammen mit der Eisenstange und den daran klebenden Schrauben und Muttern hochheben, die Eisenstange festhalten und den Magneten wegnehmen. Die meisten der daran klebenden Teile fallen herunter, d.h. die Magnetkraft in der Stange ist schwächer geworden. Aber einige Teile bleiben daran kleben, also ist noch etwas Magnetismus vorhanden. Das nennt man magnetische Remanenz, die für den Bau von Gleichstrommotoren sehr wichtig ist.

Zubehör: 5, 6, 10, 16


Fig. 60

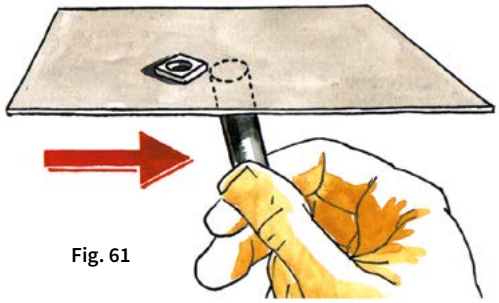
61. DIE MAGNETWIRKUNG DURCH VERSCHIEDENE STOFFE

HINDURCH. Bild 61 zeigt einen Versuch, bei dem sich zwischen dem Magneten und der Eisenmutter ein Stück Karton befindet.

Trotz des dazwischen liegenden Kartons wird die Mutter vom Magneten angezogen. Die Mutter bewegt sich sogar, wenn man den Magneten bewegt.

Jetzt kann man mit dem selben Experiment überprüfen, ob der Magnet so stark ist, dass er durch ein Plastik- oder Holzlineal wirkt, und er die Mutter bewegen kann, wenn man sie oben auf das Lineal legt. Dieser und weitere Versuche zeigen, daß ein Magnetfeld auch durch Glas, Kupfer, Aluminium, Holz und viele andere Stoffe hindurch wirkt, jedoch nicht durch Eisen.

Zubehör: 6, 10, Karton, ein Holzlineal


Fig. 61

62. BLOCKIERUNG DER MAGNETWIRKUNG.

Um dieses Phänomen nachzuweisen, legen wir den Magneten aus dem Baukasten in eine Bonbondose aus Eisenblech. Nähert man sich mit dem Kompaß, stellt man fest, daß das Magnetfeld durch die Dose erheblich abgeschwächt wird. Wenn die Wände der Dose noch dicker wären, würde die Magnetkraft völlig blockiert. Das zeigt, daß die Magnetkraft durch ein Eisenschild nach außen abgeschirmt werden kann und auch umgekehrt, Magnete von außen nicht in den abgeschirmten Bereich hineinwirken können.

Zubehör: 10, 34, Eisenblechdose



Fig. 62

63. DAS ASTATISCHE NADELPAAR.

In der Technik verwendet man oft Kompaßnadeln, die nicht vom Erdmagnetismus beeinflußt werden. Man nennt sie astatische Nadelpaare und sie werden folgendermaßen hergestellt. Zwei gleich lange Nähnadeln so magnetisieren, daß an den Öhren gleichnamige Pole entstehen. Dann in ein langes Papierröhrchen stecken, so daß die Pole an jeder Seite ungleich sind (Bild 63). Hängt man dieses astatische Nadelpaar dann mit einem dünnen, ungezwirnten Faden auf, richten sie sich nicht in Nord-Südrichtung aus. Astatische Nadelpaare werden beim Bau empfindlicher Galvanoskope und Galvanometer benutzt.

Zubehör: 10, zwei lange Nähnadeln, Papier, Faden

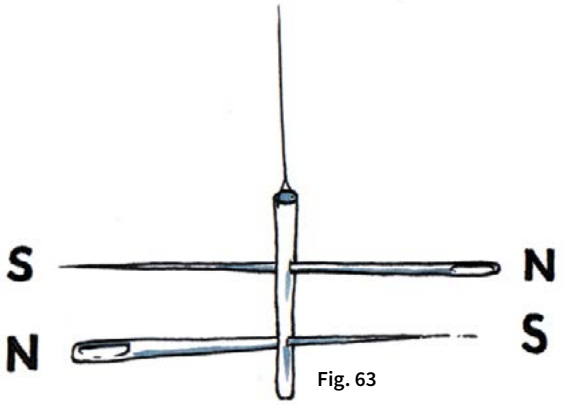


Fig. 63

64. DIE MAGNETISCHE BREMSE.

Die Aluminiumglocke mit der Öffnung nach unten an den Ständer aus Versuch 20 hängen (Bild 64). (Am besten klebt man dazu starkes Papier um den Glockenrand und befestigt daran drei Fäden, um die Glocke daran aufzuhängen). Die Glocke sollte genau so hoch hängen, daß man den Magneten darunter stellen kann. Der Versuch läuft in zwei Schritten ab:

1. Den Magneten entfernen, die Glocke an der Seite mit einem Strich markieren und dreimal drehen. Während sie sich dann selbst ungehindert zurückdreht, merkt man sich die Anzahl der Umdrehungen, die sie braucht, um in die Ausgangsstellung zurückzukehren.
2. Sobald die Glocke wieder ganz ruhig hängt, den Magneten wieder darunter stellen und genauso drehen wie zuvor. Zählt man dieses Mal die Umdrehungen, so stellt man fest, daß sich die Glocke weniger oft dreht und langsamer in die Ausgangsstellung zurückkehrt als beim ersten Versuch.

Warum ist das so?

Wir wissen schon, daß ein Magnet Aluminium nicht anzieht, aber der Versuch hat gezeigt, daß er wie eine Bremse wirkt. Wenn sich die Aluminiumglocke dreht, erzeugen die magnetischen Kraftlinien im Aluminium elektrischen Strom. Diesem elektrischen Feld wirkt das magnetische Feld entgegen, daher kommt die Bremswirkung.

Zubehör: (20), 10, 13, Bindfaden, Kartonpapier

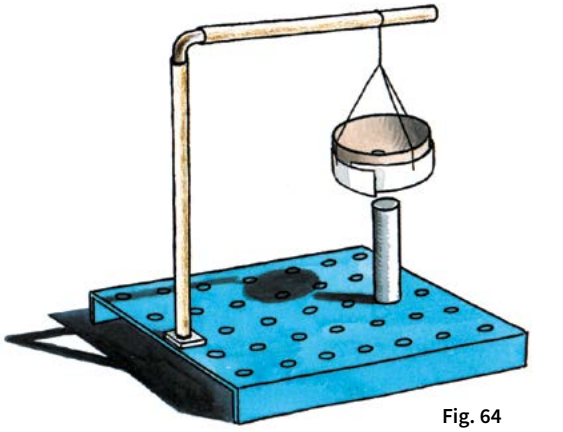


Fig. 64

65. DER SCHIFFSKOMPAß.

Ein Schiffskompaß ist etwas anders als der bisher benutzte. Nun wollen wir versuchen, das Modell eines solchen Schiffskompasses herzustellen.

Aus dünnem Karton einen Kreis mit ca. 10 cm Durchmesser ausschneiden und darauf eine Windrose zeichnen. Außerdem am Rand, ausgehend von N (Nord) eine Skala mit 360 Grad auftragen. Dann an dieser Kompaßscheibe die Kompaßnadel aus Versuch 49 mit zwei Papierstreifen befestigen; der Nordpol der Nadel sollte über dem N der Kompaßscheibe zu stehen kommen. Diesen Kompaß dann mit einem dünnen ungezwirnten Faden an das Gestell von Versuch 20 hängen. Jetzt dreht sich wahrscheinlich nicht nur die Kompaßnadel, sondern auch die Kompaßscheibe. Nach einiger Zeit kommt die Kompaßnadel zur Ruhe und zeigt in Nord-Südrichtung. Nun ein Buch mit einem kleinen Papierstreifen, der eine senkrechte Linie hat und nach oben gebogen ist, unter den Kompaß legen. Das Buch übernimmt die Rolle des Schiffs. Wenn der Kapitän jetzt die Anweisung gibt: “Kurs 8 Grad West”, dreht der Steuermann das Steuerrad und damit das ganze Schiff so, daß die senkrechte Linie mit dem achten Grad West des Kompasses übereinstimmt, während die Nadel weiterhin nach Norden zeigt. Damit auch dann nichts schiefgeht, wenn das Schiff stark schwankt, ist der Schiffskompaß an einem Doppelgelenk aufgehängt, dem sogenannten kardanischen Gelenk.

Zubehör: (20), (49), Faden, Papier, Karton und ein Buch

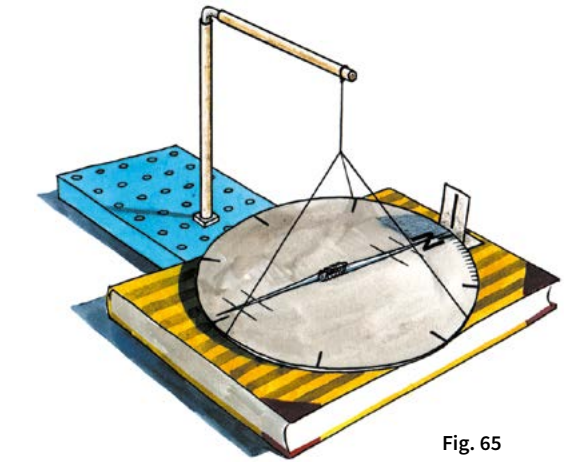


Fig. 65

66. DIE MAGNETISCHE DEVIATION.

Befolgt man die Anweisungen des Kapitäns aus dem vorstehenden Versuch, dann fährt das Schiff nicht mehr genau nach Norden, sondern mit einem Kurs von 8 Grad West. Jetzt nähern wir uns dem Kompaß mit einem großen Hammer oder einem anderen eisernen Gegenstand. Da sich Eisen und Magnet gegenseitig anziehen, zieht der Hammer die Kompaßnadel an und das Schiff weicht vom Kurs ab. Solche Störungen können auf jedem Schiff auftreten und heißen magnetische Deviationen oder Abweichungen. Sie werden hauptsächlich vom Schiff selbst verursacht, weil es eiserne Bauteile hat. Das gleiche gilt für die Antriebsmotoren. Auch die Fracht kann Störungen verursachen, wenn sie Eisen, Nickel oder Kobalt enthält. Um sich vor magnetischer Deviation zu schützen, besitzt der Schiffskompaß bewegliche Stabmagneten und bewegliche Eisenkugeln. Bei unserem Modell kann man die Deviation dadurch ausgleichen, daß man von der anderen Seite ein Stück Eisen oder einen kleinen Magneten in die Nähe der Nadel bringt, bis sie wieder in ihre ursprüngliche Stellung zurückkehrt und das Schiff wieder Kurs 8 Grad West hat.

Zubehör: (65), ein Hammer

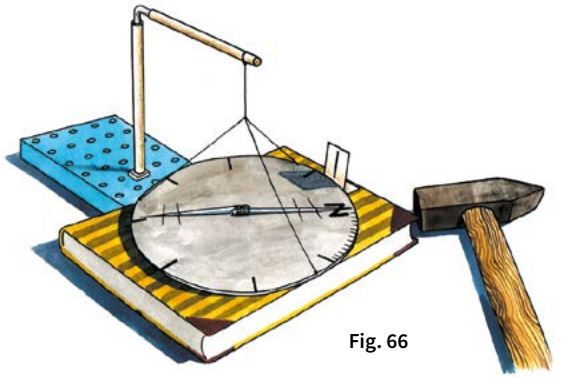


Fig. 66

67. SCHWIMMENDE KOMPAßNADELN.

Man kann einen sehr interessanten Versuch durchführen, um die Folgen des gegenseitigen Abstossens und der Anziehung magnetischer Pole zu verdeutlichen: sechs Nähnadeln werden in der gleichen Richtung magnetisiert. Sechs gleich große Korkstückchen schneiden und durch jedes eine der magnetisierten Nadeln halb hindurchstecken.
In einem großen, nicht magnetischen Behälter mit Wasser schwimmen lassen. Dabei müssen die Öhre der Nadeln alle nach unten ins Wasser und die Spitzen nach oben gerichtet sein. Jetzt ist jede Nadel ein schwimmender Magnet. Da die gleichnamigen Pole alle auf der gleichen Seite sind, stoßen sie einander ab, aber nur für kurze Zeit. Ihr Abstoßen wird durch Anziehungskräfte zwischen den Öhren und den Spitzen der Nadel ausgeglichen, da dies ja ungleiche Pole sind. Durch diese Anziehung und das Abstoßen bilden die Nadeln immer wieder neue Formationen.
Den Versuch kann man mit 5, 4 oder 3 Nadeln wiederholen.
Achtung: der Behälter sollte groß genug und nicht aus Eisen sein.
Zubehör: 10, Wasserbehälter, sechs Nähnadeln, sechs kleine Korken

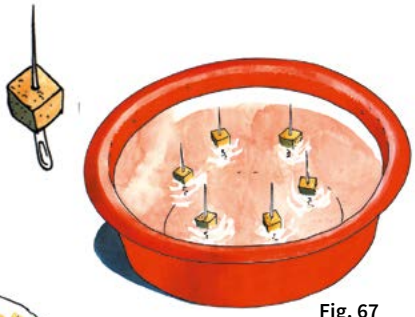


Fig. 67

68. DAS MAGNETISCHE DREHFELD.

Einen an einem Faden aufgehängten Magneten acht- bis zehnmal in die gleiche Richtung drehen und dann loslassen. Im Abstand von einigen Zentimetern den Kompaß direkt unter den Magneten stellen.
Die Kompaßnadel dreht sich, solange der Magnet sich dreht, denn jede Drehung des Magneten bedeutet auch eine Drehung des Magnetfeldes.
Zubehör: 10, 34, Papier, Faden

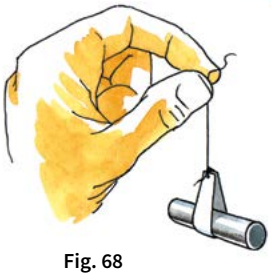


Fig. 68

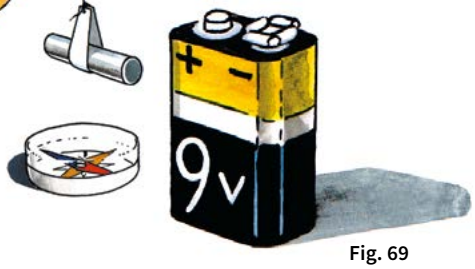


Fig. 69

BATTERIEN UND ELEMENTE

69. DIE BATTERIE.

Man kann diese Batterie in vielen Läden kaufen. Sie sieht aus wie eine kleine Schachtel. Zwei Metallknöpfe stehen oben heraus. Das sind die beiden Pole: Der kleinere ist der positive Pol (+) und der größere ist der negative Pol (-). Die Batteriepole sollten möglichst wenig berührt werden, damit die Batterie nicht gleich leer wird. Die beiden Pole nicht miteinander kurzschließen.

70. FUNKTIONSPRÜFUNG DER BATTERIE.

Der Baukasten enthält einige Geräte, mit denen man die Funktion der Batterie prüfen kann. Das sind die elektrische Glühbirne und das Galvanoskop. Leuchtet die Glühbirne oder bewegt sich das Galvanoskop bei Berührung mit der Batterie, ist sie fehlerfrei. Bei Dauerprüfung wird die Batterie schnell leer.
Zubehör: 2 x 7, 8, 14, 33, 35, eine Batterie

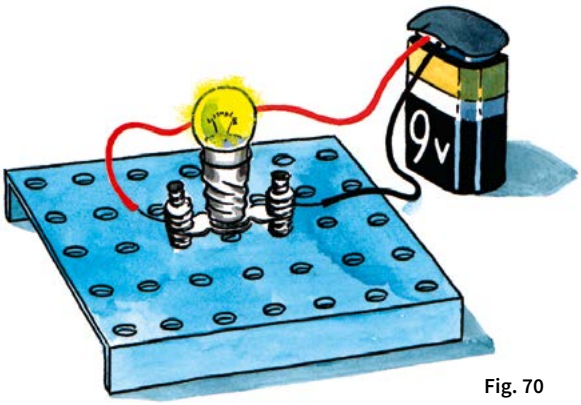


Fig. 70

71. DIE ELEKTRISCHE GLÜHBIRNE.

Folgender Versuch erklärt, wie eine Glühbirne funktioniert:
Zwei Nägel mit 1 cm Abstand in ein Holzbrett schlagen und dazwischen einen 0,1 mm dicken Eisendraht spannen. Verbindet man den Eisendraht mit den Klemmen einer neuen Batterie, wird er rot (Bild 71 links). Würde man den elektrischen Strom von zwei Batterien benutzen, würde der Draht verbrennen. Elektrische Glühbirnen sind nach dem gleichen Prinzip gebaut. Der luftleere Glaskolben enthält einen sehr dünnen Wolframfaden, das ist ein Metall mit einem sehr hohen Schmelzpunkt. Wird Strom durch den Faden geleitet wird er weißglühend, er kann aber nicht brennen, weil der Glaskolben keinen Sauerstoff enthält, sondern mit dem Edelgas Argon gefüllt ist. Elektrische Glühbirnen sind sehr zerbrechlich und dürfen nicht herunterfallen oder geschüttelt werden, insbesondere nicht, wenn sie brennen. Die Spannungsangabe am Sockel sollte immer genau beachtet werden. Die Glühbirne aus dem Baukasten kann an eine 9 VBatterie angeschlossen werden. Bei höheren Spannungen brennt der Faden durch.
Achtung!
- Die Batterie ist kurzgeschlossen.
- Die Batterie nur kurze Zeit anschließen – nur solange, bis der Versuch verstanden wurde.
- Aufpassen, dass man sich nicht die Finger verbrennt.

Zubehör: Holzbrett, zwei Nägel, Eisendraht, Taschenlampenbatterie

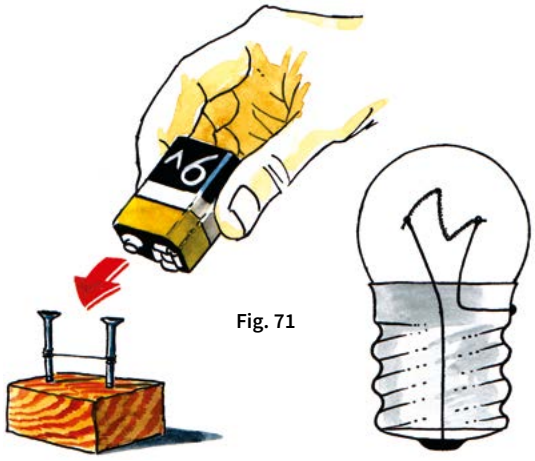


Fig. 71

72. DAS INNERE DER ALKALINE BATTERIE.

Eine 9V Batterie besteht aus sechs Zellen oder Elementen. Die einzelnen Zellen sind wie folgt verbunden: Die erste Zinkzelle ist frei (der negative Pol), die erste Kohlezelle ist mit dem Zink der zweiten verbunden, die Kohle der zweiten mit dem Zink der dritten und die Kohle der dritten und so weiter, die letzte Kohlezelle ist frei (der positive Pol).
Zwei Klemmen ragen aus der Batterie heraus: die kleinere ist der positive Pol, (die erste Zinkzelle) und die größere der negative Pol (die letzte Kohlezelle).

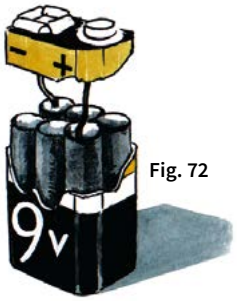


Fig. 72



Fig. 73

73. VERBRAUCHTE BATTERIEN.

Batterien funktionieren nur für einen bestimmten Zeitraum. Wenn sie leer oder zu schwach geworden sind, wirft man sie meistens weg. Was verbraucht sich an der Batterie? Die Zinkbehälter verrosten und die Salmiaklösung trocknet aus. Die Beutel mit dem Kohlestab und das Mangandioxydpulver bleiben völlig intakt. Altbatterien immer nur in die dafür vorgesehenen Abfallbehälter werfen.

74. ELEKTRIZITÄT AUS FROSCHSCHENKELN.

Im Jahr 1791 wurde ein berühmter Versuch von Luigi Galvani, Anatomieprofessor an der Universität Bologna, veröffentlicht. Er befestigte einen Kupferhaken mit zwei Froschbeinen an Eisenstäben. Die Forschschenkel schaukelten im Wind und berührten dabei manchmal die Eisenstäbe. Immer, wenn sie diese berührten, zuckten sie stark zusammen, als wäre es ein lebendiger Frosch. Galvani meinte, daß das Zucken durch Elektrizität in den Tierkörpern verursacht würde. Viele andere Wissenschaftler teilten damals seine Meinung. Nur Alexander Volta nicht, er war Physikprofessor an der Universität Pavia. Er meinte auch, daß das Zucken elektrisch bedingt sei, aber er war nicht der Ansicht, daß es die "tierische Elektrizität" sei. Er behauptete, daß die Bewegung durch Elektrizität verursacht würde, die durch den direkten Kontakt von zwei verschiedenen Metallen, Eisen und Kupfer, auf der einen Seite entstünde, während die beiden Metalle auf der anderen Seite indirekt über den feuchten Körper verbunden waren, der aber nicht unbedingt ein Tierkörper sein mußte. Der Meinungsstreit zwischen Volta und den Anhängern von Galvani dauerte viele Jahre. Erst 1799 konnte Volta ein Gerät bauen, mit dem er seine Theorie beweisen konnte. Jetzt können wir es nachbauen, aber vorher müssen wir uns noch mit dem Gerät zur Feststellung von Elektrizität befassen, dem sogenannten Galvanoskop.

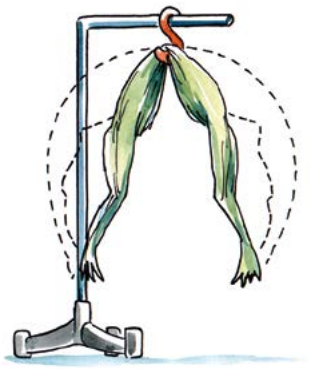


Fig. 74

75. DAS GALVANOSKOP.

Das Galvanoskop aus dem Baukasten besteht aus drei Teilen: dem Kompaß (K), einer Unterlage (P) und einer Spule (R). Außer der rot-blauen Kompaßnadel hat der Kompaß ja noch eine gelbe Nadel. Zum Messen schiebt man den Kompaß und die Unterlage in die Spule und dreht die Unterlage solange, bis die gelbe Nadel auf E (oder W) steht. In der Nähe des Galvanoskops darf kein Magnet oder Eisenteil liegen.

Zubehör: 1, 34

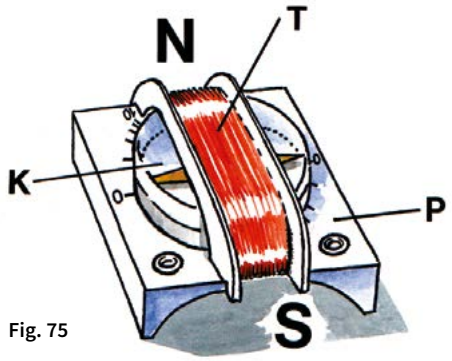


Fig. 75

76. VOLTAS ENTDECKUNG.

Die Zinkplatte (Zn) und die Kupferplatte (Cu) aus dem Baukasten mit feinem Sand abschmirgeln, gut sauber wischen und mit zwei Anschlußdrähten mit dem Galvanoskop verbinden (siehe Bild 76). Der gelbe Zeiger des Galvanoskops sollte auf E (oder W) stehen. Nun ist alles bereit für die folgenden Versuche:

1. Zwischen die beiden Platten ein Stück Zeitungspapier schieben. Der Galvanoskopzeiger bewegt sich nicht.
2. Das Zeitungspapier mit Leitungswasser befeuchten. Der Galvanoskopzeiger bewegt sich und zeigt so an, daß elektrischer Strom durch das Galvanoskop fließt.
3. Nun die beiden Pole umkehren (d.h. der an die Zinkplatte angeschlossene Draht wird an die Kupferplatte angeschlossen und umgekehrt). Der Galvanoskopzeiger schlägt wieder aus, aber diesmal in die andere Richtung.
4. Beide Platten kräftig aufeinanderpressen, dann schlägt der Zeiger stärker aus.
5. Verkleinert man die Kontaktflächen der Platten, schlägt der Zeiger schwächer aus.

Voltas Versuch war etwas anders als der eben gezeigte. Damals gab es noch kein Galvanoskop, das so schwache elektrische Ströme messen konnte. Volta wies den elektrischen Strom mit der sogenannten Voltaschen Säule nach. Er stapelte abwechselnd ein Zink- und ein Kupferblättchen übereinander und legte dazwischen jeweils ein Stück nassen Stoff. Insgesamt stapelte er in dieser Art ungefähr 60 Plättchen aufeinander, in der Säule waren die beiden unterschiedlichen Metalle nur durch die Flüssigkeit im dazwischen liegenden Stoff in Kontakt. Volta erkannte, daß durch diesen Kontakt ein elektrischer Strom entstand. Diese einfache Erfindung (eine Art Batterie) war das erste Gerät, mit dem ein Mensch elektrischen Strom produziert hatte und machte Volta zu einem unster-blichen Wissenschaftler. Ihm zu Ehren wurde die Einheit zur Messung der Stromspannung "Volt" genannt und das entsprechende Meßgerät heißt Voltmeter. Das Plattenpaar, das eingangs genannt wurde ist eine Voltazelle oder Voltaelement. Seit Voltas Entdeckung wurden viele verschiedene Zellen hergestellt. Sie sind alle nach Galvani benannt, daher heißen sie galvanische Zellen oder Elemente.

Zubehör: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, Papier, Wasser

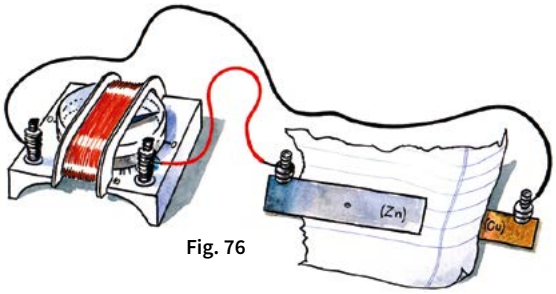


Fig. 76

77. EINE STROMZELLE AUS KUPFER, ZINK UND SALZWASSER.

Die Kupfer- und die Zinkplatte in ein Glas Salzwasser stellen und mit den beiden Verbindungsdrähten an das Galvanoskop anschließen. Der Galvanoskopzeiger wird stark ausschlagen und anzeigen, daß Strom fließt.

Zubehör: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, ein Glas Wasser, Salz

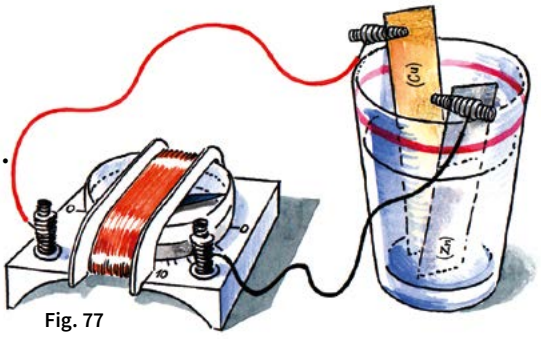


Fig. 77

78. POLARISATION UND DEPOLARISATION.

1. Ein Element aus Zink, Kupfer und Salzlösung an das Galvanoskop anschließen wie in Versuch 77 beschrieben. Jetzt den Galvanoskopzeiger genau beobachten. Zuerst schlägt er aus und zeigt, daß im Element Strom erzeugt wird, aber dann fällt er langsam wieder auf Null. Das bedeutet, daß der elektrische Strom wieder abfällt. Fügt man Salz hinzu, steigt der elektrische Strom wieder an, aber nur für kurze Zeit. Warum nimmt der elektrische Strom immer wieder ab?

Durch die Zersetzung des aufgelösten Salzes entstehen Wasserstoffbläschen, die sich auf der Kupferplatte absetzen und den Prozeß, der in der Zelle abläuft behindern. Diesen Vorgang nennt man Polarisation.

2. Entfernt man die Bläschen mit einem Stöckchen oder einem Stück Stoff, erzeugt das Element wieder elektrischen Strom.
3. Nun einen Teil der Salzlösung abgießen und die Zelle mit feinem, sauberen Sand füllen. Jetzt erzeugt sie länger elektrischen Strom, denn die Wasserstoffbläschen verbinden sich mit dem Sauerstoff in der Luft und im Wasser, weil zwischen den Sandkörnern Luft ist. Damit kann man die Polarisation verhindern, das heißt, Sand ist ein Depolarisator.

Zubehör: 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, ein Glas Wasser, Salz, Sand

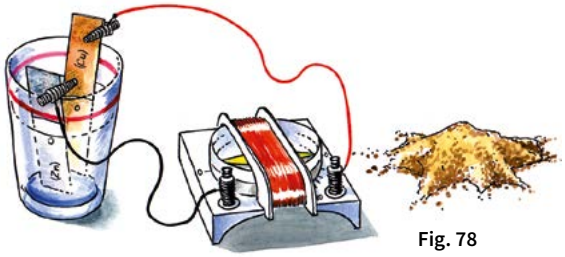


Fig. 78

79. DAS LECLANCHE ELEMENT.

Eine 9V Batterie besteht aus sechs Leclancheelementen, bei denen das Zink den negativen Pol, Kohle den positiven Pol und Manganoxyd den Depolarisatogr darstellt. Der Elektrolyt (die Flüssigkeit zwischen den Polen) ist eine Lösung aus Salmiak und Wasser im Verhältnis 1:3. Diese Lösung ist mit einem Bindemittel versetzt, damit sie nicht flüssig ist. Das ist die sogenannte Trockenbatterie.

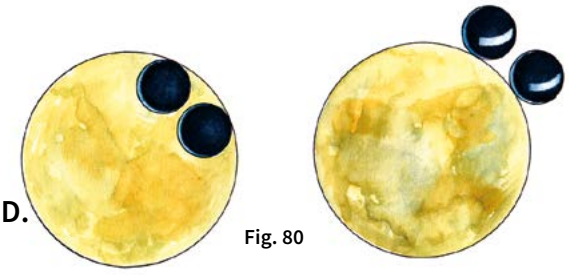


Fig. 80

80. WIE IN DER ZELLE ELEKTRISCHER STROM ERZEUGT WIRD.

Unter dem Einfluß der elektrischen Kräfte zwischen Flüssigkeiten (dem Elektrolyten) und Metallen (den Polen), geben die Metalle positive Ionen ab. Dadurch entsteht bei den Metallen, in diesem Fall der Zinkplatte, ein Überschuß von Elektronen. Verbindet man nun Zink und Kohle (oder Kupfer wie im vorherigen Versuch) mit einem externen elektrischen Leiter, wandern die Elektronen vom Zink, wo sie überzählig sind, zum Kupfer, wo es weniger gibt.

Durch diese Bewegung der Elektronen entsteht elektrischer Strom. Aber, was sind Ionen? Wie schon erklärt, bestehen Stoffe aus Molekülen und Atomen, diese wiederum bestehen aus einem Kern, um den Elektronen kreisen. Jedes Atom hat eine bestimmte Anzahl von Elektronen. Manchmal verliert jedoch ein Atom oder eine Gruppe von Atomen einige Elektronen, die so zum Ion werden. Das gleiche geschieht, wenn ein Atom oder eine Gruppe von Atomen mehr Elektronen bekommt, als sie braucht. Im ersten Fall ist das Ion positiv, im zweiten negativ.

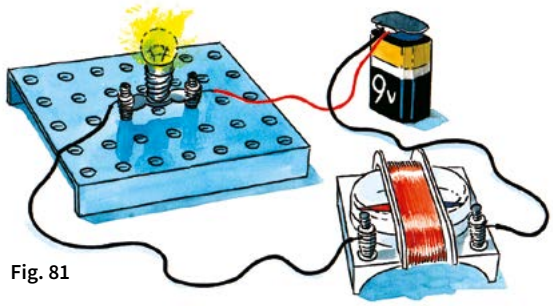


Fig. 81

81. DER STROMKREIS.

Bild 81 zeigt den Stromkreis der zwischen einer Batterie, einer Glühbirne und einem Galvanoskop besteht, sowie die zugehörigen Verbindungsdrähte. In diesem Fall fließt der Strom von der Batterie zur Glühbirne, dann von der Glühbirne zum Galvanoskop und von dort wiederum zur Batterie. Solange der Strom fließt, leuchtet die Glühbirne und der Zeiger des Galvanoskops wird abgelenkt. Wird der Stromkreis jedoch unterbrochen, fließt der Strom nicht mehr.

Zubehör: 1, 4 x 7, 8, 14, 33, 34, 35, eine Batterie

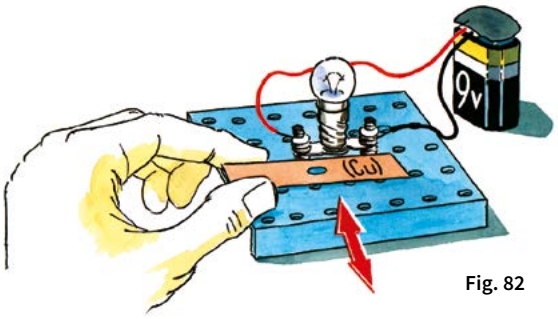


Fig. 82

82. DER KURZSCHLUß.

Stelle mit der Glühbirne und der Batterie einen geschlossenen Stromkreislauf wie in Bild 82 gezeigt, her. Die Glühbirne leuchtet auf. Sobald jedoch die beiden Batteriepole mit Kupferplatte oder einem anderen metallenen Gegenstand berührt werden, erlischt sie. Das nennt man einen Kurzschluß. Danach verbraucht sich die Batterie sehr schnell, weil ein sehr starker Strom ohne Widerstand (über die Kurzschlußbrücke) von ihrem negativen zum positiven Pol geflossen ist. Um eine Batterie recht lange benutzen zu können, sollte man jeden Kurzschluß vermeiden.

Zubehör: 2 x 7, 8, 14, 24, 33, 35, eine Batterie

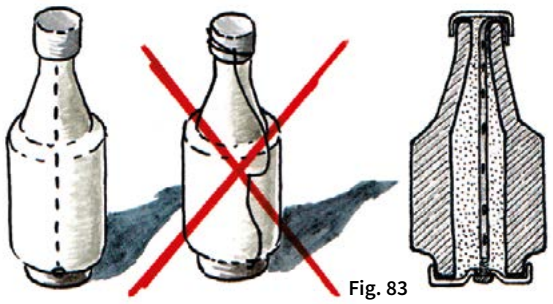


Fig. 83

83. DIE SICHERUNG.

Die Spannung des Stroms, den wir im Haushalt vom Netz bekommen, beträgt 220V. Um Schäden durch Kurzschluß zu vermeiden, sind in die elektrischen Leitungen Sicherungen eingebaut. Sie befinden sich über dem Stromzähler und können entweder elektromagnetisch oder thermisch ausgelöst werden. Wir befassen uns kurz mit der thermischen Sicherung. Eine thermische Sicherung (Bild 83) besteht aus einem Keramikzylinder (1), der einen in Sand (2) eingebetteten dünnen Draht (3) enthält, der mit zwei Metallkappen und einer kleinen Feder verbunden ist. Der draht erhitzt sich bei einem Kurzschluß so stark, daß er schmilzt. Dann muß man zunächst die Ursache im Netz suchen. Die Sicherung kann durchgebrannt sein, weil das Netz überladen wurde (ein Stromstoß überlastete die maximale Leistungsfähigkeit) oder, durch einen Kurzschluß, bei dem Verbindungsdrähte in direkten Kontakt geraten sind. Hat man die Ursache beseitigt, setzt man sofort eine neue Sicherung ein. Es ist verboten und auch sehr gefährlich, eine durchgebrannte Sicherung, wie in Bild 83 rechts gezeigt, mit einem Draht reparieren zu wollen. Dadurch könnte ein Brand oder ein nachhaltiger Schaden an elektrischen Geräten entstehen.

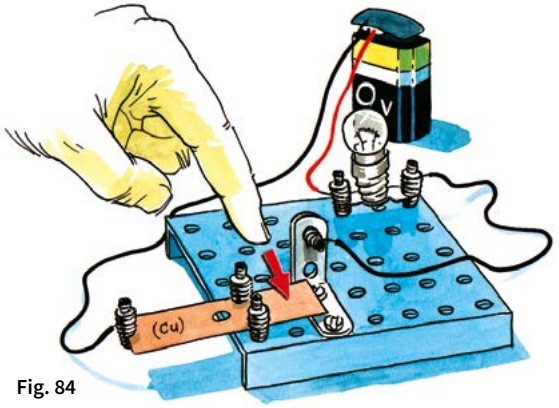


Fig. 84

84. EIN ELEKTRISCHER “SCHALTKNOPF”.

Bild 84 zeigt einen elektrischen “Schaltknopf” und seine Verbindung mit einer Batterie und einer Glühbirne. Drückt man den Knopf, ist der Stromkreis geschlossen, Die Glühbirne leuchtet, solange der Knopf gedrückt ist.

Solche Knöpfe kann man z.B. bei einer Nachttischlampe einsetzen oder auch bei einer Klingel.

Zubehör: 2 x 5, 2 x 6, 6 x 7, 8, 14, 24, 28, 33, 35, eine Batterie

85. TELEGRAPHIEREN MIT LICHT.

Der im Versuch 84 hergestellte Schaltknopf kann auch zum Telegraphieren benutzt werden. Die Nachricht wird mit dem Morsealphabet durch lange und kurze Lichtsignale übermittelt (Bild 85). Der Vorteil des Lichttelegraphierens ist, daß man dazu keine Leitungen benötigt. Der Nachteil ist, daß es nur innerhalb der Sichtweite und nur nachts funktioniert. Wenn die Nachricht geheim bleiben soll, dann kann man die Lichtreichen kodieren oder chiffrieren.

A • −	J • − − −	S • • •	1 • − − − −
B − • • •	K − • −	T −	2 • • − − −
C − • − •	L • − • •	U • • −	3 • • • − −
D − • •	M − −	V • • • −	4 • • • • −
E •	N − •	W • − −	5 • • • • •
F • • − •	O − − −	X − • • −	6 − • • • •
G − − •	P • − − •	Y − • − −	7 − − • • •
H • • • •	Q − − • −	Z − − • •	8 − − − • •
I • •	R • − •		9 − − − − •
			0 − − − − −

Fig. 85

86. EIN SCHALTER.

Der elektrische Schaltknopf aus Versuch 84 ist für Einrichtungen sinnvoll, bei denen der Stromkreis nur kurz geschlossen werden soll, z.B. beim Lichttelegraphieren oder einer elektrischen Klingel. Will man den Stromkreis für längere Zeit schließen, braucht man einen Schalter. Das Grundprinzip dafür zeigt Bild 86. Dreht man den Schalthebel nach links, ist der Stromkreis geschlossen und die Birne leuchtet, bis er nach rechts bewegt wird. Bei den elektrischen Installationen im Haus werden die Schalthebel, die in isolierten Gehäusen untergebracht sind, immer in die gleiche Richtung gedreht. Man darf die Metallteile des Schalters nie mit der Hand anfassen, da sie unter hoher Spannung stehen.
Zubehör: 3 x 5, 3 x 6, 4 x 7, 8, 14, 24, 2 x 28, 33, 35, eine Batterie

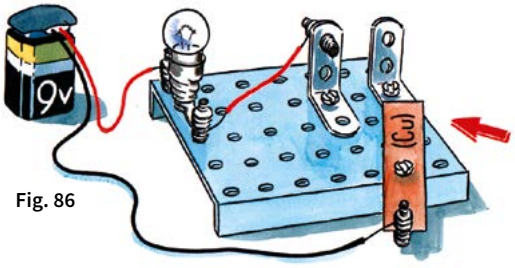


Fig. 86

87. EIN SCHALTER FÜR ZWEI GLÜHBIRNEN.

Man kann mit dem gleichen Schalter mehrere Glühbirnen an- und ausschalten. Bild 87 zeigt zwei Birnen, die abwechselnd aus der gleichen Batterie gespeist werden. Man braucht einen ähnlichen Schalter für drei Birnen z.B. bei Verkehrsampeln, bei denen rot, gelb und grün abwechselnd aufleuchten.
Zubehör: 3 x 5, 3 x 6, 7 x 7, 8, 2 x 14, 24, 2 x 28, 33, 2 x 35, eine Batterie

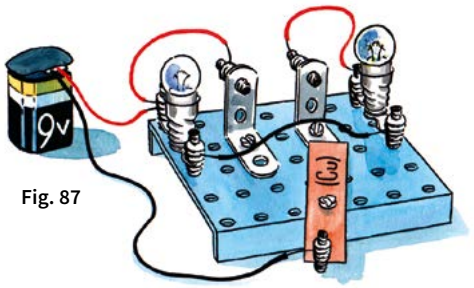


Fig. 87

88. ZWEI SCHALTER FÜR EINE GLÜHBIRNE.

Welche Art von Installation brauchen wir, wenn eine Birne im Treppenhaus hängt und vom Erdgeschoß und vom ersten Stock aus an- und ausgeschaltet werden soll?
Dazu braucht man zwei Schalter, eine Glühbirne, eine Stromquelle (in diesem Fall die Batterie) und entsprechende Verbindungsdrähte. Mit den Teilen aus dem Baukasten baut man zwei Schalter, an jeder Seite des Sockels einen. Bild 88 zeigt, wie sie miteinander und mit der Glühbirne und der Batterie verbunden sind. Mit jedem Schalter kann man an- und ausschalten. Außerdem kann man die Birne mit dem einen Schalter an- und mit dem anderen ausschalten. Diese Art der Installation nennt man eine korrespondierende Installation.
Zubehör: 6 x 5, 6 x 6, 8 x 7, 8, 14, 23, 24, 4 x 28, 33, 35, eine Batterie

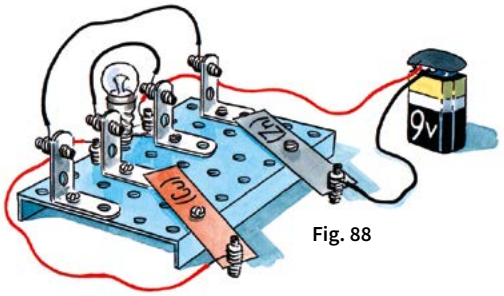


Fig. 88

89. PARALLELGESCHALTETE GLÜHBIRNEN.

1. Drei gleich starke Glühbirnen an die Batterie anschließen. Sobald der Stromkreis geschlossen ist, leuchten sie gleich hell auf. Wieviel Strom wird verbraucht? Die Batteriespannung beträgt 9 V Jede der Glühbirnen verbraucht 0,05 A. Die elektrische Leistung ist P = 9 (3 x 0,05) = 1,35 W
2. Schraubt man eine der Glühbirnen los, glühen die anderen weiter. Im Haus wird meistens eine Parallelschaltung für Glühbirnen eingesetzt.
Zubehör: 6 x 7, 8, 3 x 14, 33, 3 x 35, eine Batterie

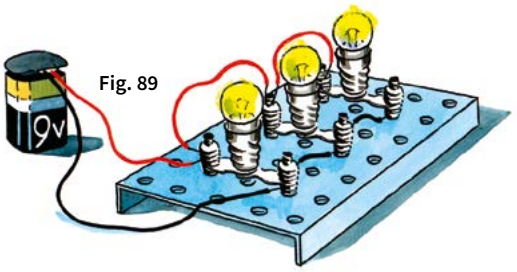


Fig. 89

90. IN REIHE GESCHALTETE GLÜHBIRNEN.

1. Drei Glühbirnen in Reihe (d.h. nacheinander) an die Batterie anschließen. Eine Glühbirnen allein leuchtet ganz hell, zwei in Reihe geschaltete Birnen, leuchten schon weniger hell und drei in Reihe geschaltete Glühbirnen sind kaum erkennbar. Im ersten Fall beträgt die Batteriespannung 9 V und es fließt ein Strom von 0,05 A durch die Birne. Bei zwei in Reihe geschalteten Birnen, muß die Spannung doppelt und bei dreien dreimal so hoch sein, wie für eine einzige.
2. Schraubt man eine der in Reihe geschalteten Glühbirnen los, gehen auch die anderen aus, weil der Stromkreis unterbrochen wurde.
Zubehör: (89)

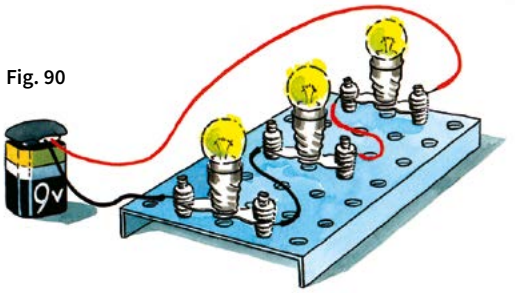


Fig. 90

91. ERHÖHUNG DER BATTERIESPANNUNG.

1. Im Versuch 72 wurde das Innere einer Batterie beschrieben. Sie besteht aus sechs Zellen, in denen Kohlestäbe die Funktion von positiven Elektroden, und Zinkbehälter und der Elektrolyt (Salmiaklösung) die von negativen Elektroden haben. Das Manganoxyd ist der Depolarisator. Diese Zellen sind in Reihe geschaltet. Die Spannung jedes einzelnen Elements beträgt 1,5 V, somit hat die gesamte Batterie eine Spannung von 6x1,5=9V
2. Schaltet man zwei Batterien parallel wie in Bild 91 rechts, hat die neue Batterie eine Spannung von 2?9V=18V.
Zubehör: zwei Batterien

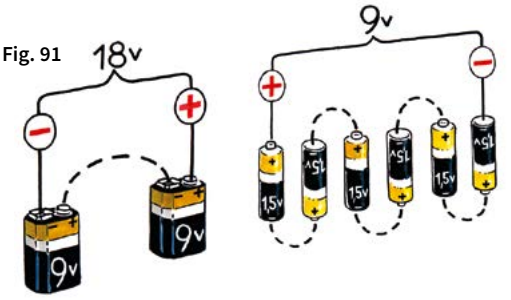


Fig. 91

92. ERHÖHUNG DER LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER BATTERIE.

Eine neue Batterie, die den nötigen Strom für 3 Glühbirnen, die je 0,05 A verbrauchen, kaufen. Braucht man eine stärkere Stromquelle, kann man mehrere Batterien parallel schalten (wie in Bild 92 gezeigt). Obwohl die Spannung jeder einzelnen Batterie und aller Batterien zusammen 9 V beträgt, sich also nicht verändert, erhöht sich die Ampereleistung, d.h. die Stromstärke und somit die Leistungsfähigkeit der parallelgeschalteten Batterien.
Zubehör: 33, 3 Batterien

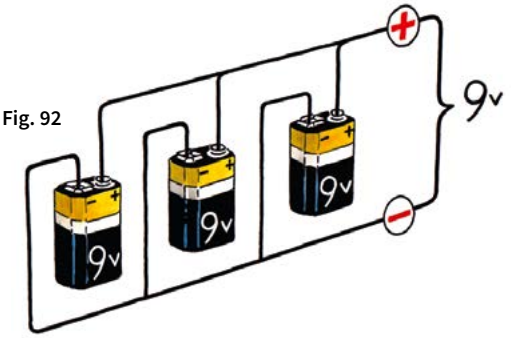


Fig. 92

93. DIE FORTPFLANZUNGSGESCHWINDIGKEIT ELEKTRISCHER SIGNALE.

Ein elektrisches Signal kann die Erde in einer Sekunde siebenmal umrunden. Das heißt, die Geschwindigkeit der Elektrizität beträgt 300,000 km pro Sekunde. Der in Bild 93 abgebildete Versuch ist in Wirklichkeit undurchführbar. Das Bild soll nur verdeutlichen wie schnell die Elektrizität ist.

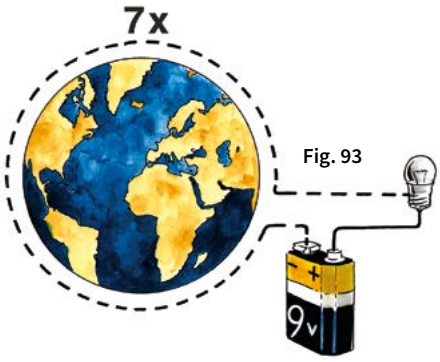


Fig. 93

94. PRÜFUNG DER LEITFÄHIGKEIT.

Aus den Teilen des Baukastens kann man eine Vorrichtung zur Prüfung der Leitfähigkeit verschiedener Stoffe herstellen (wie in Bild 94 gezeigt).

1. Grobprüfung: Der zu prüfende Gegenstand wird auf die Vorrichtung gelegt. Er sollte beide Platten berühren, weil sonst der Stromkreis nicht geschlossen ist. Wenn die Glühbirne aufleuchtet, ist der zu prüfende Gegenstand leitfähig. Man kann es mit einem Bleistift probieren, einem Stück Karton und dem Rheostat aus dem Baukasten. Bei keinem dieser Gegenstände leuchtet die Birne auf, das heißt also, daß sie Isolatoren sind. Ganz kann das jedoch nicht stimmen, denn im Versuch 18 haben wir gesehen, daß man ein geladenes Elektroskop mit einem Bleistift entladen kann. Wie läßt sich dieser Widerspruch erklären? Nun, hier ist die Spannung jetzt 9 V, aber beim Versuch 18 waren es viele hundert Volt. Ob Gegenstände leitfähig sind oder nicht, hängt nicht nur von seiner Zusammensetzung ab, sondern auch von der Spannung. Daher gibt es keine idealen Isolatoren oder ideale Leiter. Nur gute Isolatoren und gute Leiter. Gute Leiter sind z.B. Silber, Kupfer und Aluminium. Gute Isolatoren sind: Glas, Gummi, Porzellan, Polyäthylen und einige andere.

2. Nun ersetzt man die Glühbirne in der beschriebenen Versuchsanordnung durch das Galvanoskop. Bei der Prüfung der Leitfähigkeit des Rheostatdrahtes wird der Zeiger wieder ausschlagen, das bedeutet, daß der Konstantandraht des Rheostats zwar ein Leiter ist, aber kein so guter wie ein Kupferdraht.

3. Jetzt kann man noch die Leitfähigkeit einer Kartoffel prüfen. Ein größere Kartoffel halbieren und eine Hälfte auf die Metallplatte des Prüfgeräts legen. Wahrscheinlich geht die Lampe nicht an, aber der Galvanoskopzeiger schlägt aus und beweist, daß durch die Kartoffel Elektrizität fließt; je größer die Kontaktfläche und je größer der Druck, umso größer die Leitfähigkeit. Man sollte auf keinen Fall defekte elektische Drähte des Netzes oder auch des Telefonnetzes berühren.Ganz besonders gefährlich ist eine Berührung von Hochspannungsleitern mit nassen Händen oder wenn man nasse Dinge in der Hand hält (z.B. beim Drachensteigen).

Zubehör: 2 x 5, 2 x 6, 4 x 7, 8,14, 23, 24, 33, 35, eine Batterie und verschiedene Gegenstände

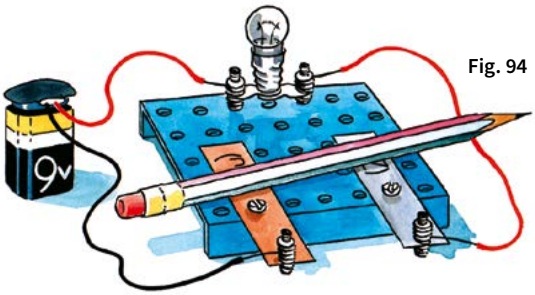


Fig. 94

95. WIDERSTAND EINES LEITERS.

1. Mit einer Glühbirne, einer Spule und einer Batterie einen geschlossenen Stromkreis herstelle (wie in Bild 95 gezeigt). Die Glühbirne leuchtet ganz schwach. Es liegt auf der Hand, daß durch den langen dünnen Draht der Spule weniger Strom fließt als durch den dickeren und kürzeren Verbindungsdraht. Wird die Spule aus dem Stromkreis genommen, leuchtet die Glühbirne wieder ganz stark. Der Leiter setzt dem Strom Widerstand entgegen. Den gleichen Versuch kann man nun mit der Spule des Galvanoskops und des Rotors durchführen.

2. Eine Glühbirne, eine Spule und eine Batterie zu einem geschlossenen Stromkreis zusammenschließen.

Die Glühbirne leuchtet sehr schwach, aber jetzt gibt es noch ein anderes Phänomen zu beobachten. Das Licht erlöscht, sobald der Stromkreis unterbrochen wird. Leuchtet die Glühbirne sofort wieder auf, wenn der Stromkreis geschlossen wird? Der Versuch zeigt, daß sie nicht sofort wieder aufleuchtet, es vergeht etwas Zeit zwischen dem Schließen des Stromkreises und dem Aufleuchten der Birne. Diese Verzögerung wird durch eine besondere Eigenschaft der Spule hervorgerufen, die nicht nur wegen der Länge ihres Drahtes dem Strom Widerstand entgegengesetzt, sondern auch weil er gewunden ist.

Beim Schließen des Stromkreises wird durch die Wicklungen der Spule ein sogenannter induzierter Strom erzeugt, der dem Stromfluß von der Batterie entgegenwirkt. Die Spule zeigt induktiven Widerstand, der Leiter selbst hat galvanischen Widerstand.

Zubehör: 4 x 7, 8, 11, 14, 33, 35, eine Batterie

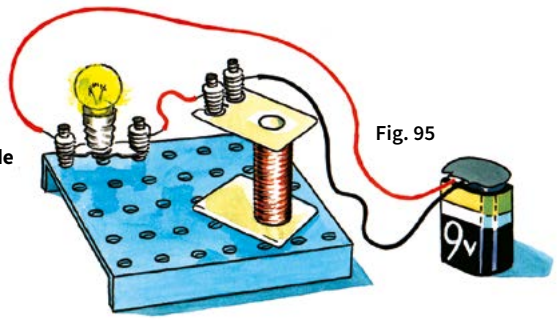


Fig. 95



Fig. 96

96. DER REGELWIDERSTAND ODER RHEOSTAT.

Der Baukasten enthält ein Gerät, das Widerstand oder Rheostat heißt. Es ist ein Kern aus Isoliermaterial, um das ein dicker Konstantandraht mit einem großen spezifischen elektrischen Widerstand gewickelt ist. Rheostat, Glühbirne und die Batterie zu einem geschlossenen Stromkreis zusammenschließen (wie in Bild 96 gezeigt). Bewegt man, den Schiebegriff auf dem Rheostat, leuchtet die Birne stärker oder schwächer, je nachdem, ob der Widerstand größer (länger) oder kleiner (kürzer) wird.

Zubehör: 2 x 5, 2 x 6, 3 x 7, 8, 14, 30, 33, 35, eine Batterie

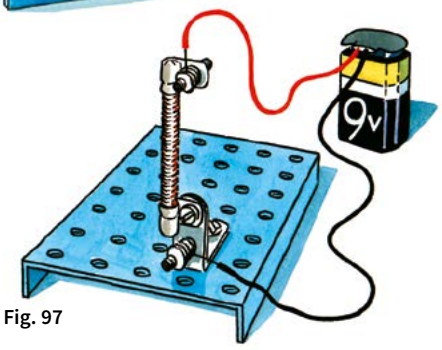


Fig. 97

97. DER ELEKTRISCHE HEIZWIDERSTAND.

Rheostat mit den Batteriepolen verbinden und so einen geschlossenen Stromkreis herstellen (siehe Bild 97).

Der Widerstandsdraht, durch den der elektrische Strom fließt, erhitzt sich. Wir haben Wärme erzeugt. Viele Haushaltsgeräte arbeiten nach dem gleichen Prinzip, z.B.:

Elektroherd, Bügeleisen, Boiler, Heizgeräte usw. In all diesen Fällen, wird elektrische Energie in Wärme umgewandelt.

Zubehör: 2 x 5, 2 x 6, 2 x 7, 8, 28, 30, 33, eine Batterie

98. ELEKTRISCHE ZÜNDUNG.

Zwei Nägel mit 1 cm Abstand in ein kleines Holzbrett schlagen und mit einem 0,1 mm dicken Eisendraht verbinden. Auf den Draht abgeriebene oder zerriebene Streichholzköpfe streuen und den Draht an die Batterie anschließen. Die Teilchen der Streichholzköpfe fangen Feuer, denn der Strom hat den Draht so stark erhitzt, daß der Phosphor sich entzündete. Mit dieser Methode werden in Bergwerken und Steinbrüchen Sprengladungen gezündet. Achtung: Das Experiment auf einer nicht entzündlichen Unterfläche durchführen.

Zubehör: 2 x 7, 33, ein Holzbrettchen, 2 Nägel, Eisendraht, eine Batterie

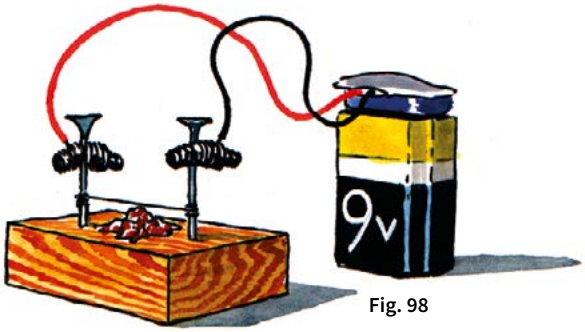


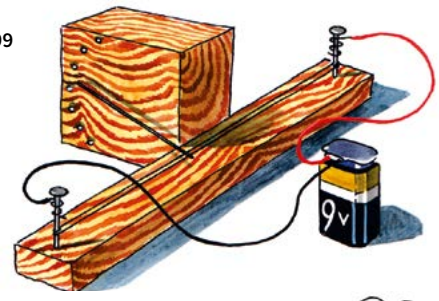
Fig. 98

99. AMPEREMETER (STROMMESSER) MIT HITZDRAHT.

Zwei starke Nägel in ein 20-25 cm langes und 3 cm breites Holzbrett schlagen. Dazwischen doppelt 0,2 mm dicken Konstantandraht spannen, daran - wie in Bild 99 gezeigt - einen Zeiger befestigen, der ein kleines Stäbchen aus Holz oder Papier ist. Wenn beide Drahtenden mit der Batterie verbunden werden, schlägt der Zeiger aus, weil der Strom den Draht erhitzt und er dadurch länger wird.

Zubehör: 33, 37, Holzbrettchen, 2 Nägel, ein Stäbchen, eine Batterie

Fig. 99

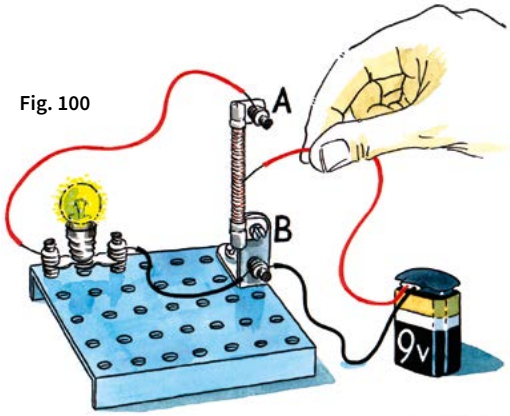


100. POTENTIOMETER.

Glühbirne, Resistor und die Batterie zu einem geschlossenen Stromkreis verbinden, wie in Bild 100 gezeigt. Hier übernimmt der Rheostat jetzt die Rolle des Potentiometers. Versuch: Das freie Ende des Anschlußdrahtes der Batterie berührt Punkt A des Potentiometers. Die Glühbirne leuchtet ganz hell. Dann den Kontaktpunkt langsam von Punkt A nach Punkt B verschieben. Die Leuchtkraft der Birne wird immer schwächer und sie erlischt schließlich ganz, wenn Punkt B erreicht ist. Die Spannung sinkt, weil der Strom durch den Rheostat fließen muß. Beim Punkt A ist die Glühbirne direkt mit der Batterie verbunden und erhält die volle Spannung von 9 V. Bewegt sich der Kontakt auf Punkt B zu, fällt die Spannung, weil der Widerstand zunimmt. Irgendwo auf halbem Wege zwischen A und B, beträgt die Spannung 4,5 V und bei Punkt B hört sie auf und die Lampe geht aus.

Zubehör: 5, 6, 4 x 7, 8, 14, 28, 30, 33, 35, eine Batterie

Fig. 100



101. DAS OHMSCHE GESETZ.

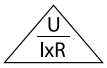
Drei 1,5 V Batterien in Reihe schalten, wie in Versuch 91 beschrieben. Diese Stromquelle dann mit der Glühbirne verbinden (Bild 101). Wird nur eine Zelle benutzt (1,5 V) leuchtet die Lampe nicht. Benutzt man zwei Zellen, steigt die Spannung auf 3 V (2 x 1,5 V) und die Lampe leuchtet schwach. Bei 3 Zellen, leuchtet sie schließlich stark, weil die Spannung höher ist (1,5 V x 3 = 4,5 V). Man kann dieses Experiment auf bis zu acht Batterien steigern (8 x 1,5 V = 12 V). Die Glühbirne verträgt eine Spannung bis zu 12 V. Daraus sieht man, daß die Stromstärke (gemessen in Ampere) bei steigender Spannung zunimmt. In Versuch 96 wurde gezeigt, daß der elektrische Strom umso stärker ist, je geringer der Widerstand und umgekehrt. Somit stehen Strom, Spannung und Widerstand in einer Beziehung miteinander, die im sogenannten Ohmschen Gesetz ausgedrückt ist. Das Gesetz lautet: Je größer die Spannung und je kleiner der Widerstand, umso stärker der Strom. Für Strom, Spannung und Widerstand hat man internationale Symbole eingeführt,

I steht für den Strom (gemessen in Ampere -A)
U steht für die Spannung (gemessen in Volt -V)
R steht für den Widerstand (gemessen in Ohm -Ω),
das ergibt die mathematische Formel: I = U/R

Das Ohmsche Gesetz kann man sich ganz leicht merken, wenn man sich das nachstehende Dreiecksdiagramm merkt.

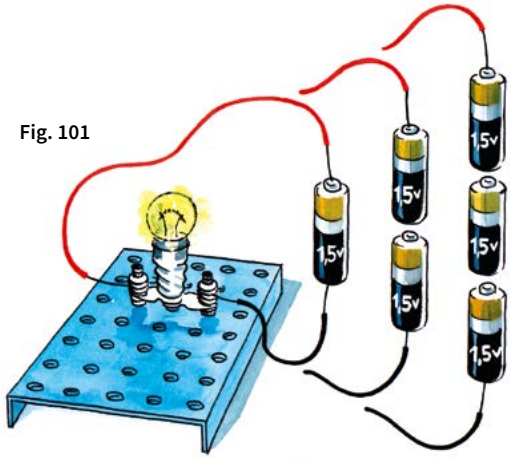
Wenn man eine der drei Größen bestimmen will, deckt man sie mit dem Finger ab und die übrigen geben dann an, was man rechnen muß, um das Gesuchte zu erhalten:

I = U/R
U = I x R
R = U/I



Pribor: 2 x 7, 8, 14, 33, 35, 3 baterije

Fig. 101

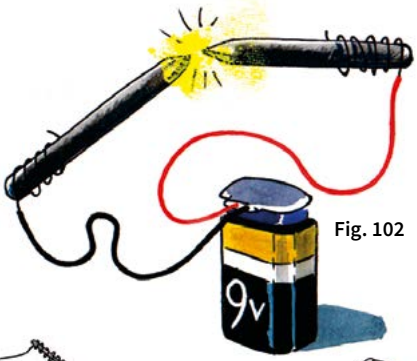


102. DER ELEKTRISCHE LICHTBOGEN.

Zwei Kohlestifte aus einer alten Batterie anspitzen und an die Taschenlampenbatterie anschließen (Bild 102). Dann die beiden Kohlestabspitzen miteinander in Berührung bringen und langsam wieder trennen. Dabei ist ein kleiner aber sehr heller elektrischer Lichtbogen zwischen den beiden Spitzen zu erkennen. Jetzt den Versuch mit zwei oder mehr Batterien unter Wasser nochmals durchführen. Dieser elektrische Lichtbogen wurde in den ersten Filmprojektoren als Lichtquelle benutzt, früher verwendete man ihn auch in zur Straßenbeleuchtung.

Zubehör: 33, zwei Kohlestäbe, eine Batterie

Fig. 102

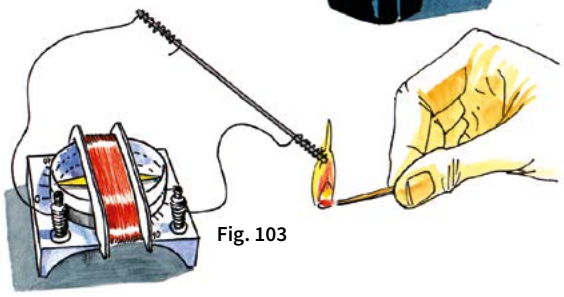


103. DAS THERMOELEMENT.

An beiden Enden eines 12-13 cm langen Eisendrahtes ein Stück 0,2 mm dicken Konstantandraht befestigen und dieses mit dem Galvanoskop verbinden (Bild 103). Sobald der Zeiger in Ruhestellung ist (der gelbe Zeiger zeigt auf Null), ein Streichholz entzünden und eine der beiden Verbindungs-stellen damit erhitzen. Der Galvanoskopzeiger schlägt aus. Diese Kombination von zwei ungleichen Metallen, heißt Thermoelement und wird überall in der Technik eingesetzt, vor allem wenn man hohe Temperaturen in Hüttenwerken oder im der Keramikindustrie messen will.

Zubehör: 1, 2 x 7, 9, 34, 37, Streichhölzer

Fig. 103

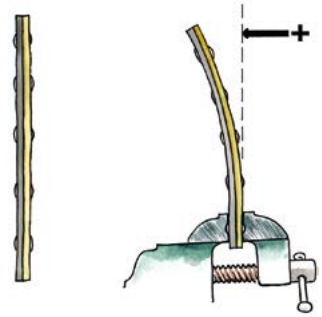


104. DER BIMETALLSTREIFEN.

Ein 10x1 cm großes Stück Eisenblech auf ein gleich großes Zink- oder Aluminiumblech legen und fest zusammennieten. Dann hält man diesen Bimetallstreifen (bi = zwei) an einem Ende mit einer Zange fest und erhitzt ihn. Durch die Wärmeeinwirkung biegt sich der Streifen, weil der Wärmeausdehnungskoeffizient von Zink größer ist als der von Eisen. Man verwendet Bimetallstreifen in Thermostaten. Ein Thermostat ist ein elektrisches Gerät, das den Stromkreis bei einer bestimmten Temperatur öffnen soll, es muß ihn aber auch wieder schließen, sobald die Temperatur gesunken (oder angestiegen) ist (Bild 104 rechts). So kann man die Temperatur des Kühlschranks, Elektroherdes, Boilers etc. konstant oder innerhalb bestimmter Grenzen halten.

Zubehör: Eisenblech, Zinkblech, Nieten

Fig. 104



105. MESSUNG DES WIDERSTANDES.

Der Widerstand wird mit der sogenannten Wheatstonischen Brücke gemessen (siehe Bild 105). Und so wird sie gebaut:
1. Im Abstand von 50 cm zwei Nägel in ein 60 cm langes und 8 cm breites Holzbrett schlagen. Die Nägel mit 0,2 mm Konstantandraht verbinden und dessen Enden mit dem Galvanoskop (gelber Zeiger zeigt auf Null)
2. Des weiteren gehören zur Wheatstonischen Brücke: Der Rheostat (Nr. 33 im Baukasten), der wie wir wissen einen Widerstand von 70 Ohm hat, eine Spule, deren Widerstand gemessen werden soll und eine Batterie. Diese Teile werden miteinander verbunden (Bild 105).
3. Den Rheostatdraht mit einem Kontakt von der Batterie berühren, der Galvanoskopzeiger schlägt aus. Aber er schlägt auch aus, wenn der Rheostatdraht irgendwo anders berührt wird. Lediglich eine Stelle bildet eine Ausnahme. Diese Stelle ist festzustellen und mit C zu markieren. Man könnte den Widerstandsdraht in zwei ungleich lange Teile zerlegen, die d1 und d2 heißen. Diese beiden Längen kann man messen, sie könnten z.B. d1 = 30 cm und d2 = 20 cm lauten. Der Widerstand der Spule läßt sich nun mit der folgenden Formel errechnen:

X = R x d1/d2 X = 70 x 30/20 X = 105 ohma

In diesem Fall beträgt der Widerstand der Spule 105 Ohm.
Eine ausführliche Erklärung dieser Formel, kann man in jedem Physikbuch nachlesen.
Zubehör: 1, 6 x 7, 11, 30, 33, 34, 37, eine Batterie, ein Holzbrett, zwei Näge

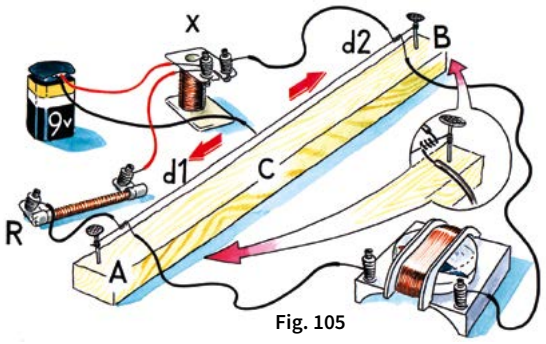


Fig. 105

106. DIE TEMPERATURABHÄNGIKEIT DES WIDERSTANDES EINES LEITUNGSDRAHTS.

1. Zwei kleine Nägel in ein Holzbrettchen schlagen und mit einem 0,1 mm dicken Eisendraht verbinden. Diesen Draht vorher wie eine Spirale wickeln. Die Spirale, die Glühbirne und die Batteriezu einem geschlossenen Stromkreis zusammenschließen (Bild 106). Sobald der Stromkreis geschlossen ist, leuchtet die Birne auf. Wenn die Spirale sich erwärmt, geht das Licht jedoch aus, was zeigt, daß der Widerstand des Eisendrahtes durch die hohe Temperatur gestiegen ist.
2. Den gleichen Versuch mit einer Spirale aus Konstantandraht gleicher Größe wiederholen. Trotz des Temperaturanstiegs verändert sich der Widerstand des Drahtes nicht.
Zubehör: 4 x 7, 14, 33, 35, ein Holzbrettchen, zwei Nägel, Eisendraht, eine Kerze, eine Batterie

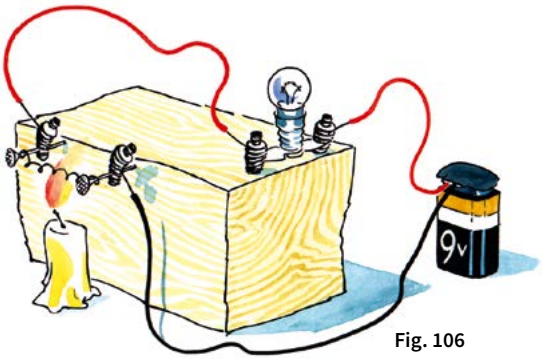


Fig. 106

ELEKTROMAGNETISMUS

107. DER ELEKTROMAGNET.

Den Eisenstab aus dem Baukasten ungefähr 20 bis 30 mal mit isoliertem Kupferdraht umwickeln. Um eine bessere elektrische Verbindung zu erhalten, die Isolation an den Enden des Kupferdrahts abkratzen. Die freien Enden des Drahtes an die Batterie anschließen und den Eisenstab in ein Häufchen Eisenspäne tauchen. Sobald der Stromkreis geschlossen ist, wird der Eisenstab magnetisch. Wenn der Stromkreis geöffnet wird, verliert der Stab die Magnetkraft. So wurde der Elektromagnet erfunden.
Achtung!
- Die Batterie ist kurzgeschlossen.
- Die Batterie nur kurze Zeit anschließen – nur solange, bis der Versuch verstanden wurde.
- Aufpassen, dass man sich nicht die Finger verbrennt.

Zubehör: 3, 2 x 7, 9, 33, 36, eine Batterie

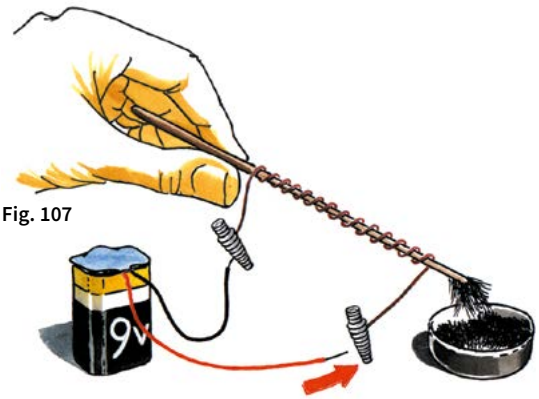
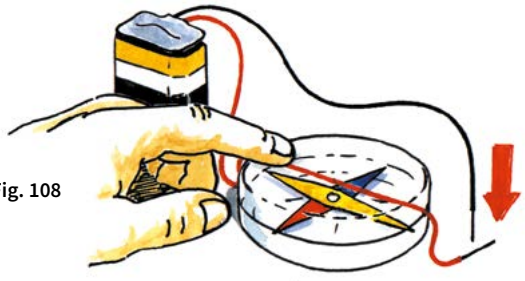


Fig. 107

108. OERSTEDTS ENTDECKUNG.

Wie so oft bei wichtigen Entdeckungen, wurde auch der Elektromagnet rein zufällig entdeckt. Der dänische Physiker Hans Christian Oersted bemerkte, daß eine Kompaßnadel ausschlug, als ein Draht unter Strom sich in der Nähe befand.
Wir wiederholen den Versuch wie folgt: Ein Stück Draht, dessen Enden mit der Batterie verbunden sind, über die Kompaßnadel halten. Sie schlägt aus und bleibt abgelenkt, solange der Stromkreis geschlossen ist. Sobald er geöffnet wird, geht die Kompaßnadel in ihre ursprüngliche Stellung zurück. Polt man die Drahtanschlüsse um, schlägt sie in die entgegengesetzte Richtung aus.
Achtung!
- Die Batterie ist kurzgeschlossen.
- Die Batterie nur kurze Zeit anschließen – nur solange, bis der Versuch verstanden wurde.
- Aufpassen, dass man sich nicht die Finger verbrennt.

Zubehör: 33, 34, eine Batterie


Fig. 108

109. DIE ADDITION MAGNETISCHER FELDER.

Isolierten Kupferdraht mehrfach um den Kompaß wickeln und nach jeder Wicklung einmal an die Batterie anschließen. Je mehr Wicklungen vorhanden sind, umso stärker schlägt die Kompaßnadel aus. Man sieht, daß sich um jede Wicklung ein magnetisches Feld bildet und sich diese Felder zum Magnetfeld der Spule addieren.
Auf diesem Prinzip basieren das Galvanoskop und alle anderen Elektromagneten.
Achtung!
- Die Batterie ist kurzgeschlossen.
- Die Batterie nur kurze Zeit anschließen – nur solange, bis der Versuch verstanden wurde.
- Aufpassen, dass man sich nicht die Finger verbrennt.

Zubehör: 2 x 7, 33, 34, 36, eine Batterie



Fig. 109

110. DAS MAGNETFELD UM EINEN STROMFÜHRENDEN LEITER.

1. Ein Stück Kupferdraht mitten durch einen etwas größeren Karton stechen (Bild 110). Beide Drahtenden an die Batterie anschließen, dann mit dem Kompaß das Magnetfeld des Leiters prüfen. Hierbei ist festzustellen, wie groß die Ausdehnung des magnetischen Feldes ist und wie stark es ist. Bei diesem Versuch wird der Stromkreis ständig geöffnet und geschlossen, wobei man die verschiedenen Stellungen der Kompaßnadel sorgfältig beobachten muß.
2. Man kann das Magnetfeld auch dadurch nachweisen, daß man Eisenspäne um den Draht streut. Wen man den Karton leicht antippt, formieren sich die Späne in konzentrischen Kreisen. Für diesen Versuch braucht man jedoch mehr als eine Batterie.
Achtung!
- Die Batterie ist kurzgeschlossen.
- Die Batterie nur kurze Zeit anschließen – nur solange, bis der Versuch verstanden wurde.
- Aufpassen, dass man sich nicht die Finger verbrennt.

Zubehör: 3, 34, 36, Karton, eine Batterie

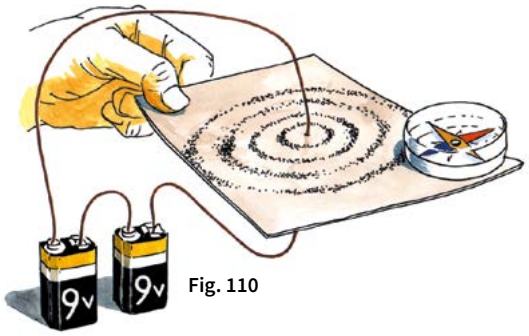


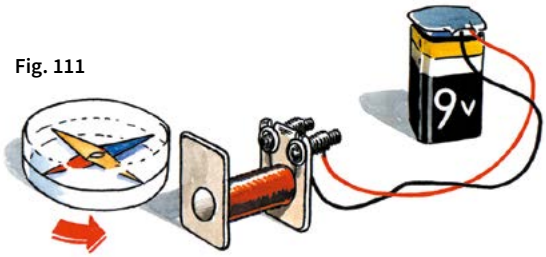
Fig. 110

111. DIE SPULE ALS MAGNET.

Im Baukasten ist eine Spule mit 1000 Wicklungen aus isoliertem Kupferdraht enthalten. Diese Spule ca. 2 cm vom Kompaß plazieren und den Strom von der Batterie durch ihre Wicklung fließen lassen, wie in Bild 111. Sobald der Stromkreis geschlossen ist, schlägt die Kompaßnadel aus und bleibt in dieser Stellung, solange der Strom durch die Spule fließt. Wird der Stromkreis geöffnet, geht die Kompaßnadel in die Ausgangsstellung zurück.

Zubehör: 2 x 7, 11, 33, 34, Batterie

Fig. 111

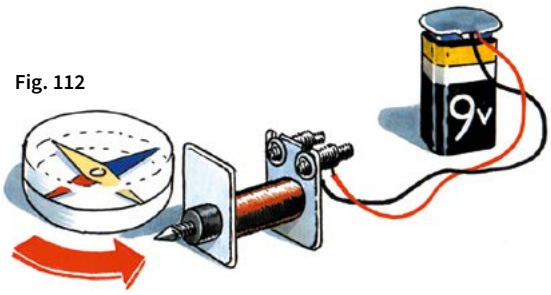


112. DIE SPULE MIT EISENKERN.

Den vorstehenden Versuch wiederholen und die Ablenkung der Kompaßnadel im Kopf behalten. Dann den Stromkreis öffnen und einen Eisenstab (keinen Magneten) aus dem Baukasten in die Spule einführen. Nachdem der Stromkreis geschlossen ist, wird die Kompaßnadel viel stärker ausschlagen als vorher, denn durch den Eisenkern ist die Magnetkraft der Spule stark gestiegen.

Zubehör: 2 x 7, 11, 16, 33, 34, Batterie

Fig. 112



113. DER ELEKTROSTABMAGNET.

Den Eisenkern auf dem Kunststoffsockel befestigen, die Spule daraufsetzen und mit der Batterie verbinden. Dadurch entsteht ein stabförmiger Elektromagnet (Bild 113). Dieser Versuch beweist, daß ein Elektromagnet entsteht, sobald der Stromkreis geschlossen wird, wird er geöffnet, geht die Magnetkraft verloren und nur ein ganz kleiner Rest bleibt zurück.

Zubehör: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 33, 34, Batterie

Fig. 113

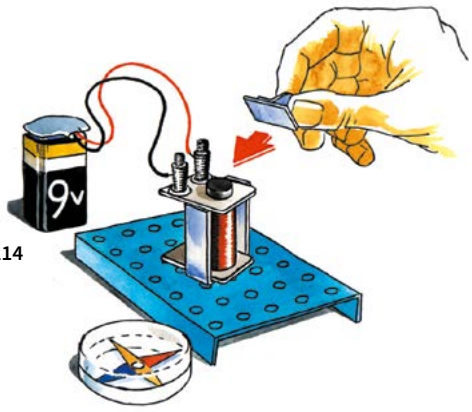


114. DER ELEKTRO-U-MAGNET.

Den auch zuvor schon benutzten Eisenkern auf dem Kunststoffsockel befestigen (Bild 114). Er soll die an die Batterie angeschlossene Spule tragen. Durch das Schließen des Stromkreises ergibt sich ein sehr starker Elektromagnet, der noch stärker ist, als der im vorherigen Versuch, obwohl die gleiche Batterie und die gleiche Spule verwendet wurden. Beim vorherigen Versuch konnten Magnet und Unterlage mit einem Anker nicht gehoben werden, jetzt können sogar noch schwerere Lasten gehoben werden. Warum ist der Elektromagnet jetzt stärker?

Zubehör: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 17, 33, 34, Batterie

Fig. 114



115. DER ELEKTRISCHE HUBMAGNET.

Mit den Teilen aus dem Baukasten kann man einen kleinen elektrischen Hubmagneten bauen. Den Elektro-U-Magneten aus dem vorherigen Versuch mit der Batterie verbinden (Bild 115). Dann den Magneten in eine Schachtel mit Schrauben tauchen. Man kann diese mit dem Magneten an einen anderen Platz befördern. Sobald der Stromkreis geöffnet wird, fällt die Last herunter.

Zubehör: 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 33, Eisenteile, Batterie

116. DER SCHÜSSELFÖRMIGE ELEKTROMAGNET.

Der Versuch kann nur in einer Mechanikerwerkstatt ausgeführt werden. In ein 30 mm dickes Rundeisen von 60 mm Durchmesser, wird von der einen Seite aus zentrisch eine 9 mm breite und 30 mm tiefe Ringung eingedreht. In diese Nut werden 1000 Windungen 0,3 mm starker isolierter Kupferdraht gewickelt. Die Enden des Drahtes durch isolierte Bohrungen im Magnetmantel zur Batterie führen. Auch ein entsprechender Anker wird aus 10 mm starkem Rundeisen hergestellt. Obwohl dieser Elektromagnet nur an eine Batterie angeschlossen ist, kann er bis zu 15 dgr schwere Lasten tragen. Ähnliche Magneten werden in elektrischen Hebevorrichtungen eingesetzt, die bis zu 10 oder 20 Tonnen oder noch mehr heben können.

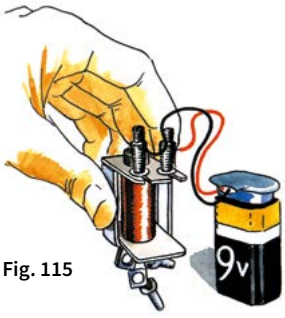


Fig. 115

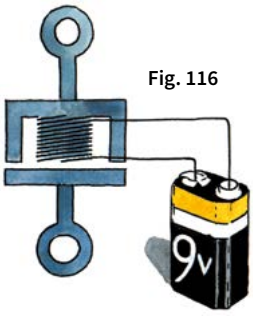


Fig. 116

117. BESTIMMUNG DES STÄRKEREN MAGNETEN.

Der Baukasten enthält zwei Magnete: Einen permanenten Magneten aus Al-Ni-Co-Legierung und den Elektromagneten aus den vorherigen Versuchen. Welcher ist stärker? Das ist durch Wiederholung des Versuches 48-b festzustellen, mit dem die Stärke eines permanenten Magneten geprüft wurde. Bild 117 links zeigt das Prüfgerät. In die Kartonschale soviele Gegenstände legen wie der Magnet tragen kann. Läßt man die gleichen Gegenstände vom Elektromagneten tragen (Bild 117 rechts), stellt man fest, daß dieser erheblich stärker ist als der permanente Magnet.

Zubehör: 6, 2 x 7, 10, 11, 16, 17, 18, 33, Karton, Faden, Batterie

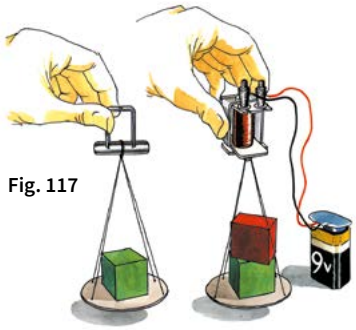


Fig. 117

118. DAS ELEKTROMAGNETISCHE SPEKTRUM.

1. In die Mitte eines postkartengroßen Kartons ein Rechteck von 30 x 22 mm schneiden. Durch dieses Loch die Spule aus dem Baukasten halb hindurchstecken. Die Spule an die Batterie anschließen und einige Eisenspäne auf den Karton streuen. Das entstehende elektromagnetische Spektrum mit dem des permanenten Magneten aus Versuch 40 vergleichen.
2. Den gleichen Versuch wiederholen und dabei den Eisenkern in die Spule stecken.

Zubehör: 3, 2 x 7, 11, 16, 33, Karton, Batterie

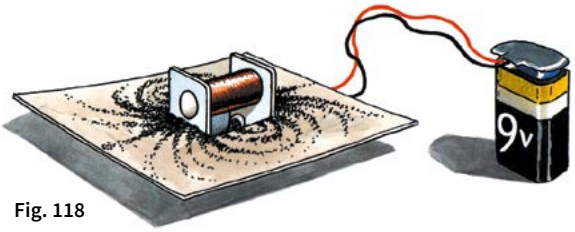


Fig. 118

119. DIE SPULE MIT DEM NAGEL.

Die Spule aus dem Baukasten an die Batterie anschließen (Bild 119) und einen mittelgroßen Nagel in die Spulenbohrung stecken. Wenn der Magnet angehoben wird, fällt der Nagel nicht heraus. Hier wirken zwei Kräfte auf den Nagel ein: Zum einen die Schwerkraft und zum anderen die Magnetkraft, die hier anscheinend stärker ist.

Zubehör: 2 x 7, 11, 33, ein Nagel, Batterie

120. DIE SPULE MIT ZWEI NÄGELN.

Die Spule auf den Kunststoffsockel setzen, zwei Nägel ohne Köpfe in die mittlere Bohrung stecken und die Spule an die Batterie anschließen. Wird der Stromkreis abwechselnd geschlossen und geöffnet, ist zu beobachten, wie sich die beiden Nägel bewegen. Bei geöffnetem Stromkreis gehen sie in die Stellung wie in Bild 120 a; sobald der Stromkreis geschlossen wird, bewegen sie sich auseinander wie in Bild 120 b. Das liegt daran, daß sie magnetisiert werden, aber da sie die gleichen Pole an der gleichen Seite haben, stoßen sie einander ab.

Zubehör: 5, 6, 4 x 7, 8, 11, 24, 28, 33, 2 Nägel, Batterie

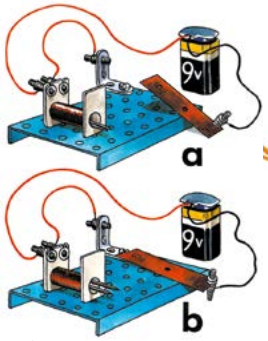


Fig. 120



Fig. 119

121. DAS WEICHEISENAMPERMETER.

Einen Nagel in die Spulenbohrung stecken und mit Faden oder Gummi, so wie in Bild 121 gezeigt, festbinden. Außerdem einen Zeiger hineinstecken, der aus zwei Stück Eisenblech (von einer alten Konservendose) gemacht ist. Die Blechstücke sollen 40 x 5 mm und 60 x 2 mm groß und 0,2 - 0,4 mm dick sein und wie in Bild 121 zusammengebunden werden. Das dünnere Blechstück etwas nach links drehen. Wird die Spule an die Batterie angeschlossen, werden Nagel und Zeiger gleichnamig magneti-siert und stoßen sich deswegen ab. Mit einem echten Amperemeter kann man das selbstgebaute eichen und mit einer Skala versehen.

Zubehör: 2 x 7, 11, 33, zwei Stück Eisenblech, ein Stück Holz, ein Nagel, ein Gummi, eine Batterie

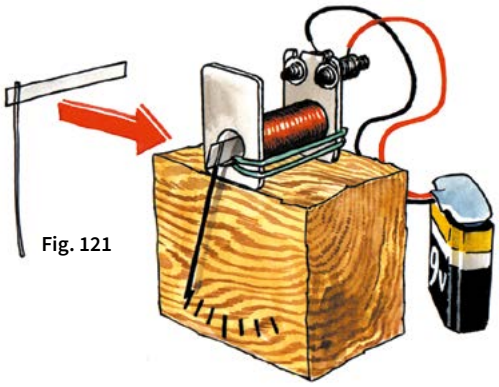


Fig. 121

122. NOCH EIN ANDERER TYP EINES AMPEREMETERS.

Zirka 20 Wicklungen Konstantandraht um einen Eisenstab wickeln und an die dadurch entstandene Feder einen Eisenkern hängen. Diesen Kern teilweise in die Spule (Bild 122) hineinstecken. Wenn die Spule an die Batterie angeschlossen ist, zieht sie den Eisenkern an. Je stärker der Strom, umso tiefer sinkt er ins Spuleninnere. Wenn man dieses Gerät mit einem Zeiger und einer Meßskala ausstattet, kann man damit auch messen, wie stark die Anziehung des Elektromagneten bzw. wie stark der Strom ist.

Zubehör: 3 x 5, 3 x 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 2 x 20, 28, 33, 37, Batterie

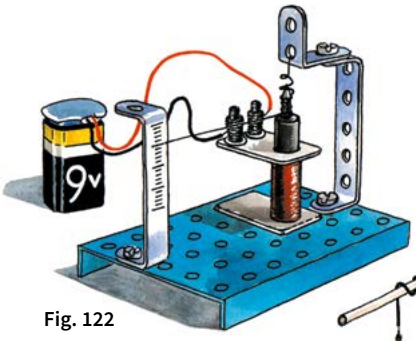


Fig. 122

123. DAS DREHSPULENINSTRUMENT.

Eine Schelle senkrecht auf dem Kunststoffsockel befestigen und auf dieser waagerecht eine zweite Schelle. An einem Ende der waagerechten Schelle den Eisenkern anbringen und an der anderen einen Magneten. Diese Anordnung ist eigentlich ein Hufeisenmagnet mit einem sehr starken magnetischen Feld zwischen den Schenkeln. In dieses Feld nun eine Spule aus 0,16 mm dickem isolierten Kupferdraht bringen. Die Spule sollte aus 10 bis 12 Wicklungen bestehen und 10 mm Durchmesser haben. Sie wird so, wie in Bild 123 links gezeigt, aufgehängt. Sie hängt an einem Haken aus blankem Kupferdraht, dessen eines Ende über den Papierständer (Herstellung siehe Versuch 20) zum positiven Batteriepol führt, das andere über den Sockel zum negativen Pol. Um eine bessere elektrische Verbindung zu erhalten, die Isolation an den Enden des Kupferdrahts abkratzen. Sobald der Stromkreis geschlossen ist, dreht sich die Spule entweder nach rechts oder nach links, je nachdem, in welche Richtung der Strom dreht. Alle präzisen elektrischen Meßgeräte arbeiten nach diesem Prinzip. Die Drehung der Spule wird im nächsten Versuch erklärt.

Zubehör: (20), 2 x 5, 3 x 6, 10, 16, 2 x 29, 33, 36, ein Ständer, Batterie

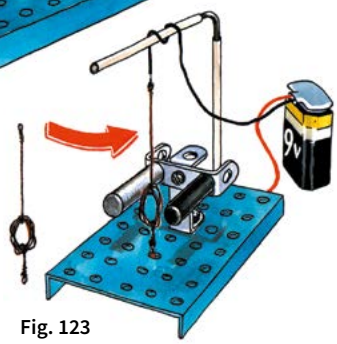


Fig. 123

124. DER LEITER IM MAGNETFELD.

Eine Schelle senkrecht auf dem Kunststoffsockel befestigen und daran den Eisenkern und den Magneten festmachen. Außerdem braucht man ein 10 cm langes Stück Kupferdraht und das Gestell aus Versuch 20, daran wird der Gewindebolzen wie schon zuvor beschrieben gehängt und in das magnetische Feld des Hufeisenmagneten gehalten. Sobald der Stromkreis geschlossen wird, dreht sich die Schraube entweder nach links oder nach rechts, je nach Drehrichtung des Stromes. Diese Drehung entsteht, weil die beiden magnetischen Felder aufeinander reagieren: Das starke Feld zwischen den beiden Schenkeln des Magneten und das andere, das um den Leiter herum entsteht, sobald der Stromkreis geschlossen wird. Bekanntlich ziehen sich Magnetfelder entweder an oder stoßen sich ab, je nachdem, ob sie gleichnamig oder ungleichnamig sind. Dieser Versuch ist sehr wichtig, um zu verstehen wie ein Elektromotor funktioniert.

Zubehör: (20), 5, 2 x 6, 10, 12, 16, 29, 33, 36, Batterie

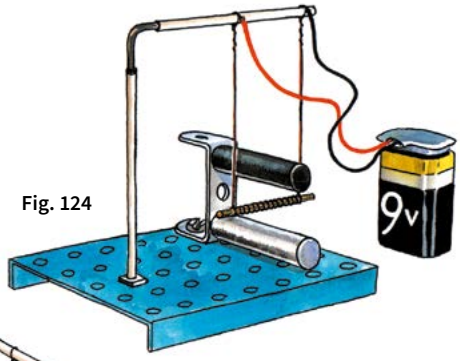


Fig. 124

125. BLOCKIERUNG DER WIRKUNG EINES ELEKTROMAGNETEN.

Den Elektromagneten auf dem Kunststoffsockel befestigen und ca. 1 cm von ihm entfernt die Schelle (38 x 12 mm) mit einem Baumwollfaden am Ständer aus Versuch 20 aufhängen. Bei geschlossenem Stromkreis zieht der Magnet die Schelle an. Wenn allerdings verschiedene Materialien wie z.B. Kupferblech, Zinkblech, Karton, Glas, Eisenblech u.ä. zwischen den Magneten und die Schelle gehalten werden, läßt sich feststellen, welche das magnetische Feld nicht beeinflussen und welche es blockieren.

Zubehör: (20), 5, 2 x 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 28, 29, 33, Baumwollfaden, Batterie

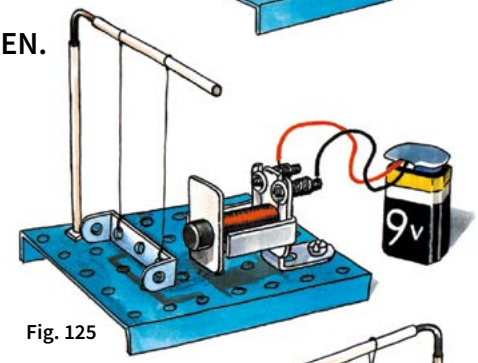


Fig. 125

126. ELEKTRISCHES BREMSEN.

Den Ständer aus Versuch 20 auf den Kunststoffsockel montieren und daran mit einem Baumwollfaden die Glocke (mit der Öffnung nach unten) anhängen. Den Elektromagneten darunter plazieren. Die Glocke am Rand mit einem Strich markieren. Solange der Stromkreis nicht geschlossen ist, die Glocke dreimal drehen. Dann loslassen und zählen, wie oft sie sich dreht, bis sie wieder geradehängt. Sobald sie wieder ruhig hängt, den Stromkreis schließen und den gleichen Versuch wiederholen. Hierbei stellt man fest, daß der Elektromagnet die Glocke abbremst. Dieses Prinzip ist in der Technik sehr wichtig.

Zubehör: (20), 6, 2 x 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 33, Baumwollfaden, Batterie

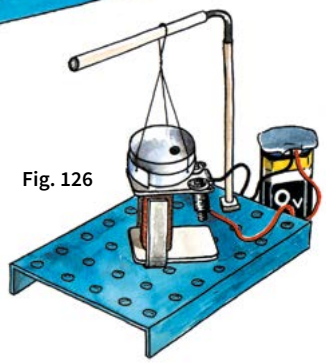


Fig. 126

DIE ANWENDUNG DES ELEKTROMAGNETEN IN DER TECHNIK

127. DER MORSETELEGRAPH.

Einen Elektromagneten bestehend aus Spule, Eisenkern und Kernmantel auf dem Kunststoffsockel befestigen. Als nächstes die Konstruktion (K) bauen und in der Nähe des Magneten aufstellen. Sie besteht aus einer 60 x 12 mm Schelle, die waagerecht an einer senkrechten Schelle angebracht ist. Rechts wird ein 25 x 25 mm Winkel angebracht, in dem ein dünner Bleistift steckt. Einen Schalter, der aus einer Kupferplatte, einem 25 x 25 mm Winkel und einer Sprungfeder besteht, an der Plastikplatte befestigen (siehe Bild 127). Schließt man diesen Telegraphen nun an die Batterie an und dann den Stromkreis, zieht der Elektromagnet diese Ankerkonstruktion an. Sobald der Stromkreis unterbrochen wird, geht der Anker wieder in die Ausgangsposition zurück. Beim richtigen Telegraphen schreibt der Bleistift Punkte und Striche auf einem unter ihm vorbeilaufenden Papierstreifen. Je nachdem, wie lange der Stromkreis jeweils geschlossen ist, entstehen diese Punkte und Striche, die das Morsealphabet darstellen (Versuch 85).

Zubehör: 5 x 5, 6 x 6, 6 x 7, 8, 11, 16, 17, 20, 24, 2 x 28, 29, 33, Batterie, Bleistift, Papier

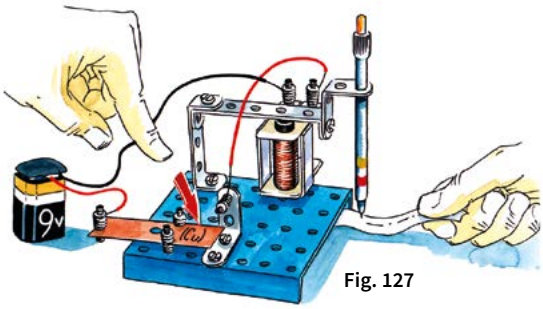


Fig. 127

128. DER MORSESCHLÜSSEL.

Um zwei Telegraphen abwechselnd an- und auszuschalten erfand Morse einen besonderen Schalter. Diesen können wir nachbauen. Man braucht dazu eine Kupferplatte, zwei 25 x 25 mm Winkel und eine Sprungfeder, die am Rand des Kunststoffsockels befestigt werden. Die zwei Winkel mit ihrem Schrauben bilden den linken und den rechten Kontakt (siehe Bild 128). Der Morseschlüssel hat drei Zuleitungen, wobei die mittlere für beide Kontakte die gemeinsame Zuleitung darstellt. Legt man den Hebel zur einen oder anderen Seite um, fließt der Strom durch den rechten oder linken Kontakt. Am besten kann man den Morseschlüssel verstehen, wenn man zwei Telegraphen miteinander verbindet.

Zubehör: 7 x 5, 8 x 6, 7 x 7, 8, 11, 16, 17, 20, 23, 3 x 28, 29, 33, Batterie

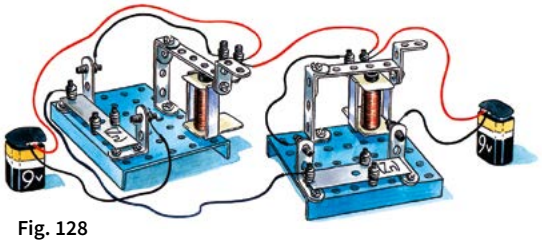


Fig. 128

129. SCHALTPLÄINE.

Bild 129 ist ein Schaltplan für zwei Morsetelegraphen und zwei Schlüssel. Die Buchstaben bedeuten folgendes:

T = Morsetelegraph B = Batterie K = Morseschlüssel Z = Erde

Auf diese Art und Weise könnte man z.B. zwei Bahnhöfe verbinden. Im Eisenbahnverkehr setzte man Morsetelegraphen ein. Wenn man zwei Baukästen besitzt, kann man die Apparatur laut Schaltplan nachbauen. Stellt man die beiden Telegraphen dann in verschiedenen Räumen auf und verbindet sie mit Drähten, kann man telegraphieren. Bei der Eisenbahn braucht man nur einen Draht, der andere wird durch die Erde dargestellt. Der Kontakt wird mit der zwei eingegrabenen Metallplatten hergestellt.

Zubehör: 2 Morsetelegraphen, 2 Morseschlüssel, 2 Batterien

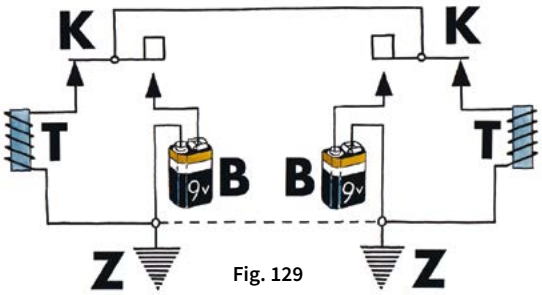


Fig. 129

130. DER WAGNERSCHE HAMMER.

Der Physiker Wagner erfand ein elektrisches Gerät, das selbsttätig den Strom ein- und abschaltet. Man nennt es den Wagnerschen Hammer und setzt es in der Technik häufig ein. So wird er gebaut:
Mit dem Winkel von 25 x 25 mm wird der Elektromagnet am Kunststoffsockel befestigt. Ca. 2-3 mm vom Elektromagneten entfernt bringt man den Klingelanker mit dem anderen Winkel an. Der Strom soll von der Batterie durch den Leitungsdraht, der noch in der Hand gehalten wird, zum Winkel fließen, dann über den Verbindungsdraht zur Spule und zurück zur Batterie.
Sobald der Stromkreis geschlossen wird, beginnt der Klingelanker zu vibrieren. Er öffnet und schließt so abwechselnd den Stromkreis. Wird der Anker vom Elektromagneten angezogen, wird der Strom unterbrochen, da sich der Anker vom Kontakt entfernt hat. Dann wirkt der Elektromagnet nicht mehr. Von der Feder getrieben, geht der Anker wieder in seine Ausgangsposition zurück, wodurch der Stromkreis wieder geschlossen wird. Dieser Ablauf wiederholt sich dauernd.
Zubehör: 4 x 5, 5 x 6, 3 x 7, 8, 11, 16, 17, 2 x 28, 31, 33, Batterie

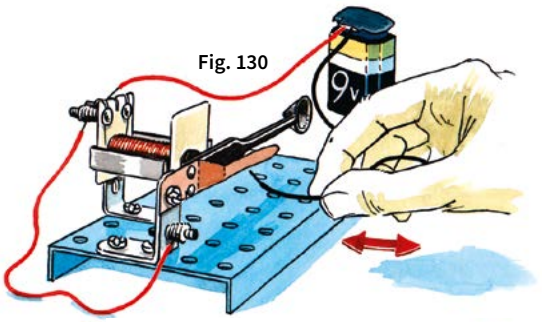


Fig. 130

131. DIE ELEKTRISCHE KLINGEL.

Wenn man schon einen Wagnerschen Hammer gebaut hat, ist es ganz leicht, auch eine elektrische Klingel zu bauen. Man braucht zusätzlich noch die Einstellschraube und die Glocke selbst. Wie in Bild 131 gezeigt, ist die Einstellschraube ein Winkel, in der die Schraube und zwei Muttern sitzen. Die Glocke wird am Sockel mit dem Gewindebolzen und den Muttern angebracht. Die Anschlüsse sind in Bild 131 gezeigt.
Zubehör: 5 x 5, 12 x 6, 4 x 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 25, 3 x 28, 31, 33, Batterie

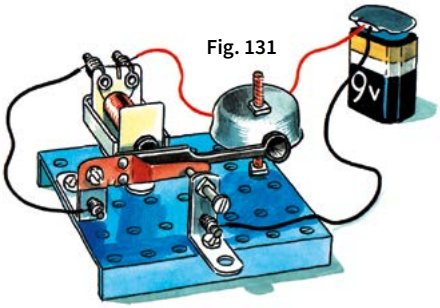


Fig. 131

132. DIE ELEKTRISCHE KLINGEL ERSETZT DEN PFÖRTNER.

Bild 132 zeigt den Schaltplan für die Verbindung von elektrischer Klingel, Batterie und Klingelknopf. Die Glocke und die Batterie sind in der Wohnung angebracht und der Klingelknopf am Eingang. Ein Besucher drückt dort auf den Knopf, dadurch wird der Stromkreis geschlossen und die Klingel ertönt. Benutzt man einen weiteren Elektromagneten, kann man gleichzeitig die Tür öffnen.
Zubehör: eine elektrische Klingel, Batterie, Druckschaltknopf, Verbindungsdrähte

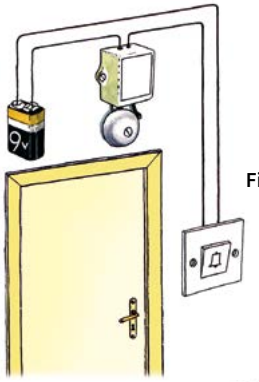


Fig. 132

133. DIE KLINGEL MIT MEHREREN KLINGELKNÖPFEN.

In bestimmten Einrichtungen wie Krankenhäusern, Hotels, Eisenbahnwagen usw., muß man Personen wie die Krankenschwester oder den Zimmerservice von verschiedenen Stellen aus rufen können. Bild 133 ist der Schaltplan für die Verbindung von Glocke, Batterie und mehreren Klingelknöpfen. Nehmen wir einmal das Beispiel eines Schlafwagens. Im Gang des Schlafwagens gibt es über jeder Abteiltür ein rotes Signalschild. Wenn die Klingel läutet, klappt es herunter und der Schaffner weiß, welcher Fahrgast ihn ruft. Auch in Krankenhäusern und Hotels gibt es solche Signaltafeln, die ebenfalls elektromagnetisch betätigt werden.

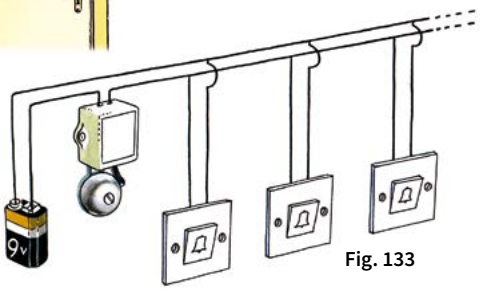


Fig. 133

134. EINE SIGNALANLAGE.

Aus sehr dünnem Dosenblech einen Schalter wie in Bild 134 gezeigt herstellen. Jedes Blechteil muß 10 mm breit und 60 mm lang sein. Diesen Schalter über der Tür so anbringen, daß sich zwei Blechteile berühren, wenn die Tür geöffnet ist, bei geschlossener Tür aber nicht. Verbindet man diesen Schalter dann mit der Batterie und der elektrischen Klingel, hat man eine Signalanlage, die anzeigt, wenn die Tür oder ein Fenster geöffnet wird. Solche Einrichtungen benutzt man als Sicherungsanlagen in Lagerhäusern, Geschäften und Wohnungen.
Zubehör: Dosenblech, elektrische Klingel, Lötdraht, Verbindungsdrähte

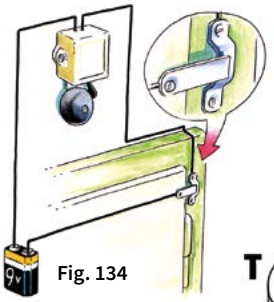


Fig. 134

135. EINE ELEKTRISCHE FÜLLSTANDSANZEIGE.

Der Wasserstand oder der Stand einer anderen Flüssigkeit im Tank einer Fabrik oder eines Labors sollte einen bestimmten Punkt nie unter- oder überschreiten. Diese Stellen kann man wie in Bild 135 gezeigt, elektrisch sichern. Auf der Flüssigkeit schwimmt ein Schwimmer, der mit dem Wasserstand steigt und fällt. Erreicht er den entscheidenden oberen Punkt, wird Kontakt A geschlossen und eine elektrische Klingel ertönt als Warnsignal. Fällt der Wasser-stand jedoch unter die untere Grenze, wird der Stromkreis durch Kontakt B geschlossen und der Alarm ausgelöst.
Man kann den Flüssigkeitspegel auch ganz automatisch regulieren, indem die genannten Kontakte einen Zufluß bzw. Abfluß der Flüssigkeit auslösen.
Die Abkürzungen bedeuten: **P = Schwimmer, T = Rad, U = Gewicht**

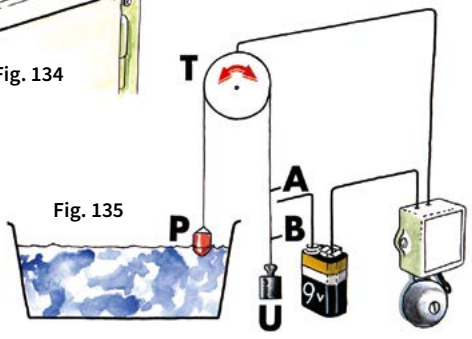


Fig. 135

136. PHYSIOLOGISCHE WIRKUNGEN DES ELEKTRISCHEN STROMES.

Elektrischer Strom wirkt auf den eigenen Körper. Dazu einige Versuche:
1. Nimm eine Kupferplatte in die linke und eine Zinkplatte in die rechte Hand und berühre die beiden Batteriepole (Bild 136 links). Obwohl anzunehmen ist, daß der elektrische Strom durch den Körper fließt, fühlt man es beim Berühren der Batteriepole nicht.
2. Verbinde die Metallplatten mit der Spule, in der sich der Eisenkern befindet (Bild 136 rechts). Mit den Platten in der Hand wird der Strom eingeschaltet und wieder unterbrochen. Wie zuvor fühlt man beim Schließen des Stromkreises nichts; ganz im Gegenteil, man spürt erst einen starken Stromschlag, wenn der Stromkreis wieder geöffnet wird.

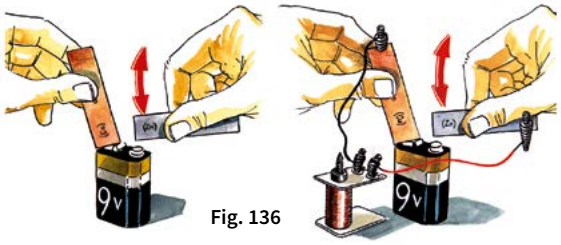


Fig. 136

Diese Stromschläge kommen aus der Spule, wenn der Stromkreis geöffnet wird. Zur Erklärung dieser Erscheinung, sollte Versuch 95 wiederholt werden. Dort ging es um den induktiven Widerstand der Spule. Steht die Spule unter Strom, baut sich ein magnetisches Feld um sie auf, wird der Stromkreis unterbrochen, wird dieses magnetische Feld zerstört und induziert in der Spule kurzzeitig einen derart starken Strom, daß wir ihn als Schlag empfinden.
Zubehör: 4 x 7, 11, 16, 23, 24, 33, Batterie

137. DER INDUKTIONSAPPARAT.

Von der elektrischen Klingel zum Induktionsapparat (Selbstinduktionsapparat) ist es nur ein kleiner Schritt. Während die Klingel läutet wird sie an zwei Metallplatten angeschlossen: die erste wird mit der Einstellschraube befestigt und die zweite mit dem Winkel, der den Anker trägt (Bild 137). Mit trockenen Händen spürt man nur einen schwachen Strom, sind sie aber naß, einen starken.
Anscheinend ist die Spannung des Stromes, den man jetzt spürt, stärker als die der Taschenlampenbatterie.
Zubehör: (131), 23, 24, 33

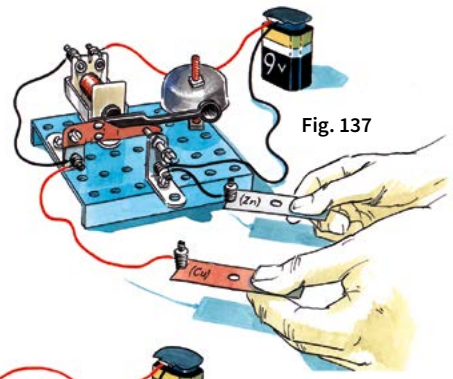


Fig. 137

138. ELEKTRISIERUNG DURCH WASSER.

Eine Metallplatte aus dem vorstehenden Versuch und eine Münze in eine Schüssel mit Wasser legen. Während die Klingel läutet, mit der rechten Hand die andere Metallplatte festhalten und mit der linken versuchen, die Münze aus dem Wasser zu holen. Beim Berühren des Wassers spürt man einen starken Schlag und kann die Münze nicht herausholen, weil sich die Hand verkrampft. Es ist immer sehr gefährlich elektrische Einrichtungen mit nassen Händen zu berühren!
Zubehör: (137), eine Schüssel mit Wasser, eine Münze

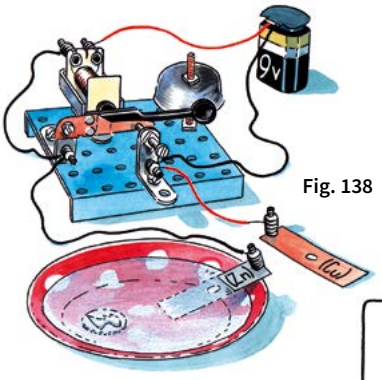


Fig. 138

139. DIE ERDE ALS LEITER.

Die Elektrode aus dem vorstehenden Versuch in feuchte Erde stecken und barfuß daraufstellen. Die andere Elektrode in die Hand nehmen, man stellt fest, daß die feuchte Erde ein sehr guter elektrischer Leiter ist. Bild 139 ist nur ein Ausschnitt des Versuchsaufbaus.
Zubehör: (137)

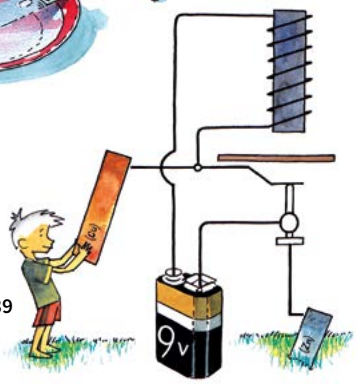


Fig. 139

140. DAS RELAIS.

Ein Relais ist ein Gerät, mit dem ein Stromkreis mit starkem Strom indirekt durch einen schwächeren Strom geöffnet und unterbrochen werden kann. Es gibt zwei Arten von Relais: Zum Öffnen und zum Schließen. Beide können mit dem Baukasten gebaut werden. Bild 140 zeigt den Schaltplan für ein Einschaltrelais. Im ersten Stromkreis befinden sich der Elektromagnet und die Batterie 1. Sobald der Stromkreis geschlossen wird, zieht der Elektromagnet den kleinen Anker an, der dann wiederum einen anderen Stromkreis schließt, zu dem Batterie 2, eine Glühbirne und ein Anker gehören. Dadurch leuchtet die Glühbirne auf. Das Einschaltrelais läßt sich ganz einfach zu einem Ausschaltrelais umbauen.
Zubehör: 3 x 5, 3 x 6, 6 x 7, 8, 11, 14, 16, 2 x 29, 31, 33, 35, 2 Batterien

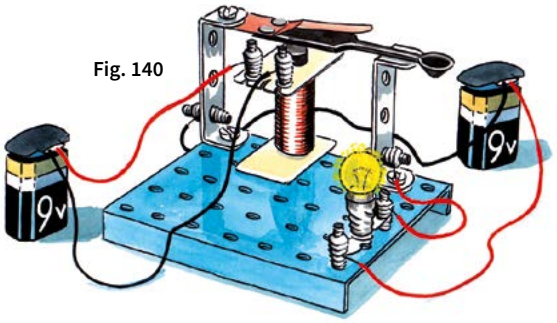
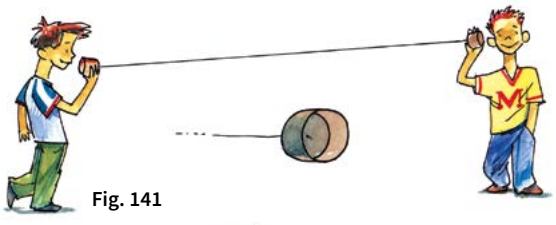


Fig. 140

141. DAS HIRTENTELEFON.

Die Leute, die früher die Kühe hüteten, haben sich ein ganz besonderes Telefon einfallen lassen, das die meisten schon einmal im Kindergarten gebaut haben. Es besteht aus zwei Kartonzylindern, die auf der einen Seite mit Pergamentpapier bespannt sind. Man kann dafür einen Yoghurtplastikbecher benutzen. Diese beiden Zylinder werden mit einem dünnen Faden verbunden, der während des Gesprächs ganz straff gehalten werden muß. Während der eine spricht, hört der andere zu und umgekehrt. Man kann also nicht gleichzeitig sprechen und hören. Beim Sprechen vibriert die Pergamentmembran. Diese Vibrationen werden über den straff gespannten Faden an die andere Membran übertragen, so daß man die Stimme von der anderen Seite hört. Mit diesem Telefon kann man sich jedoch nicht über sehr weite Entfernungen unterhalten oder um eine Ecke sprechen. Das Telefon von Bell basiert auf dem gleichen Prinzip. Es besteht auch aus zwei Teilen, die jeweils einen Permanentmagneten enthalten, einen Eisenkern und eine Spule; vor dem Elektromagneten befindet sich eine dünne Metallmembran. Spricht man gegen die Membran, wird das magnetische Feld verändert. Die Veränderung wird in der Spule induziert. Dieser elektrische Strom wird über zwei Drähte an den anderen Telefonapparat übertragen, wo er wiederum die Metallmembran zum schwingen bringt. Heutzutage benutzt man anstatt des Telefons von Bell eine modernere Version mit Hörmuschel und Mikrophon.


Fig. 141

142. UMWANDLUNG VON ELEKTRISCHER ENERGIE IN SCHALLENERGIE.

Bild 142 zeigt den Schaltplan eines Geräts, mit dem man elektrische Energie in Schallenergie umwandeln kann. Dazu einen Elektromagneten, bestehend aus Eisenkern, Kernmantel und Spule auf der Plastikplatte befestigen. Über den Elektromagneten den Metalldeckel einer Bonbondose (aus Eisenblech) legen, während des Versuchs den Deckel etwas anheben, er dient als unsere Membran. Wird der Stromkreis abwechselnd geschlossen und geöffnet, ist ein Rauschen zu hören. Wenn der Stromkreis geschlossen wird, zieht der Elektromagnet die Membran an, wird er geöffnet, geht die Membran, da sie flexibel ist, wieder in die Ausgangsposition zurück. Die Hörmuschel, die im nächsten Versuch gebaut wird, basiert auf dem gleichen Prinzip.
Zubehör: 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 17, 33, ein Blechdeckel, Batterie

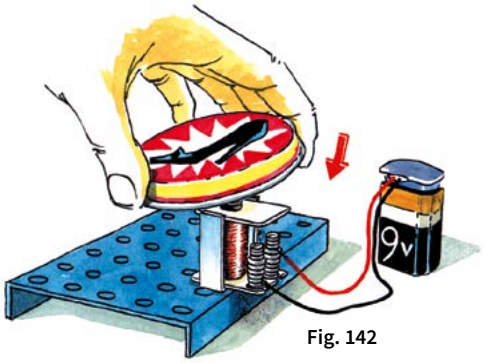


Fig. 142

143. HÖRMUSCHEL.

Mit der kleinen und der großen Schelle die Membran und den Elektromagneten so verbinden, daß sie nur 1-2 mm voneinander entfernt sind. Dann die Hörmuschel wie in Bild 143 gezeigt an die Batterie anschließen. Beim Schließen des Stromkreises, sollte die Membran den Elektromagneten nicht berühren, aber auch nicht zu weit von ihm weg sein. Wird der Stromkreis geschlossen, zieht der Elektromagnet die Membran an. Wenn der Stromkreis geöffnet wird, entspannt sich die Membran wieder. Man kann das charakteristische Rauschen im Hörer wahrnehmen.

Zubehör: 4 x 5, 6 x 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 20, 22, 2 x 29, 33, Batterie

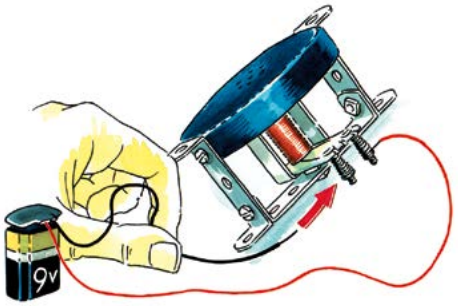


Fig. 143

144. EINE FEILE ALS STROMUNTERBRECHER.

Die Hörmuschel aus dem vorstehenden Versuch mit der Batterie durch eine Feile verbinden wie in Bild 144 gezeigt. Mit einem Kontakt an der Feile entlangstreichen, daraufhin raschelt es in der Hörmuschel, weil der Stromkreis so häufig unterbrochen wird.

Zubehör: (143), eine Feile

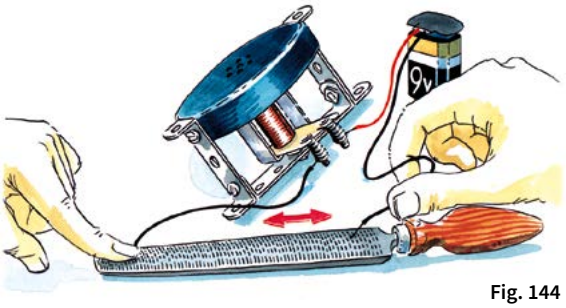


Fig. 144

145. DIE AUTOHUPE.

Für diesen Versuch braucht man eine Hörmuschel (Bild 143), eine Batterie und einige Verbindungsdrähte. Einen Pol der Spule mit der Membran verbinden und den anderen mit dem Batteriepol. Den anderen Batteriepol vorsichtig mit der Membran verbinden (die Membran muss sich noch bewegen lassen) wie in Bild 145 gezeigt.

Zubehör: (143), 7

146. DAS MIKROPHON.

Der Baukasten enthält ein sehr einfaches und doch empfindliches Mikrophon. Es besteht aus zwei Hauptteilen: Die Membran, ähnlich wie die in der Hörmuschel, diesmal jedoch aus Kunststoff, und drei Stäbe, zwei aus Eisen, die an der Membran befestigt sind und ein dritter aus Kohle, der die anderen zwei berührt. Die Batterie, das Mikrophon und die Glühbirne zu einem geschlossenen Stromkreis verbinden wie in Bild 146 gezeigt. Drückt man mit dem Finger auf das nicht befestigte Kohlestäbchen, leuchtet die Glühbirne auf. Je stärker man drückt, umso stärker leuchtet sie. Je nachdem, ob der Kontakt mit dem Kohlestäbchen stärker oder schwächer ist, läßt das Mikrophon mehr oder weniger Strom durch. Wenn jemand in das Mikrophon spricht, passiert genau das gleiche.

Zubehör: 2, 4 x 5, 4 x 6, 4 x 7, 8, 14, 2 x 28, 33, 35, Batterie

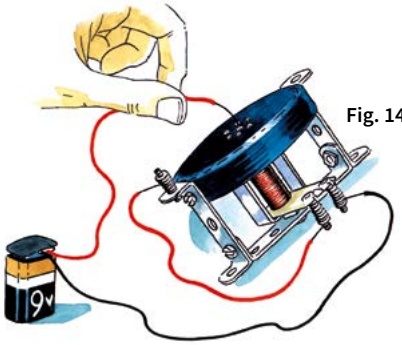


Fig. 145

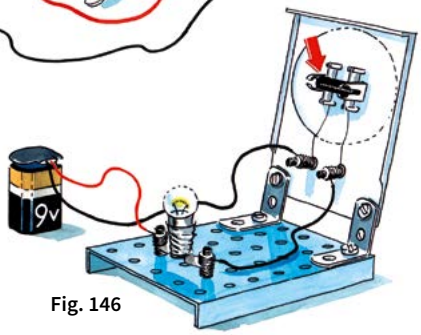


Fig. 146

147. DAS TELEFON.

Verbindet man sowohl die Hörmuschel aus Versuch 143 als auch das Mikrophon aus dem letzten Versuch mit der Batterie, erhält man einen Telefonapparat, d.h. ein Gerät zur Übertragung von Sprache und anderen Geräuschen über weite Entfernungen. Legt man eine tickende Uhr auf den Kunststoffsockel, so kann man das über die Hörmuschel hören, weil das Ticken die Membran des Mikrophons vibrieren läßt. Wenn die Kohlestäbchen des Mikrophons mehr oder weniger Strom durchlassen und die Membran vom Elektromagneten in der Hörmuschel unterschiedlich stark angezogen wird, vibriert die Luft und diese Schwingungen kann man wahrnehmen. Dieses selbstgebaute Telefon kann auch Sprache übertragen. Dafür die Hörmuschel in ein anderes Zimmer bringen als das Mikrophon. (Für diesen Versuch braucht man längere Drähte.)

Zubehör: (143), (146), eine tickende Uhr

GENERATOREN UND ELEKTROMOTOREN

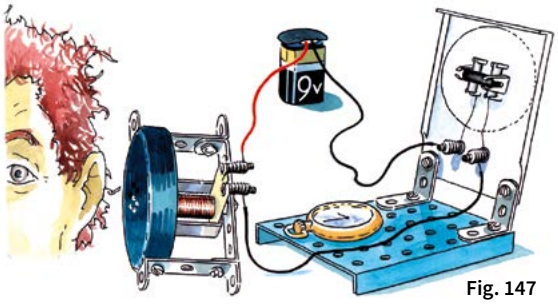


Fig. 147

148. UMWANDLUNG VON MECHANISCHER IN ELEKTRISCHE ENERGIE.

1. Die Spule mit dem Galvanoskop (Bild 148) verbinden und dann den Magneten mit einer ruckartigen Bewegung in die Bohrung der Spule schieben. Der Galvanoskopzeiger schlägt aus und geht dann schnell wieder in die Ausgangsstellung zurück. Auch wenn man den Magneten schnell herauszieht, schlägt der Zeiger aus, diesmal jedoch in die entgegengesetzte Richtung.
2. Den Magneten herumdrehen und den gleichen Versuch wiederholen. Auch diesmal sind Stromstöße zu beobachten. Wie wird der elektrische Strom in diesem Versuch erzeugt? Die früheren Versuche haben gezeigt, daß der Magnet ein magnetisches Feld erzeugt. Schiebt man den Magneten in die Spule, überschneiden sich die Kraftlinien mit den Spulenwindungen. Durch diese Induktion wird elektrischer Strom erzeugt, jedoch nur solange sich der Magnet bewegt, d.h. solange sich die Lage des Magnetfeldes ändert. Dies ist einer der wichtigsten Versuche aus der Elektrotechnik. Alle Generatoren arbeiten nach diesem Prinzip. Ein Generator ist eine Maschine, die die mechanische Energie in elektrische Energie umwandeln kann.

Zubehör: 1, 4 x 7, 10, 11, 33, 34

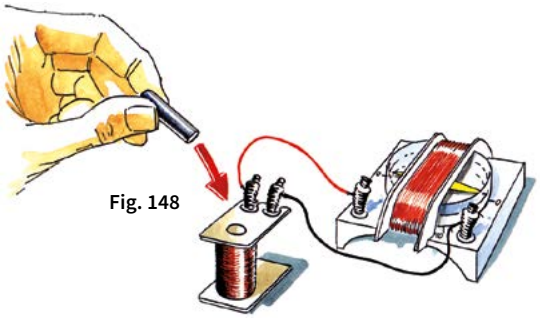


Fig. 148

149. DER WECHSELSTROMGENERATOR.

Den Eisenkern in die Spule stecken und die Spule mit dem Galvanoskop verbinden. Dann warten, bis der Zeiger auf Null zurückgeht. Dreht man nun den an einem Faden hängenden Magneten über der Spule hat man die einfachste Version eines Wechselstromgenerators.

Zubehör: 1, 4 x 7, 10, 11, 16, 33, 34, Papier, Faden

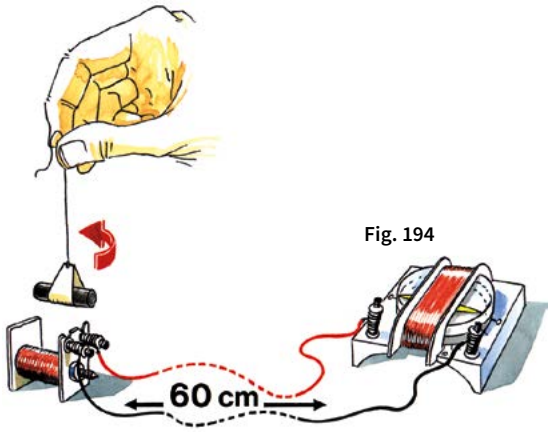


Fig. 194

150. DER STATOR DES GENERATORS UND DES ELEKTROMOTORS.

Stator nennt man den Teil elektrischer Maschinen, der sich nicht bewegt. Wir wollen einen Stator bauen. Die beiden Statorteile auf der Kunststoffunterlage befestigen. Den Magneten zwischen die Schenkel schieben und mit einem Gewindebolzen verspannen. Der Stator ist fertig. Der Kompaß zeigt an, daß zwischen den Schenkeln des Stator ein Magnetfeld entstanden ist. Wenn man einige Eisenspäne darauf sprenkelt, kann man sogar nachweisen, daß die magnetischen Kraftlinien von einem Schenkel zum anderen laufen (vgl. Versuch 41).

Zubehör: 2 x 5, 4 x 6, 8, 10, 12, 15, 34

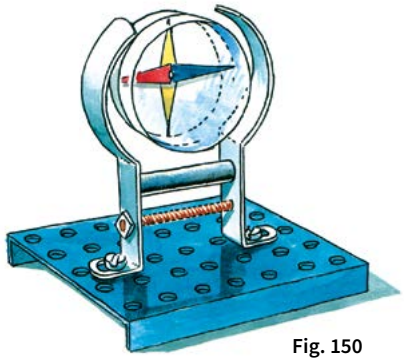


Fig. 150

151. DER ROTOR DES GENERATORS UND DES ELEKTROMOTORS.

Eigentlich ist ein Rotor nichts weiter als eine drehbare Spule. Die beiden Enden ihrer Wicklungen enden in zwei kreiszylindrischen Halbschalen, die man Kollektor nennt, und die beim Elektromotor für die Stromzufuhr sorgen und beim Generator für die Ableitung. An jeder Seite des Kollektors lehnt eine Metallfeder, man nennt sie Bürste. Mit dem Kompaß kann man die Funktion des Rotors untersuchen.

1. Den Rotor über die Bürsten mit der Batterie verbinden (Bild 151)
2. Mit dem Kompaß den Nord- und den Südpol des Rotors bestimmen.
3. Überprüfen, ob die Rotorpole gleich bleiben oder sich verändern, wenn der Rotor um 360 Grad gedreht wird.

Bei genauer Beobachtung ist festzustellen, daß sich die Polarität der beiden Rotorpole ändert, wenn man ihn um 180 Grad dreht, denn dann ändert der Kollektor die Richtung des elektrischen Stroms. Natürlich ändert sich die Richtung des Stroms, wenn die Rotorspule eine waagerechte Stellung einnimmt. Dann ändern sich auch die Magnetpole des Rotors. Der Nordpol wird zum Südpol und umgekehrt.

Zubehör: 3 x 5, 3 x 6, 2 x 7, 8, 19, 2 x 20, 21, 33, Batterie

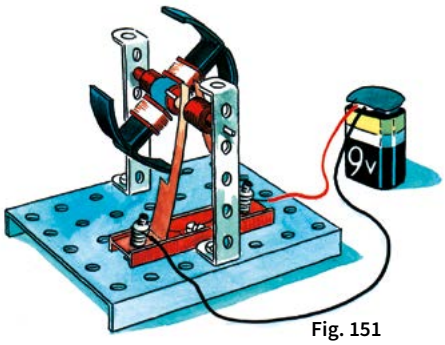


Fig. 151

152. DER GLEICHSTROMMOTOR.

Nach dem Bau eines Generatorstators (Versuch 150) und eines Generatorrotors mit Bürsten (Versuch 151) kann man einen Elektromotor für Gleichstrom bauen. Zunächst den Rotor mit den Bürsten aufstellen, dann den Stator. Überprüfen, ob der Rotor sich auch problemlos dreht und die Bürsten am Kollektor angelehnt sind. Danach den Elektromotor an eine Batterie anschließen. Der Rotor beginnt sich zu drehen, zunächst recht langsam, dann aber immer schneller, bis zur vollen Drehzahl, etwa 2800 - 3000 Umdrehungen in der Minute. Jetzt die Pole an der Batterie wechseln. Was passiert?

Zubehör: (151), 2 x 5, 4 x 6, 10, 12, 15

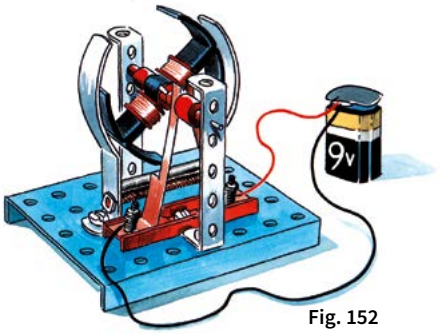


Fig. 152

153. DER GLEICHSTROMGENERATOR.

Den Elektromotor aus dem letzten Versuch an das Galvanoskop anschließen und den Rotor mit der Hand drehen. Der Galavanoskopzeiger schlägt aus. Dreht man den Rotor in die andere Richtung, bewegt sich der Zeiger auch in die entgegengesetzte Richtung. Das bedeutet, daß der Gleichstrommotor auch als Generator eingesetzt werden kann, also ein Gerät mit dem man elektrischen Strom erzeugt.

Zubehör: (152), 1, 2 x 7, 34

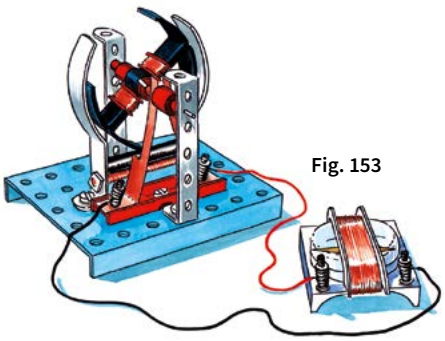


Fig. 153

NACHWORT

Wenn man nun alle hier beschriebenen Versuche durchgeführt hat, bedeutet das noch lange nicht das Ende, sondern erst den Anfang der Arbeit. Diese Versuch sind die ersten und wichtigsten Schritte, um die wesentlichsten technischen Zusammenhänge aus eigener Erfahrung kennenzulernen. Jetzt kann man weiterlernen, mit anderen diskutieren, Bücher lesen oder entsprechende Sendungen im Radio oder Fernsehen verfolgen.

Die gewonnenen Erkenntnisse kannst du auch mit Folgendem erweitern:
GENIUS (153 elektrische und elektronische Experimente und theoretische Beschreibungen)

VERZEICHNIS DER BAUTEILE

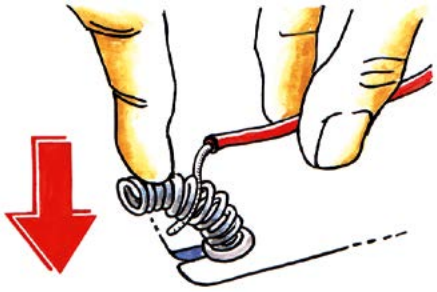
Nr.	VERZEICHNIS DER BAUTEILE	Anzahl
1	Galvanoskop	1
2	Mikrophon	1
3	Schachtel mit Eisenspänen	1
4	Schachtel mit Schrauben und Muttern	1
5	Kurze Schraube M 4x5	12
6	Muttern M4	16
7	Sprungfeder	1
8	Kunststoffsockel	8
9	Eisenstab	1
10	Magnet	1
11	Spule	1
12	Gewindebolzen	1
13	Glocke	1
14	Glühbirnenträger	1
15	Stator, zweiteilig	1
16	Eisenkern	1
17	Kernmantel	1
18	Anker	1
19	Rotor	1
20	Große Schellen 60 x 12 mm	2

Nr.	VERZEICHNIS DER BAUTEILE	Anzahl
21	Bürstenpaar	1
22	Hörmuschel	1
23	Zinkplatte (Zn)	1
24	Kupferplatte (Cu)	1
25	Einstellschraube M4 x 20	1
26	Polyvinylplatte	1
27	Metallplättchen mit Kunststoffgriff	1
28	Winkel 25 x 25 mm	4
29	Kleine Schelle 28 x 12 mm	2
30	Widerstand (Rheostat)	1
31	Hämmerchen für die Klingel	1
32	Schraubenschlüssel mit Schraubenzieher	2
33	Leitungsdraht	5
34	Kompaß	1
35	Glühbirne	1
36	Kupferdraht	1
37	Konstanter Draht	1



Legen Sie die Kontaktfeder in die Grundplatte.





Stecken Sie den Draht in die Kontaktfeder



ELECTRO PIONEER

153 expériences dans le domaine de l'éléctricite et du magnétisme

Fonctionne avec une pile 9V ⎓ IEC 6LR61-9V ⎓ (non fournie)

Producteur et détenteur des droits d'auteur: Mehano d.o.o. • Polje 9 • SI-6320 Izola • SLOVENIE

CONTENTS

EXPERIENCES ELECTROSTATIQUES ..... 143 - 148
EXPERIENCES MAGNETIQUES ..... 148 - 153
BATTERIES, ELEMENTS ..... 153 - 159
ELECTROMAGNETISME ..... 159 - 162
L' ELECTRO-AIMANT DANS LA TECHNIQUE ..... 162 - 165
GENERATRICES ET MOTEURS ELECTRIQUES ..... 165 - 166

DROITS ET OBLIGATIONS

En achetant ce manuel, vous vous engagez à respecter toutes les prescriptions dans le domaine des droits d'auteur relatives à ce genre d'édition et à ne pas violer ces droits.
Le contenu de ce livre est protégé par la loi des droits d'auteur. Aucune partie de ce manuel ne peut être reproduite, recopiée, photocopiée ou transmise à n'importe quel media de stockage informatique, sans une autorisation écrite de l'éditeur au préalable. Toutes les expériences décrites dans ce livre ont été soigneusement examinées et testées. Cependant, l'éditeur dégage toute responsabilité en cas de dommage physique et/ou matériel, ou préjudice quelconque pouvant survenir durant la réalisation des expériences décrites dans ce livre.

A NOS JEUNES LECTEURS

Nous sommes heureux de vous voir pénétrer dans l'univers fascinant de l'électricité grâce à notre manuel, et nous espérons que vous trouverez beaucoup de plaisir en exécutant ces expériences. Cependant, ce kit n'est pas conçu uniquement pour le plaisir. En réalisant les expériences et en lisant les explications s'y rapportant, vous acquérrez les connaissances de base en électricité qui vous seront utiles tout au long de la vie courante. N'ayez pas peur d'expérimenter. Les résultats d'une expérience valent mieux que l'opinion d'un millier d'experts. Testez donc toutes vos idées! Si une expérience ne donne pas le résultat escompté, ne soyez pas découragé. En ayant trouvé et résolu le problème, vous aurez appris quelque chose de nouveau et d'utile que vous pourrez mettre à profit lors de nouvelles expériences.
Toutes les expériences proposées dans ce manuel ont été conçues de manière à ne pas vous blesser, ni causer le moindre dommage à votre entourage à l'exception de menues égratignures aux doigts. Ce manuel décrit un nombre appréciable d'expériences différentes. Certaines sont tellement simples, qu'elles ne nécessitent aucune explication. D'autres sont compliquées et, il se peut que vous ne soyez pas à même de comprendre directement et complètement comment elles fonctionnent. Après une étude plus approfondie, vous serez capable d'élaborer et de réaliser facilement les expériences, même les plus difficiles. Cependant, si une expérience vous pose un réel problème et une quelconque frustration, n'hésitez pas à la laisser provisoirement pour y revenir ultérieurement. La diversité des expériences donne à chacun l'occasion d'apprendre plus sur le sujet.
De plus, la description détaillée des expériences et leur fonctionnement contenus dans ce manuel pourraient s'avérer très utiles dans vos activités scolaires.

CHERS PARENTS!

En achetant ce manuel, vous entrez dans l'univers de l'électricité avec votre enfant. Si vous vous sentez à l'aise avec ce sujet, offrez à votre enfant : soutien et stimulation. Si ce domaine ne vous est pas familier, n'hésitez pas à vous y consacrer avec votre savant "en herbe". C'est un univers plein de révélations pour les électriciens novices de tout âge.

AVIS AUX PARENTS

AVANT L'UTILISATION, L' ENFANT DOIT LIRE LES INSTRUCTIONS ET LES RESPECTER SCRUPULEUSEMENT. LA BOITE EST DESTINEE AUX ENFANTS A PARTIR DE 9 ANS. POUR DES RAISONS DE SECURITE , TOUTES LES EXPERIENCES ONT ETE CONCUES POUR FONCTIONNER SUR PILE. (9 V IEC 6LR61). SEULES LES EXPERIENCES PRECISEMENT DECRITES PEUVENT ETRE EXECUTEES. IL EST SOUHAITABLE QUE LES EXPERIENCES SE DEROULENT EN PRESENCE D'UN ADULTE. CONSERVER CES INFORMATIONS POUR TOUTE UTILISATION ULTERIEURE.

AVERTISSEMENT

- Ne pas utiliser des piles rechargeables (c'est-à-dire nickel cadmium).
- Ce Jouet doit être alimenté uniquement avec les piles prescrites.
- Des piles alcalines sont recommandées avec note supplémentaire "verte".
- Prenez soin d'insérer vos piles correctement, en respectant les signes ("+" et "-"). Indiquées sur l'appareil et sur la pile.
- Changez toutes les piles. Mélangez pas différents types de piles (par ex. alkaline et autres...) ou des piles neuves avec des piles déjà usées.
- Le remplacement des piles doit être effectué par un adulte.
- Les piles épuisées ne doivent pas rester dans le logement de piles.
- Si l'on prévoit une longue période d'inutilisation, enlever les piles.
- Ne stocker jamais les piles avec des instrument métalliques (riswue de feu ou d'explosion).
- Ne rechargez pas les piles non-rechargeables.
- Les piles rechargeables doivent être sorties du jouet pour être rechargées.
- Les piles rechargeables doivent être rechargées sous la surveillance d'un adulte.
- Ne pas jeter les piles usagées dans la nature ou dans le feu.
- Placer les piles vides dans des conteneurs adéquats.
- Ne pas mettre les bornes d'alimentation en court-circuit.
- Les coures des cables instales est possible qu'ils sont differentes des colurs demonstres dans les guides d'usage.

INTRODUCTION

Cette brochure comprend 153 expériences et descriptions théoriques. La boîte contient tous les accessoires nécessaires pour leur exécution, à l'exception de ceux que l'on trouve dans tout ménage comme, par exemple: une feuille de bloc-notes, un morceau de papier, un peigne, un crayon en bois, un verre d'eau, une épingle, poinçon, du papier aluminium, du fil de coton, des clous, des allumettes, ducarton, des aiguilles, une canette, du polystyrene expansé (ou autre), des aiguilles à tricoter (enfer), une bougie, un canif, une carte d'Europe, un régle en bois, un livre, un marteau, un récipient avec de l'eau, des bouchons, un tableau en bois, du fil de fer, du sel, su sable, des mines de ø 0,5 ou plus ou fusain, una plaquette de fer de 40 x 5 mm, un élastique, un montre, un dossier, de la ficelle, un pot de yoghourt en plastique, une piéce de monnaie.
La boîte est destinée aux garçons et filles à partir de 9 ans. Elle convient pour une activité individuelle ou en groupe et peut être utilisée efficacement dans les écoles primaires, bien qu'elle ait été destinée initialement aux activités à option.
De ce fait, quelques expériences nécessitent l'achat ou l'emprunt d'autres éléments:

- l'ampoule n°35 (voir pg 27) de 12V/0,05 A pas de vis E10 (1 en plus pour l'expérience n°87, 2 en plus pour l'expérience n°89 et 90)
- soquet n°14 (1 en plus pour n°87, 2 en plus pour l'expérience n°89 et 90)
- fils électriques n°33 pour connecter les piles (1 en plus pour n°91, 110 et 140 - 2 en plus pour n°92)

INSTRUCTIONS GENERALIS

- toutes les piéces de la boîte sont répertoriées, illustrées et numérotées a la derniére page.
- avant de commencer les expériences, il faut se procurer une pile plate de 9 V (IEC 6LR61).
- chaque description des expériences comporte le n° des piéces nécessaires dans l'ordre de leur utilisation.
- avant de commencer une expérience, il est conseillé de disposer les piéces nécessaires sur la table, dans l'ordre d'assemblage.
- lorsque l'expérience est terminée, ranger correctement les accessoires dans la boîte.

COMMENT REALISER LES EXPERIENCES

Chaque expérience porte un numéro d'ordre. Il n'est pas obligatoire de suivre cet ordre, quoique ce soit préférable. Nous donnons ci-dessous, à titre d'exemple, le déroulement de l'expérience avec la sonnette électrique décrite à la figure 130/131. A la fin du texte, sont repris les numéros des accessoires pour réaliser la sonnette électrique. La liste de ces accessories et leur illustration figurent à la fin du fascicule. Dans notre exemple, il s'agit des n°: 5-6-7-8-11-12-13-16-17-25-28-31-33 etc. Selon cette énumération, nous préparons et disposons sur la table, les éléments suivants:

4 x 7 = attache- ressort	12 = l'axe avec l'écrou	3 x 28 = equerre simple 25 x 25 mm
8 = socle en matiére plastique	13 = la cloche	31 = le marteau
6 x 5 = les vis	16 = noyau en fer doux	33 = câbles avec 2 fiches
13 x 6 = les écrous	17 = cadre pour noyau	
11 = bobinage	25 = longue vis M4 x 20	

• 2 x 5 - signifie que nous avons besoin de deux piéces indiquées par le numéro 5.
• (20) - le chiffre entre parenthéses signifie que nous avons besoin des mêmes éléments que ceux énumérés à l'expérience 130.

Exemple: Avec la vis et l'écrou, nous fixons l'équerre sur le socle en plastique. Ensuite le noyau est fixé à son cadre et le bobinage sur le noyau, etc. Toutes les piéces doivent être attachées soigneusemet et fermement les unes aux autres. Si l'appareil ne se mettait pas immédiatement en marche, il faudrait rechercher et éliminer les erreurs.
Les expériences électrostatiques réussiront le mieux lorsque le temps est sec, particuliérement en hiver. Les mains aussi doivent être séches.
Nous vous souhaitons beaucoup de plaisir et de satisfactions au cours de vos expériences.

EXPERIENCES ELECTROSTATIQUES

1. PAPIER CHARGÉ D'ÉLECTRICITÉ.

Nous retirons une page d'une farde et nous la laissons bien sécher auprès du radiateur ou d'une source de chaleur. Nous la déposons ensuite sur la farde et nous la frottons énergiquement avec la main (fig.1). Si, de la main gauche, nous soulevons alors la feuille de papier et que nous approchons, par en dessous, le dos de la main droite, une étincelle électrique jaillira entre celle-ci et la feuille de papier.

Accessoires nécessaires: une feuille de papier.

Fig. 1

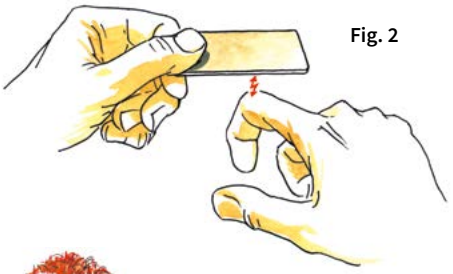


2. L'ÉTINCELLE ÉLECTRIQUE (FOUDRE).

Nous posons au bord de la table la plaquette de polyvinyl et nous la frottons nergiquement de la main (il faut que celle-ci soit sèche) ou avec du papier-journal. Nous soulevons alors la plaquette d'une main, et nous approchons un doigt de l'autre main (fig. 2). Entre la plaquette et le doigt jaillit une étincelle électrique que nous pouvons entendre, dont nous pouvons percevoir l'odeur et que nous pouvons même voir dans l'obscurité. Cette étincelle, que nous tirons de la plaquette de polyvinyl, ne se distingue pas essentiellement de celle produite par la foudre. La seule différence est que notre expérience ne produit qu'une petite étincelle, tandis que celle de la foudre a une puissance fantastique.

Accessoires nécessaires: 26

Fig. 2



3. PRODUIRE DE L'ÉLECTRICITÉ AU MOYEN DE LA LAINE.

Si, ayant aux pieds des chaussures à semelles de caoutchouc, nous marchons pendant un certain temps sur un tapis de laine ou de soie, notre corps se charge d'électricité. Si, immédiatement après, nous touchons un tuyau d'eau ou une autre pièce métallique reliée à la terre, une étincelle jaillit entre cette pièce et nous.

De même, lorsque nous nous peignons, le peigne et nos cheveux se chargent d'électricité. II en est de même pour la peau du chat, lorsque nous le carressons. Nous pouvons aussi entendre des crépitements électriques lorsque nous retirons des vêtements en fibres synthétiques. Ceci n'est évidemment pas aussi grave que les étincelles qui peuvent se produire dans les dépôts à la suite du frottement des liquides dans les tuyauteries.

Il y a aussi la friction que l'air produit sur la surface de l'avion qui, lui aussi, se charge d'électricité. C'est ainsi que le dirigeable "Hindenburg" a pris feu et fut détruit à la suite d'une étincelle d'électricité statique. II y a des dangers de ce genre dans les fabriques de papier ou de caoutchouc et partout où la transmission de force se fait au moyen de courroies en cuir ou en caoutchouc.

Accessoires nécessaires: peigne

Fig. 3



Fig. 4

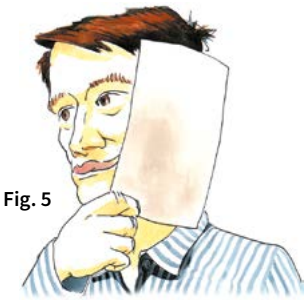


4. COLLAGE ÉLECTROSTATIQUE.

Lorsqu' en hiver, quand la maison est chauffée, on prend une feuille de papier journal, on la laisse sécher à fond devant le foyer ou sur un radiateur et, ensuite, on l'étale sur le mur et on la frictionne vigoureusement, elle restera longtemps collée au mur. En la frottant, nous l'avons chargée de courant électrostatique, ce qui provoque son adhésion au mur.

Accessoires nécessaires: du papier-journal.

Fig. 5



5. TOILE D'ARAIGNÉE ÉLECTRIQUE.

Comme dans l'expérience n.1, nous chauffons une feuille de papier, nous la posons sur la farde et nous la frottons énergiquement. Nous soulevons alors la feuille de papier et nous l'approchons de la figure (fig.5). Nous avons l'impression de passer avec la figure dans une toile d'araignée. En frottant le papier, celuici s'est chargé d'électricité statique, ce qui fait hérisser les petits poils de la peau, produisant l'effet décrit cidessus.

Accessoires nécessaires: une feuille de papier.

6. DES CORPS CHARGÉS D'ÉLECTRICITÉ STATIQUE S'ATTIRENT.

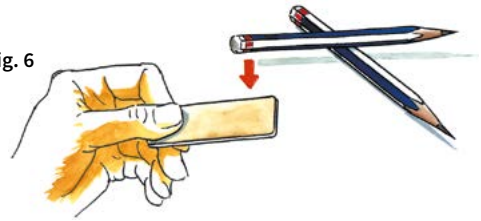
Nous posons l'un sur l'autre, se croisant à angle droit, 2 crayons hexagonaux en bois. Nous approchons d'une des extrémités du crayon supérieur la plaquette en polyvinyl que nous avons préalablement frictionnée de la main ou avec du papier-journal. A la place du crayon supérieur, nous pouvons aussi utiliser une règle ou une baguette. Le crayon ou la règle est attiré par la plaquette.

Déjà 600 ans avant notre ère, les Grecs avaient remarqué que l'ambre (en grec "Electron") frictionné avec la main ou avec un morceau de tissu attirait d'une façon remarquable de légers corps étrangers.

Dans des expériences ultérieures nous verrons comment, en frottant différents matériaux l'un contre l'autre, nous les chargeons tous les deux d'électricité statique.

Accessoires nécessaires: 26 et deux crayons.

Fig. 6

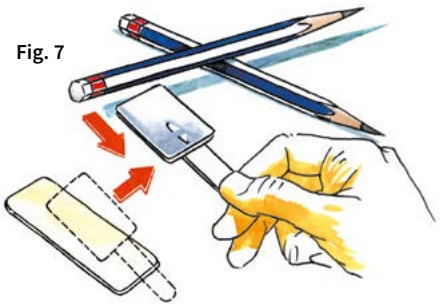


7. LES MÉTAUX AUSSI PEUVENT ÊTRE CHARGÉS D'ÉLECTRICITÉ STATIQUE

Comme dans l'expérience précédente, nous posons l'un sur l'autre deux crayons hexagonaux en bois. Nous frottons la partie métallique de la petite pelle sur la plaquette de polyvinyl. Ensuite nous approchons cette partie métallique d'une extremité du crayon supérieur (fig. 7). II est évident que nous devons tenir la pelle par son manche en plastique. La plaque métallique chargée d'électricité attire le crayon. Ceci est la preuve que des métaux peuvent également être chargés électrostatiquement. Plus tard, nous apprendrons pourquoi la petite pelle possède un manche en plastique.

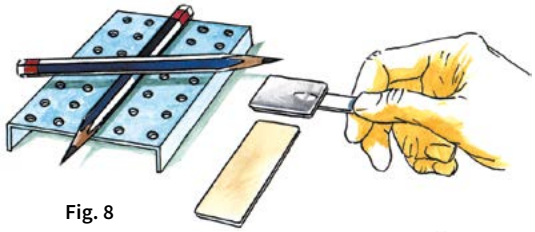
Accessoires nécessaires: 26, 27 et deux crayons.

Fig. 7



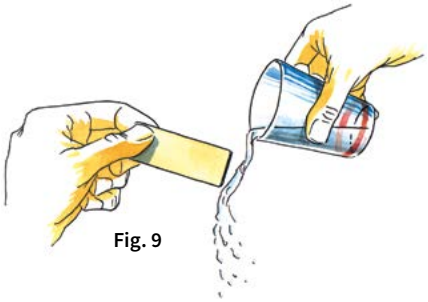
8. DES CORPS CHARGÉS D'ÉLECTRICITÉ STATIQUE PEUVENT AUSSI SE REPOUSSER.

Nous posons maintenant les 2 crayons en bois sur le socle en matière plastique (fig. 8). Comme dans l'expérience précédente, après frictionnement, la pelle attire le crayon. Ensuite, nous chargeons à nouveau la pelle et nous remarquons que, maintenant, elle repousse le crayon. Dans toutes les expériences précédentes, nous avons vu des corps s'attirer l'un l'autre; pour la première fois, nous les voyons se repousser.
Accessoires nécessaires: 8, 26, 27 et deux crayons.


Fig. 8

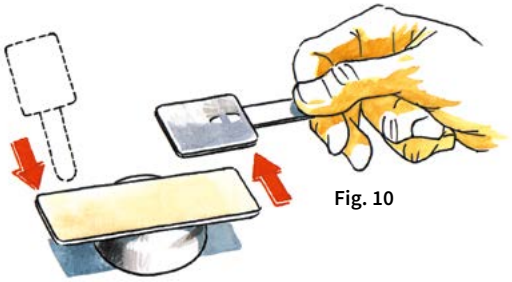
9. UN CORPS CHARGÉ D'ÉLECTRICITÉ STATIQUE, PRÈS D'UN JET D'EAU.

Si nous approchons la plaquette de polyvinyl d'un fin filet d'eau (fig. 9), nous verrons que celui-ci est attiré et dispersé par la plaquette.
Accessoires nécessaires: 26, un verre d'eau


Fig. 9

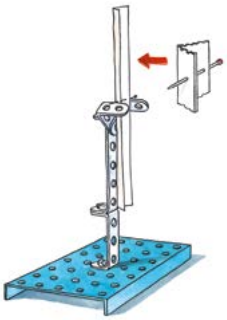
10. QUAND DEUX CORPS CHARGÉS D'ÉLECTRICITÉ STATIQUE S'ATTIRENT-ILS ET QUAND SE REPOUSSENT-ILS?

Afin de répondre à cette intéressante question, nous faisons les expériences suivantes:
a) Nous frottons la partie métallique de la pelle sur la plaquette en polyvinyl.
b) Nous posons cette dernière en équilibre sur la cloche en aluminium.
c) Nous rapprochons la plaquette et la partie métallique de la pelle: les 2 pièces s'attirent (fig. 10).
d) Nous électrisons le manche de la pelle en le frottant dans la main ou avec du papier. Si ensuite nous rapprochons ce manche de la plaquette, les 2 pièces se repoussent.
De cette expérience, nous pouvons déduire que les charges électriques peuvent être différentes et qu'il en résulte soit une attraction, soit une répulsion.
Accessoires nécessaires: 13, 26, 27.


Fig. 10

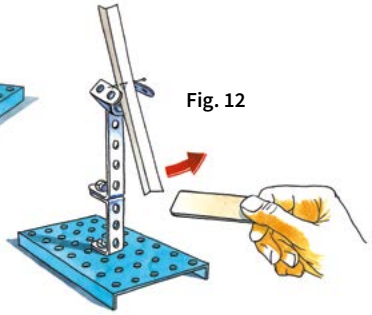
11. UN ÉLECTROSCOPE SIMPLIFIÉ.

En suivant les indications de la fig. 11, nous rassemblons les éléments. Sur le socle en plastique, nous élevons la colonne en fer qui supporte un léger balancier de papier, découpé dans un morceau de papier 140 mm x 12 mm, et plié en deux dans le sens de sa longueur. Une épingle nous servira de pivot puisque nous avons transpercé le balancier avec celle-ci légèrement au dessus du centre de gravité. L'électroscope est conforme, si le balancier est pendu perpendiculairement et si, s'écartant de cette position, il commence légèrement à osciller.
Accessoires nécessaires : 3 x 5, 3 x 6, 8, 20, 2 x 28, 29, punaise, balancier.


Fig. 11

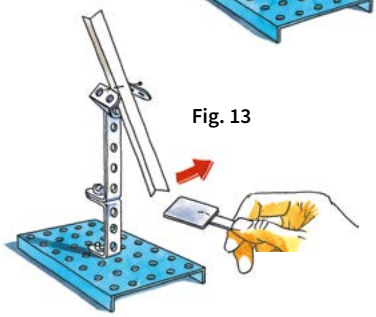
12. LE POLYVINYL CHARGÉ D'ÉLECTRICITÉ STATIQUE ATTIRE LE BALANCIER DE L'ÉLECTROSCOPE.

Nous frottons la plaquette de polyvinyl soit avec la main, soit avec du papier; ensuite, nous l'approchons du balancier de l'électroscope (fig. 12). La plaquette attire le balancier. La même expérience peut être faite avec un peigne, un morceau de verre ou un bâton de cire à cacheter à condition de les frotter préalablement sur votre manche. Ces différents articles et beaucoup d'autres encore attireront le balancier à condition de les frictionner préalablement, car ceci les charge d'électricité statique.
Accessoires nécessaires : (11), 26.


Fig. 12

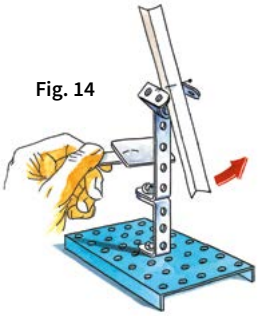
13. TOUS LES CORPS ÉLECTRISÉS STATIQUEMENT ATTIRENT LE BALANCIER DE L'ÉLECTROSCOPE.

Nous faisons à nouveau l'expérience n.12 mais cette fois-ci avec la pelle n.26. Nous la tenons par le manche et nous frottons la partie métallique sur la plaquette en polyvinyl. Celle-ci attirera aussi le balancier. Ensuite nous enveloppons la pelle avec un papier ou un chiffon; nous la frottons ainsi sur la plaquette. Après l'avoir déballée, nous présentons à nouveau la pelle et le balancier revient aussitôt. Le papier et le chiffon ont également été chargés d'électricité statique. De tout ceci, nous pouvons déduire que les corps sur lesquels nous frottons s' électrisent aussi bien que ceux au moyen desquels nous frottons.
Accessoires nécessaires : (11), 26, 27, un morceau de papier et de tissus.


Fig. 13

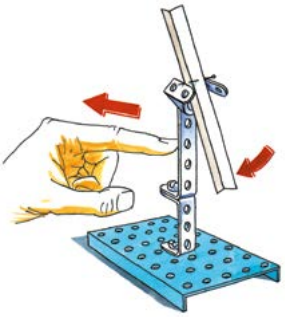
14. CHARGEMENT DE L'ÉLECTROSCOPE.

Nous posons la plaquette de polyvinyl sur le bord de la table et nous la frottons en appuyant légèrement au moyen de la partie métallique de la pelle. Celle-ci est ensuite mise en contact avec la colonne de l'électroscope (fig. 14). Le balancier s'écarte et reste dans cette position. Si nous répétons plusieurs fois la même opération, le balancier s'écartera toujours davantage: le chargement électrostatique augmente.
Accessoires nécessaires : (11), 26 et 27.


Fig. 14

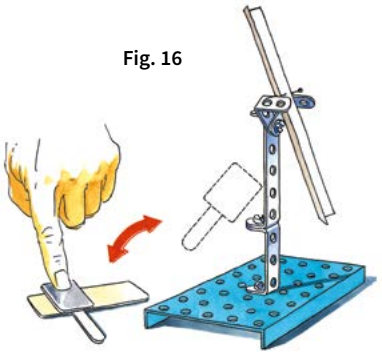
15. DÉCHARGEMENT DE L'ÉLECTROSCOPE.

Du bout du doigt, nous touchons la colonne de l'électroscope chargé (fig. 15). Aussitôt le balancier retombe à sa position normale. Les électrons, porteurs de la charge électrostatique, ont été conduits à la terre à travers notre corps. Le chemin inverse est également possible. Dans des expériences précédentes, nous avons constaté que des matériaux quelconques peuvent être électrisés en les frottant au moyen de la plaquette de polyvinyl. Est-ce que nos mains peuvent également être chargées d'électricité statique?
Accessoires nécessaires : (11).


Fig. 15

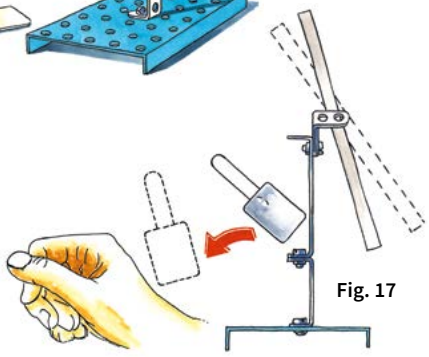
16. CHARGEMENT PROGRESSIF DE L'ÉLECTROSCOPE.

a) nous posons la plaquette de polyvinyl sur la table et nous la frottons vigoureusement soit avec la main, soit avec du papier.
b) nous posons sur la plaquette la partie métallique de la pelle que nous tenons par le manche.
c) avant de relever la pelle, nous touchons la partie métallique avec un doigt.
d) nous touchons ensuite le balancier de l'électroscope avec la partie métallique de la pelle. Aussitôt le balancier s'écarte.
Nous recommençons plusieurs fois la succession b), c) et d). Le balancier s'écarte de plus en plus, ce qui prouve que le chargement électrostatique augmente. L'ensemble formé par la pelle et par la plaquette de polyvinyl s'appelle un électrophore.
Accessoires nécessaires : (11), 26, 27.


Fig. 16

17. DÉCHARGEMENT PROGRESSIF DE L'ÉLECTROSCOPE.

Nous avons vu ci-dessus comment on chargeait l'électroscope et nous avons laissé celui-ci avec son balancier fortement dévié. Si maintenant, nous prenons la pelle par le manche et que nous touchons avec la partie métallique successivement notre corps et ensuite la colonne de l'électroscope, le balancier reviendra légèrement. Chaque fois que nous ferons cette opération, le balancier descendra un peu plus.
Accessoires nécessaires ; (11), 26 et 27.

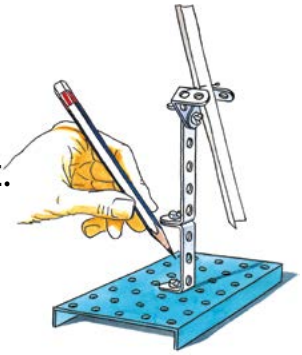

Fig. 17

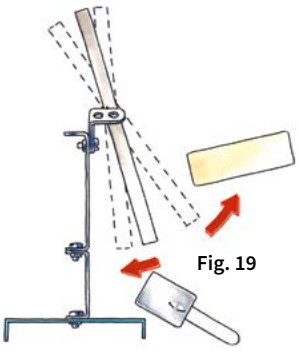
18. CONDUCTEURS ET ISOLATEURS.

Nous chargeons l'électroscope au moyen de l'électrophore (expérience n.16). Ensuite nous touchons la colonne successivement avec le manche non frictionné de la pelle, avec un crayon, avec du papier et avec la plaque de cuivre. Nous continuons l'expérience avec différents autres matériaux contenus dans la boîte. Que remarquons nous? Lorsque l'approche se fait avec du polyvinyl, du verre sec, de la porcelaine, de la cire à cacheter, etc, le balancier ne bouge pas. La cause réside dans le fait que tous ces matériaux sont isolants. Par contre, les métaux sont de bons conducteurs d'électricité, de même que notre corps, les crayons ou le papier humide.
Accessoires nécessaires : (11), 24, 26, 27 et divers autres matériaux.

19. CORPS CHARGÉS D'ÉLECTRICITÉ POSITIVE OU NÉGATIVE.

Nous chargeons à nouveau l'électroscope au moyen de l'électrophore. Si ensuite nous approchons la pelle du balancier, celui-ci s'en écartera. Par contre, si nous approchons la plaquette de polyvinyl, celle-ci attire le balancier.
Nous constatons donc que des corps peuvent être électrisés de façon différente. Dans le cas qui nous occupe, la pelle métallique et l'électroscope étaient positifs, tandis que la plaquette en polyvinyl était négative. Des objets électrisés de même polarité se repoussent tandis qu'ils s'attirent s'ils sont de polarité opposée.
Accessoires nécessaires : (11), 26 et 27.


Fig. 18


Fig. 19

20. LE PENDULE ÉLECTRIQUE.

Nous construisons un pendule électrique afin de faire quelques nouvelles expériences intéressantes. Il nous faut pour cela : une boule de sureau ou de polystyrène expansé (1), un fil de coton (2), un petit tube en papier placé verticalement (3), un fil de fer plié en équerre (4) et un second petit tube en papier placé horizontalement (5).
Si on ne dispose pas d'une boule de sureau ou de polystyrène expansé (environ 1 cm de diamètre), on la remplace par un manchon fabriqué avec du papier d'argent. Nous prenons pour cela, une feuille de papier d'argent de 3 cm x 5 cm, nous la roulons autour d'un crayon, en veillant à ce qu'une partie dépasse d'un côté; nous rabattons celle-ci en la tordant pour nous permettre d'y nouer le fil de coton.
Les tubes en papier sont réalisés au moyen d'une feuille de papier (90x100 mm) enduite de colle et roulée sur une grosse aiguille à tricoter; nous retirons celle-ci avant que la colle ne prenne en évitant qu'elle ne se déroule au moyen d'un élastique ou de papier adhésif et nous laissons sécher le tout. Une des extrémités d'un tube est fixée sur le socle au moyen de la longue vis glissée dans le tube et tenue en place par un écrou. L'équerre est faite au moyen d'un clou ou d'un bout de fil de fer.
Accessoires nécessaires : 2 x 6, 8, 9, 12, papier, papier aluminium, fil de coton, du fil de fer

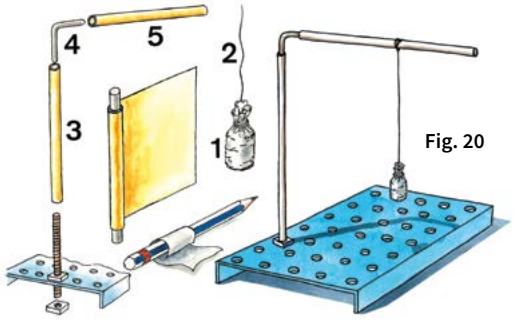
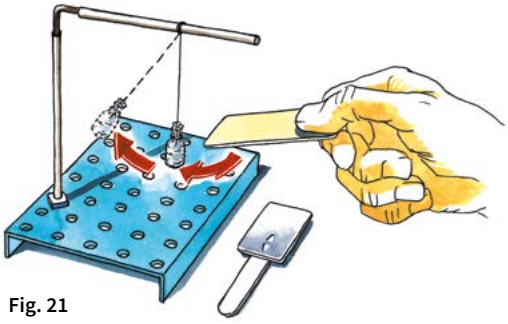


Fig. 20

21. EXPÉRIENCES AVEC LE PENDULE ÉLECTRIQUE.

a) nous approchons du pendule la plaquette en polyvinyl, chargée électrosta tiquement. La plaquette attire le pendule et le repousse aussitôt. Ensuite il ne se laisse plus attirer.
b) nous touchons le pendule de la main et ensuite on en approche la pelle métallique. Celle-ci aussi attire le pendule et le repousse aussitôt.
Comment pouvons nous expliquer ce phénomène?
La plaquette de polyvinyl est chargée négativement. Elle attire la boule de sureau qui de cette façon s'électrise aussi négativement, provoquant la répulsion. La pelle métallique est chargée positivement ; à l'approche du pendule, celui-ci devient aussi positif et ils se repoussent. Ceci est encore une preuve que des corps électrisés de même polarité se repoussent.
Accessoires nécessaires : (20), 26 et 27.


Fig. 21

22. DES CORPS DE POLARITÉ CONTRAIRE S'ATTIRENT.

Pour cette expérience, nous avons besoin de 2 pendules. Le second pendule est construit comme le premier (voir expérience n.20) mais on lui donne la cloche comme base. Nous gardons les pendules à l'écart l'un de l'autre et donnons à l'un une charge positive tandis que l'autre reçoit une charge négative. Lorsqu'on les rapproche lentement, on s'aperçoit que les boules s'attirent. Si elles se touchent, elles se déchargent et ne s'attirent plus.
Nous en tirons les 2 conclusions suivantes :
a) des corps chargés de polarité opposée s'attirent ;
b) des charges positives et négatives de même puissance s'annulent.
Accessoires nécessaires : (20), 6, 13, 25, 26, 27, papier, papier aluminium et du fil

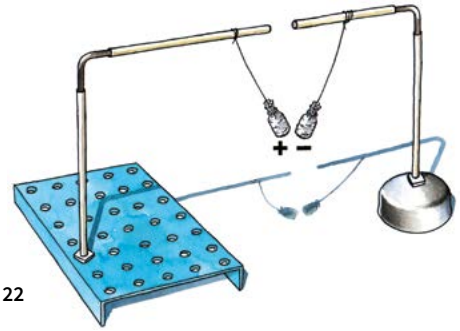


Fig. 22

23. ELECTROSCOPE À FEUILLES.

Afin de continuer nos expériences sur l'électricité statique, il nous faut un nouvel instrument : l'électroscope à feuilles.
Sur le centre du socle en plastique, nous fixons la cloche avec une vis et un écrou. La longue vis, la tête en dessous et bloquée sur l'équerre double au moyen d'un écrou, maintient la cloche. Sur la partie de la vis qui dépasse par au dessus, nous glissons un tube de papier recouvert de papier d'argent et long d'environ 90 mm. La façon de fabriquer ce tube est décrite à l'expérience n.20. A la partie supérieure du tube, nous fixons 2 petits supports (voir b de la fig. 23) réalisés avec du fil de cuivre de 0,3 mm de diamètre.
Chaque support forme au dessus un rectangle de 5 mm x 10 mm. Les petites feuilles de l'électroscope doivent être faites avec du fin papier de 8 mm x 70 mm. Il faut les fixer aux supports de la façon indiquée au croquis de détail de la fig. 23. La flèche indique l'endroit où la petite feuille est repliée et collée sur elle-même.
Accessoires nécessaires : 5, 2 x 6, 8, 13, 20, 25, 36, papier et papier aluminium.

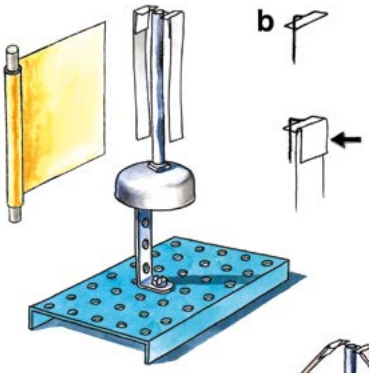


Fig. 23

24. DE L'ÉLECTRICITÉ TIRÉE D'UNE BOITE D'ALLUMETTES.

Sur la pelle, que nous tenons par le manche, nous glissons le couvercle d'une boîte d'allumettes afin de le frotter sur la plaquette en polyvinyl. Nous rapprochons ensuite la boîte d'allumettes de l'électroscope (fig. 24). Les petites feuilles de celui-ci s'écartent violemment. Dès que, de notre main, nous touchons l'électroscope, les petites feuilles retombent. La même expérience peut être faite en enveloppant le pelle dans du papier, dans un chiffon, dans de la fourrure, avant de la frotter sur la plaquette de polyvinyl. Les résultats sont les mêmes. Pour finir, nous pouvons encore faire l'essai avec une baguette de verre frottée sur de la laine ou sur de la soie.
Accessoires nécessaires : (23), 26, 27, une boîte d'allumettes.



Fig. 24

25. CAPACITÉ DE CHARGE ET DE DÉCHARGE.

Nous enveloppons l'extrémité du manche de la pelle avec du papier d'argent. (voir détail " a") De cette façon, nous avons 2 extrémités métalliques : une grande et une petite (fig. 25). Nous chargeons l'électroscope en suivant le procédé décrit au n.16, jusqu'à ce que les petites feuilles de papier soient complètement écartées. Ensuite, nous touchons l'électroscope avec le bout du manche de la pelle en papier d'argent : les petites feuilles redescendent légèrement. Après avoir touché de la main le bout du manche, nous approchons à nouveau celui-ci de l'électroscope. A chaque mise en contact, les petites feuilles descendent un peu plus, jusqu'à retomber complètement. Ensuite, nous rechargeons l'électroscope et nous faisons la même expérience avec la pelle elle-même. La descente s'accélère sensiblement. Laquelle des 2 extrémités possède la plus grande capacité?
Accessoires nécessaires : (23), 26, 27, et papier aluminium

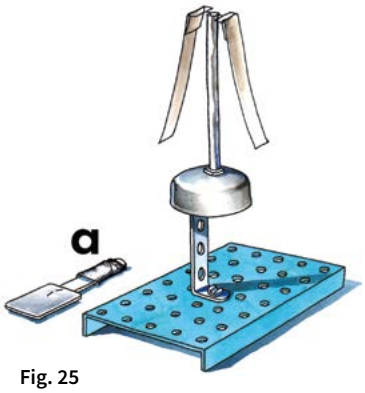


Fig. 25

26. IONISATION DE L'AIR.

D'abord, nous chargeons l'électroscope jusqu'à écartement maximum des petites feuilles de papier. Nous observons le temps pendant lequel elles maintiennent leur position. Par temps sec, surtout en hiver, elles peuvent rester écartées plusieurs heures, ce qui prouve que l'air est un bon isolant. Par contre, par temps humide, les petites feuilles redescendront plus rapidement. Ensuite nous chargeons à nouveau l'électroscope et nous approchons avec précaution une allumette allumée (il faut veiller à ne pas mettre le feu aux petites feuilles de papier). Elles se referment aussitôt. Sous l'influence de la flamme (chaleur) les molécules de l'air se meuvent tellement vite qu'elles s'ionisent mutuellement, c. à. d. qu'elles se chargent ou se déchargent d'électrons. L'air s'ionise et, ainsi que nous l'avons vu, l'air ionisé n'est pas un bon isolant. C'est pour cela que la foudre tombe souvent sur un feu en plein air.
Accessoires nécessaires : (23), 26, 27 et allumettes.



Fig. 26

27. LE CHAMP ÉLECTRIQUE.

Dans un carton d'épaisseur moyenne, nous découpons un panneau de la grandeur de la plaquette de polyvinyl contenue dans la boîte. L'une étant posée sur l'autre, nous frottons le polyvinyl avec la main ou avec du papier et nous le soulevons. Que remarquons-nous? En même temps que le polyvinyl, nous avons soulevé le carton quoique celui-ci soit relativement lourd. Par le frottement, la plaquette de polyvinyl s'est chargée négativement. Par suite de la proximité de ce chargement négatif, le carton s'est chargé positivement. Comme les corps de polarité opposée s'at tirent, les 2 plaques adhèrent l'une à l'autre et nous pouvons éprouver cette attraction en tentant de les séparer (fig. 27). Entre les 2 plaques s'est créé un champ électrique.
Accessoires nécessaires : 26 et assiette du carton.

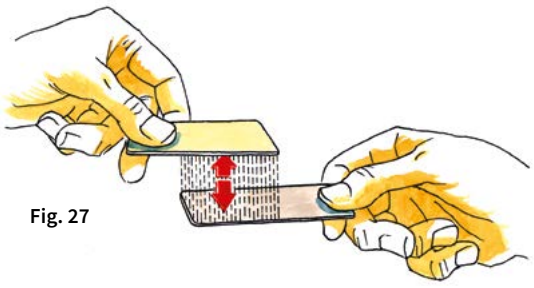


Fig. 27

28. LIGNES DE FORCE ÉLECTRIQUES.

Sur le bord de la table, nous posons la plaque de carton et, en dessous d'elle un fil à coudre assez long. Nous posons la plaquette de polyvinyl sur le carton et nous la frottons avec la main ou avec du papier. Ensuite, tout en maintenant le carton sur la table avec une main, nous soulevons la plaquette de polyvinyl d'environ 6 à 8 cm avec l'autre main. Nous sentons une certaine résistance et les extrémités du fil à coudre se soulèvent en direction du polyvinyl. Dans le champ électrique situé entre les 2 plaques, se produisent des lignes de force électriques qui provoquent l'attraction du fil.
Accessoires nécessaires : 26, morcaeu du carton et du fil.



Fig. 28

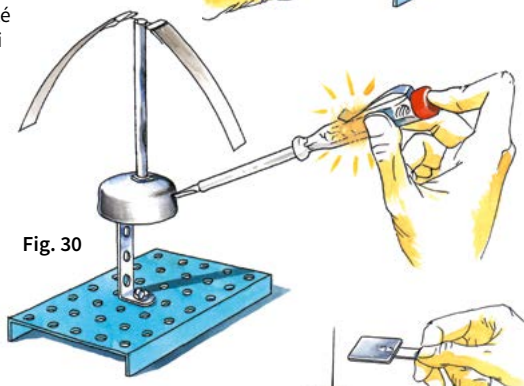
29. LE CONDENSATEUR.

Sur le bord de la table, nous plaçons la plaquette de polyvinyl chargée et, par dessus, nous posons l'électroscope. Les petites feuilles de papier ne s'écartent pas quoique la plaquette soit chargée. Pourquoi ? Parce que le polyvinyl est chargé négativement. La table possède un chargement positif qui attire les petites feuilles de papier qui elles-mêmes sont négatives. Si nous soulevons de 8 à 9 mm la plaquette de polyvinyl avec l'électroscope, la charge positive de la table diminue; la charge négative de la plaquette prend le dessus et les petites feuilles de papier s'écartent. La table chargée positivement et la plaquette de polyvinyl chargée négativement forment un condensateur.
Les expériences n.27 et 28 correspondaient également au principe du condensateur.
Accessoires nécessaires : (23), 26, 27.


Fig. 29

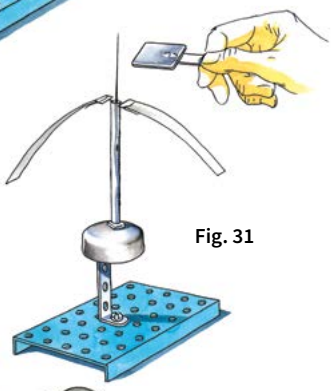
30. DÉTERMINATION DES PÔLES AU MOYEN D'UNE LAMPE AU NÉON.

L'électroscope étant chargé négativement, nous en approchons un tournevis d'essai contenant une lampe au néon. Les petites feuilles de papier se referment et une des extrémités de la lampe s'éclaire. Si, par contre, l'électroscope est chargé positivement, ce sera l'autre extrémité de la lampe qui s'éclairera. On trouve des tournevis à lampe au néon dans les trousses d'essai des installations électriques. Si on met le tournevis en contact avec le courant d'éclairage, les 2 extrémités de la lampe s'éclaireront parce que ce courant est alternatif. Remarque : L'expérience doit être réalisée dans une pièce suffisamment sombre.
Accessoires nécessaires : (23), 26, 27 et une lampe de poche (non incluse).


Fig. 30

31. TRAVAIL DES ÉLECTRODES À POINTE.

Nous engageons une aiguille ou un morceau de fil de fer dans le haut de l'électroscope et nous en approchons la pelle chargée positivement, en veillant particulièrement à ce qu'ils ne se touchent pas. Les petites feuilles de papier s'écartent quoiqu'il n'y ait eu aucun contact. Si ensuite, sans la toucher, nous approchons de l'aiguille de l'électroscope une autre aiguille ou fil de fer que nous tenons en main, l'électroscope se déchargera graduellement quoiqu'il n'y ait eu aucun contact direct. Nous pouvons en tirer la conclusion que les électrons passent d'un corps à l'autre par l'intermédiaire des pointes des aiguilles non mises en contact. Il est un fait que ce genre d'électrodes à pointe facilite beaucoup certains problèmes techniques. Par exemple, dans les fabriques de papier, l'électricité statique résultant du frottement du papier provoque un collage des feuilles; on élimine cet inconvénient en installant des électrodes à pointe qui conduisent l'électricité statique à la terre. Le même système est utilisé pour les avions, afin d'éliminer l'électricité statique provoquée par le frottement de l'air. Les paratonnerres portent également des pointes pour la protection contre la foudre (décharge soudaine de l'atmosphère terrestre).
Accessoires nécessaires : (23), 26, 27, et une aiguille.


Fig. 31

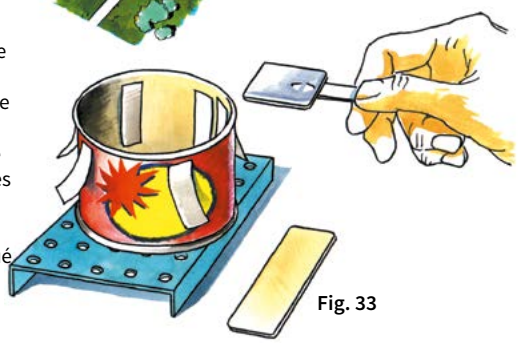
32. LE PARATONNERRE.

Le paratonnerre se compose d'une barre de fer terminée par une pointe. Du pied de la barre de fer part un gros cable en cuivre ou en aluminium (on utilise aussi des bandes de zinc) qui va vers la terre où il est fixé à une plaque de métal enterrée ou à une conduite d'eau. Si un nuage chargé d'électricité statique s'approche de la maison, celle-ci se charge électriquement par induction d'une polarité opposée à celle du nuage. Entre ce dernier et la maison s'établit un puissant champ électrique (condensateur). Par l'effet des électrodes à pointe, les électrons passent du nuage vers le paratonnerre et vice versa. De ce fait, les charges électriques se réduisent et le danger de la foudre s'écarte. Si, malgré tout, la décharge se faisait sous la forme d'un éclair, le courant serait détourné par les cables de mise à la terre et cela, sans dommage pour la maison. Les grandes maisons ont des paratonnerres avec plusieurs pointes.


Fig. 32

33. LA CAGE DE FARADAY.

Dans d'anciens livres, on trouve la légende d'un vieux roi d'un pays lointain auquel les fées prédirent, lors de la naissance de sa fille, que celle-ci mourrait le jour de son seizième anniversaire. A l'approche de ce jour, le roi fit construire un chateau fortifié où l'on ne pouvait entrer que par un pontlevis. La princesse et ses serviteurs ne pouvaient en sortir qu'après son anniversaire. Mais ce jour-là, le ciel se couvrit de nuages et bien vite un violent orage éclata. Un éclair plus fulgurant que les autres pénétra dans le chateau et foudroya la princesse. Voilà la légende.
Pouvons-nous actuellement protéger nos maisons contre l'orage? Oui, nous le pouvons; nous avons deja fait connaissance avec le paratonnerre dans l'expérience précédente. Toutefois il existe un système encore plus sûr : la cage de Faraday. Ce paragraphe a pour but de vous décrire son fonctionnement. Sur le socle en plastique, nous posons un petit récipient en tôle (par exemple une vieille boîte à conserve ou un godet en aluminium). A l'intérieur et à l'extérieur de notre récipient, nous collons la partie supérieure de plusieurs lamelles de papier mince (la fig. 33 n'en montre que 2). Nous touchons notre récipient (notre "cage") avec la pelle chargée électriquement : les lamelles de papier extérieures s'écartent tandis que les lamelles intérieures restent immobiles.
Nous pouvons répéter l'expérience autant de fois que nous voulons, la charge ne se transmet qu'aux lamelles extérieures et à elles seules. Le résultat serait le même si notre récipient était troué en plusieurs endroits ou même s'il était remplacé par une cage faite en fil de fer comme une cage pour canari.
Si nous pouvions installer une telle cage autour de notre maison, l'orage ne pourrait jamais lui causer de dégâts. La cage de Faraday est surtout utilisée pour la protection des dépôts de munitions.
Materials you will need: 8, 26, 27, a metal container, paper.


Fig. 33

34. QUELQUES EXPÉRIENCES SUPPLÉMENTAIRES.

Au moyen d'une lame de rasoir, nous découpons quelques boules de moelle de sureau ou de polystyrène expansé; nous les posons sur la table et nous en approchons la pelle que nous avons préalablement chargée. Les petites boules commencent à danser entre la table et la pelle. A la place de boules de sureau nous pouvons aussi utiliser des cylindres en papier, voir fig. 34.
Accessoires nécessaires : 26, 27, boules de sureau ou de polystyréne expansé (non incluses) et papier.


Fig. 34

35. MOLÉCULES. ATOMES, ÉLECTRONS.

Toute la nature qui nous entoure est composée de différentes substances.
Un élément est une substance pure qui ne pourrait pas être séparée en deux substances différentes avec une réaction chimique. Les éléments sont faits d'atomes qui sont reliés entre eux en molécules. A ce jour, nous connaissons 109 éléments dont 92 sont naturels et les autres sont réalisés artificiellement avec des réactions nucléaires.
Quoique les atomes soient fort différents par leur composition et leur dimension, ils ont malgré tout des caractéristiques communes. Chaque atome possède en son centre un noyau lourd et compact autour duquel tournent d'une façon continue un nombre plus ou moins grand d'électrons. Le plus simple de tous est l'atome de l'hydrogène (fig. 35, à gauche). Il se compose d'un petit noyau °J' autour duquel tourne un seul électron °e", tout comme la lune tourne autour de la terre.
Le deuxième élément dans la série est l'hélium (fig. 35, au centre). Il se compose d'un noyau un peu plus gros, autour duquel tournent deux électrons. Le noyau du lithium, qui est entouré de 3 électrons, est encore un peu plus gros. Autour du noyau du fer, qui est sensiblement plus gros et plus lourd que celui du lithium, tournent 20 électrons; le noyau de l'or possède 79 électrons; le plomb 82; le noyau de l'uranium est entouré de 92 électrons qui gravitent autour de lui sur plusieurs orbites à des distances différentes.
Les électrons sont liés au noyau, tout comme la lune est liée à la terre et celle-ci au soleil.
A certains corps, nous pouvons pendant un certain temps retirer quelques électrons de telle sorte qu'il leur en manque; ces corps sont alors chargés d'électricité positive, tandis que ceux possédant un surplus d'atomes sont chargés d'électricité négative.
La molécule est un assemblage d'au moins 2 atomes d'éléments semblables ou différents.

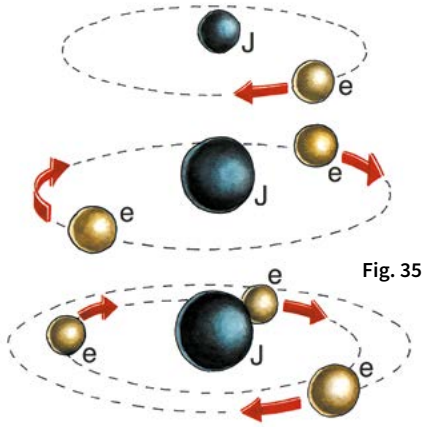


Fig. 35

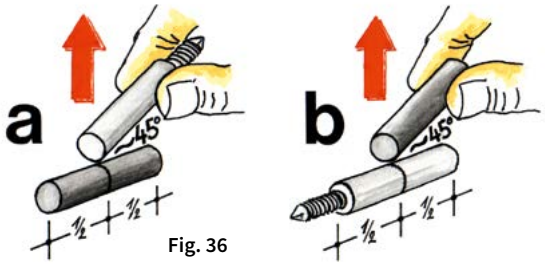
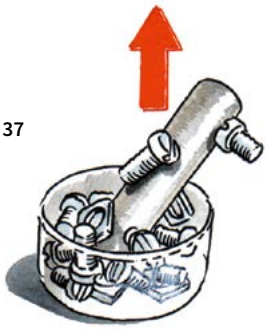


Fig. 36

EXPERIENCES MAGNETIQUES

36. DEVINETTE MAGNÉTIQUE.

Dans la boîte d'expériences, nous trouvons 2 barres cylindriques. La première est blanche tandis que la seconde est noire et se termine sous forme d'une vis. Sans utiliser d'autres accessoires nous allons faire les expériences suivantes :
a) laquelle des deux barres est un aimant, et laquelle n'est que du fer?
b) est-ce l'aimant qui attire le fer ou est-ce le fer qui attire l'aimant?
Afin de répondre à ces 2 questions, nous allons procéder ainsi: nous déposons une des 2 barres sur la table et, au moyen de l'autre barre nous essayons de soulever la première par son milieu (dessiner le point central sur chacun des cylindres) (fig. 36). Si nous parvenons à soulever ainsi la pièce se trouvant sur la table, c'est que nous avons l'aimant en main. Si, par contre, la pièce se trouvant sur la table ne bouge pas, c'est que c'est elle qui est l'aimant… Nous verrons plus tard la raison de ce comportement.
Par des essais successifs, nous pouvons constater que ce n'est pas seulement l'aimant qui attire le fer, mais que celui-ci attire également l'aimant : ils s'attirent mutuellement.
Accessoires nécessaires : 10 et 16.


Fig. 37

37. L'AIMANT

Déjà dans l'Antiquité, les Grecs savaient que, dans les environs de la ville de Magnesia en Asie mineure (actuellement la Turquie), on trouvait un minerai qui attirait le fer. Ce minerai s'appelle la magnésite et sa puissance d'attraction : le magnétisme. Ainsi que nous le verrons plus tard, on peut fabriquer avec ce minerai des aimants synthétiques. Dans notre boîte d'expériences se trouve un aimant; toutefois, il n'a pas été réalisé au moyen de magnésite : c'est au moyen de l'électricité qu'il a été fabriqué. Cet aimant nous permet d'attirer les vis et les écrous contenus dans notre boîte, et aussi de nombreux autres objets en fer.
Accessoires nécessaires : 5, 6, 10.

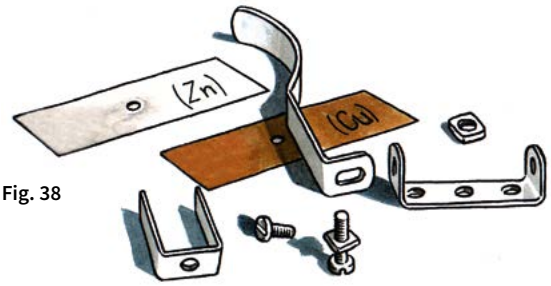


Fig. 38

38. UN AIMANT N'ATTIRE-T IL QUE LES OBJETS EN FER?

Nous posons sur la table différentes pièces prises dans notre boîte et nous essayons de les soulever au moyen de l'aimant. Quelles pièces pouvons nous soulever?
Nous pouvons soulever toutes les pièces en fer telles que : les écrous, les vis, des clous, de la tôle de fer. Par contre, tout ce qui est en zinc, en plomb, en cuivre, reste sur la table. Si nous avions des articles en nickel au en cobalt, nous pourrions nous rendre compte que l'aimant attire également ces 2 métaux.
L'attraction la plus forte est faite par des alliages magnétiques appelés Al Ni, Al Ni Co.
L'aimant contenu dans notre boîte est en Al Ni Co qui est un alliage d'aluminium, de nickel et de cobalt.
Accessoires nécessaires : 5, 6, 10, 23, 24, et différents autres objets métalliques

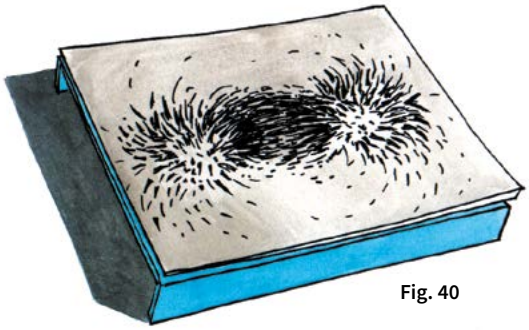

Fig. 39

39. UN AIMANT POSSÈDE 2 PÔLES.

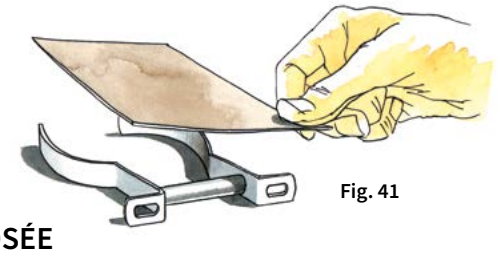
Nous prenons une feuille de papier blanc que nous saupoudrons de limaille de fer; nous y plongeons l'aimant et nous le retirons aussitôt. La limaille s'accroche à l'aimant, mais pas d'une façon uniforme sur toute sa longueur. Les endroits où l'aimant a le plus de puissance d'attraction s'appellent les pôles. Chaque aimant possède 2 pôles. C'est là que le magnétisme est le plus fort; par contre, au centre, le magnétisme est pratiquement nul.
Ceci nous donne l'explication de la devinette magnétique de l'expérience n. 36.
Accessoires nécessaires : 3, 10 et un morceau de papier.

40. LE CHAMP MAGNÉTIQUE.

Nous glissons l'aimant sous le socle en plastique sur lequel nous avons posé la feuille de carton.
a) nous saupoudrons le carton avec de la limaille de fer et nous le tapotons légèrement avec un crayon; on s'aperçoit immédiatement que les brins de limaille se déplacent pour former des boucles plus ou moins grandes qui partent d'un pôle pour rejoindre l'autre; elles serangent suivant les lignes de force magnétiques invisibles;

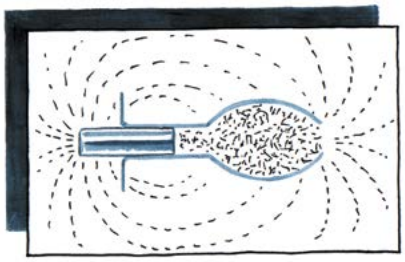

Fig. 40

b) nous faisons à nouveau la même expérience mais en soulevant le carton de 2 à 3 cm; ici encore les brins de limaille s'orientent suivant les lignes de force magnétiques;
c) nous faisons la même expérience mais en plaçant l'aimant verticalement ; à nouveau nous pouvons suivre l'orientation des brins de limaille.
Remarque : il ne faut utiliser que peu de limaille et la répartir uniformément sur le carton.
Conlusion: dans les environs d'un aimant se créent des lignes de force magnétiques; elles forment le champ magnétique qui est le plus puissant autour des pôles. Dans cette expérience-ci, il s'agit du champ magnétique produit par un aimant droit (barreau aimanté).
Accessoires nécessaires : 3, 8, 10 et du carton.


Fig. 41

41. LE CHAMP MAGNÉTIQUE ENTRE 2 PÔLES DE POLARITÉ OPPOSÉE

Nous posons l'aimant sur la table et, d'après le dessin de la fig. 41, nous ajoutons les 2 parties du stator. Nous posons le carton sur l'ensemble et nous le saupoudrons d'un peu de limaille de fer. Nous tapotons le carton avec un crayon et aussitôt, tous les brins de limaille se placent suivant les lignes de force magnétiques comme dans l'expérience précédente. Toutefois, nous retrouvons aussi un champ magnétique entre les 2 tôles du stator. Ceci est une chose dont nous devrons tenir compte parce que cela nous expliquera le fonctionnement de la génératrice et du moteur électrique. Ici aussi, les lignes du champ magnétique vont d'un pôle vers l'autre.
Accessoires nécessaires : 3, 10, 15 et du carton.


Fig. 42

42. LE CHAMP MAGNÉTIQUE ENTRE 2 PÔLES DE POLARITÉ SEMBLABLE

Comme dans l'expérience précédente, nous posons l'aimant sur la table, mais cette fois-ci, nous plaçons les 2 parties du stator suivant la fig. 42. De cette façon, les 2 tôles du stator se trouvent en contact avec le même pôle de l'aimant. Nous posons de nouveau le carton sur l'ensemble et nous le saupoudrons légèrement de limaille de fer. Ce qui nous intéresse maintenant ce ne sont plus les brins de limaille entourant l'aimant, mais bien ceux se trouvant entre les tôles du stator. Ils se sont placés individuellement, non pas alignés sur des lignes passant d'un pôle à l'autre, mais plutôt en opposition les uns avec les autres comme s'ils voulaient se fuir mutuellement. Par contre, à l'extérieur des tôles du stator, les lignes de force magnétiques se sont reconstituées en boucles allant d'un pôle à l'autre.
Nous pouvons en tirer la conclusion que les 2 pôles d'un aimant ne sont pas les mêmes, ce dont les expériences suivantes nous donneront des preuves supplémentaires.
Accessoires nécessaires : 3, 10, 15 et du carton.

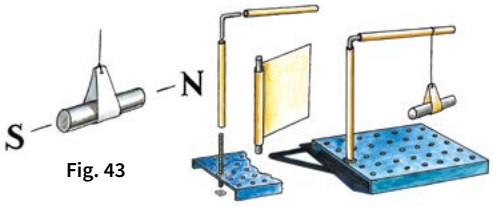


Fig. 43

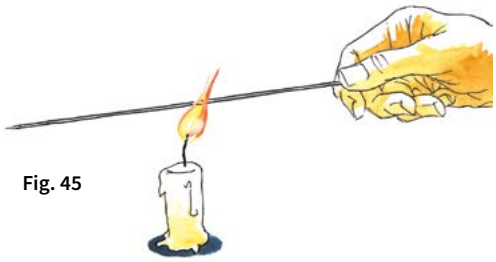
43. LE PÔLE NORD ET LE PÔLE SUD D'UN AIMANT.

A l'aide d'un morceau de papier formant berceau, nous suspendons l'aimant horizontalement par un fil monobrin (non retordu), par exemple : un fil de coton. Pour cette expérience nous avons besoin de la potence que nous avons fabriquée au n.20.
Après un petit temps d'hésitation, l'aimant se stabilise de telle façon qu'un des pôles reste tourné vers le Nord, tandis que l'autre fait face au Sud. Nous les désignerons par le pôle vers lequel ils sont tournés et nous marquerons le pôle Nord par un peu de couleur ou par un papier collant. L'autre côté sera évidemment le pôle Sud. Un aimant possède donc 2 pôles.
Accessoires nécessaires: (20) 10, papier et du fil.

44. AIMANTATION D'ACIER ET DE FER.

Nous prenons une aiguille à tricoter en fer ou une grosse aiguille à coudre et nous la frottons plusieurs fois avec le même pôle de l'aimant, ainsi qu'il est montré à la fig. 44, c'est à dire en tournant pour revenir dans le même sens. Ensuite, nous trempons l'aiguille dans la boîte contenant la limaille de fer, celle-ci y reste attachée. L'aiguille est donc aimantée. Pour nous rendre compte qu'elle possède bien les 2 pôles, nous fixons en son milieu un fil à coudre et nous suspendons ainsi le tout.
Après un peu d'hésitation, notre aiguille se stabilisera, une extrémité orientée vers le Nord et l'autre vers le Sud.
b) Nous procédons de la même manière avec le noyau en fer doux contenu dans la boîte. Il ne soulève que peu de limaille car son aimantation n'est pas très forte et elle disparaît d'ailleurs très rapidement.
c) Nous faisons encore la même expérience avec le tournevis qui, comme l'aiguille à tricoter, est en acier. Il se laisse donc bien aimanter.
Conclusion : l'acier se laisse bien aimanter et garde longtemps son aimantation; par contre, l'aimantation du fer est faible et de courte durée.
Accessoires nécessaires : 3, 9, 10, et une aiguille à tricoter en acier.


Fig. 44


Fig. 45

45. UNE TEMPÉRATURE ÉLEVÉE DÉTRUIT LE MAGNÉTISME.

Nous réchauffons l'aiguille à tricoter en fer à la flamme d'une bougie: elle perd son aimantation.
Accessoires nécessaires : 3, 10, une aiguille à tricoter en fer, une bougie et des allumettes.

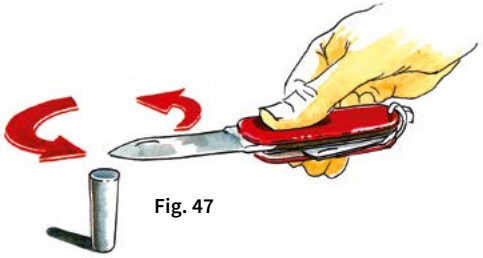

Fig. 46

46. DÉMAGNÉTISATION.

Nous aimantons l'aiguille à tricoter en fer comme nous l'avons déjà fait à l'expérience n.44. Ensuite, nous cintrons l'aiguille à plusieurs reprises et dans différentes positions. Nous essayons de la faire soulever de la limaille et nous nous apercevons qu'elle a perdu son magnétisme. Elle peut aussi le perdre si nous la frappons sur un corps dur ou la laissons tomber.
Accessoires nécessaires : 3, 10 et une aiguille à tricoter en acier.

47. AIMANTATION D'UN CANIF.

Nous frottons la lame de notre canif plusieurs fois avec l'aimant comme il est indiqué à la fig. 47. Si nous approchons ensuite cette lame des vis ou de la limaille, nous nous apercevons qu'elle les attire et qu'elle est donc magnétisée. Avec quel pôle l'avons-nous aimantée? Quel pôle avons-nous à la pointe de la lame? Ce canif magnétisé peut-il aussi servir de boussole?
Accessoires nécessaires : 3, 5, 10 et un canif.


Fig. 47

48. PUISSANCE D'UN AIMANT.

Nous avons jusqu'ici appris à connaître différents aimants. Lequel était le plus puissant et quelle était sa puissance? Indiscutablement, c'était l'aimant en Al Ni Co contenu dans notre boîte qui était le plus puissant. Mais comment pouvons nous mesurer sa puissance?
a) Dans un morceau de carton, nous découpons un petit plateau et nous l'attachons avec 3 ou 4 fils à l'équerre allongée n. 16 (voir fig. 48). Nous soulevons l'équerre au moyen de l'aimant. Sur le plateau nous posons successivement divers objets de notre boîte, jusqu'au moment où l'aimant lâchera le tout. Nous avons alors dépassé sa puissance.
Cette expérience peut aussi se faire en plaçant des poids sur le plateau; ceci nous permettra de déterminer en grammes, la puissance d'attraction de l'aimant.
b) Nous prenons le cadre de noyau, nous posons ses deux extrémités sur les pôles de l'aimant et nous suspendons au centre de celui-ci les fils du plateau (voir 2e partie de la fig. 48).
Quelle est maintenant la puissance de l'aimant? Quoiqu'il soit resté le même que dans la première partie de l'expérience, nous remarquons que sa puissance est beaucoup plus grande. La raison réside dans le fait que nous utilisons maintenant les 2 pôles au lieu d'un seul.
Accessoires nécessaires : 10, 17, 18, du fil, du carton et différents objets.

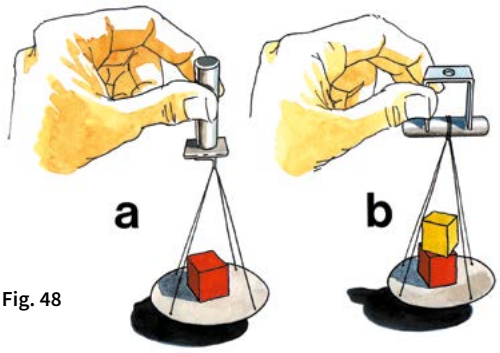
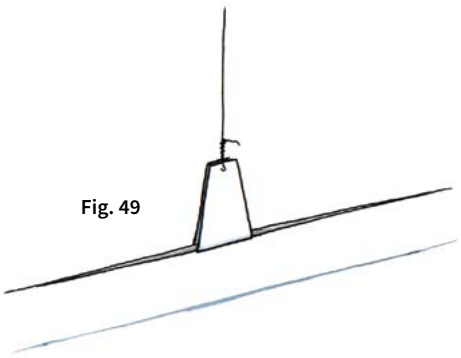


Fig. 48

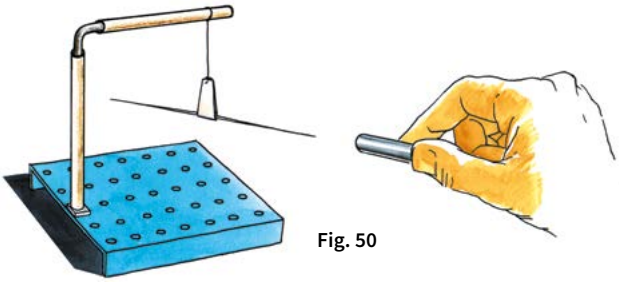
49. L'AIGUILLE DE LA BOUSSOLE.

Dans la boussole, qui est un des principaux éléments de notre boîte, se trouve une aiguille aimantée. Comme nous ne pouvons pas l'enlever sans endommager la boussole elle-même, nous allons nous en construire une. Nous prenons 2 longues aiguilles à coudre; nous les posons de telle façon que les chas se trouvent l'un à côté de l'autre et nous lions les 2 aiguilles ensemble, de telle façon que les pointes se trouvent à l'opposé l'une de l'autre. Nous magnétisons une des aiguilles avec le pôle Nord de notre aimant ainsi que nous l'avons fait dans les expériences 44 et 47. Il faut faire au moins 5 passages. Nous procédons de même avec la seconde aiguille mais en utilisant le pôle Sud de notre aimant. Nos aiguilles sont maintenant magnétisées et elles peuvent faire le même travail que l'aiguille aimantée de la boussole. Nous les suspendons dans un berceau en papier au bout d'un fil de 10 à 12 cm (fig. 49) et nous attendons qu'elles se stabilisent. A ce moment une des pointes indiquera le Nord et l'autre le Sud.
Accessoires nécessaires : 10, deux aiguilles á coudre, du fil et du papier.


Fig. 49

50. LA PUISSANCE DU CHAMP MAGNÉTIQUE.

Nous suspendons les aiguilles à la potence que nous avons fabriquée à l'expérience n.20 et nous attendons qu'elles se stabilisent. A une distance de 10 cm nous présentons le pôle Nord de notre aimant.
Les aiguilles bougent-elles? Dès qu'elles se sont arrêtées, nous présentons le pôle Sud de notre aimant. Si rien ne bougeait du fait que la distance était trop grande, nous pourrions refaire l'expérience à 9 ou à 8 cm. Nous nous rendons compte que le champ magnétique de notre aimant est fort grand, quoique lui-même soit fort petit. Par différentes expériences successives, nous pourrions déterminer que la puissance de l'aimant diminue en proportion du carré de la distance. Lattraction la plus forte se situe évidemment lorsque les pièces se trouvent dans le voisinage l'une de l'autre.
Accessoires nécessaires: (20), (49) et 10.


Fig. 50

51. LA BOUSSOLE.

Notre boîte d'expériences contient une boussole qui est légèrement différente des boussoles habituelles. Elle contient une aiguille supplémentaire. La boussole normale possède une seule aiguille dont l'extrémité bleue indique le Nord, tandis que l'extrémité rouge indique le Sud. L'aiguille pivote sur un axe en acier, dans un boitier hermétique dont le fond représente la rose des vents avec les 4 points cardinaux. Ceux-ci sont désignés par les lettres suivantes:
S - Sud (en anglais : South)
N - Nord (en anglais : North)
E - Est (en anglais : East)
W - Ouest (en anglais : West)
Laiguille supplémentaire jaune de notre boussole servira d'indication lorsque nous utiliserons notre boussole comme galvanomètre. Toutefois dans les autres expériences ce ne sont que les extrémités bleue et rouge qui entreront en ligne de compte.
Accessoires nécessaires : 34.

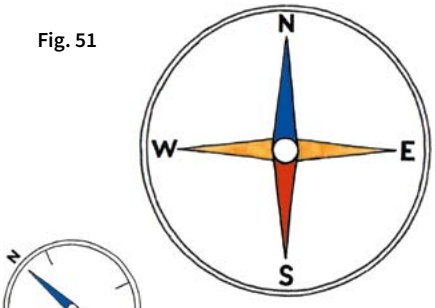


Fig. 51

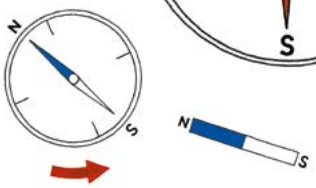
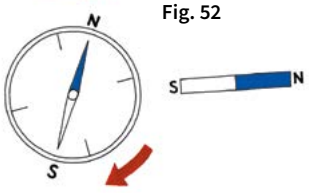


Fig. 52

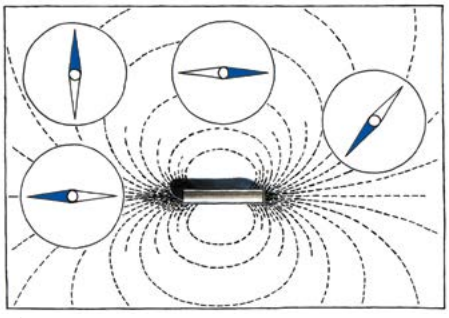


52. INFLUENCE DES PÔLES MAGNÉTIQUES.

a) Nous approchons le pôle Nord de l'aimant du pôle Sud de l'aiguille aimantée.
b) Nous approchons le pôle Nord de l'aimant du pôle Nord de l'aiguille aimantée.
c) Nous faisons les mêmes expériences avec le pôle Sud de l'aimant et que pouvons-nous constater?
Conclusion:Des pôles de même nom se repoussent, tandis que ceux de nom opposé s'attirent.
Accessoires nécessaires : 10 et 34.

53. LA BOUSSOLE DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE.

Nous déposons l'aimant au centre d'une feuille de papier blanc. Ensuite, nous déterminons le champ magnétique au moyen de la boussole. En une trentaine d'endroits tout autour de l'aimant, nous prenons note de la direction prise par l'aiguille de la boussole et nous dessinons chaque fois cette orientation sur notre papier. Etant donné que l'aiguille aimantée se place toujours dans le sens du champ magnétique, nous obtenons ainsi un schéma optique de celui-ci.
Accessoires nécessaires : 10, 34, et papier.


Fig. 53

54. LA TERRE EST UN AIMANT.

La figure 54 montre la terre avec ses lignes de force magnétiques. La ligne droite Nord (N) – Sud (S) représente l'axe géographique de la terre. Comme la terre aussi influence l'aiguille aimantée, nous pouvons en conclure qu'elle constitue un formidable aimant qui a son pôle Sud dans les environs du pôle Nord géographique et son pôle Nord dans les environs du pôle Sud géographique. Le champ magnétique entoure toute la terre. L'aiguille aimantée se place toujours en suivant les lignes de force de ce champ magnétique qui va du Nord au Sud.

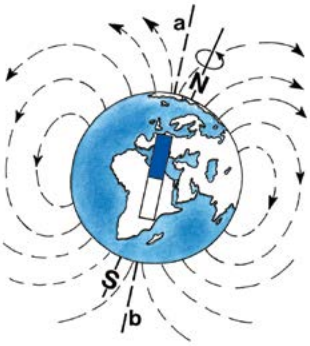


Fig. 54

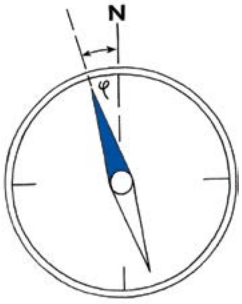


Fig. 55

55. LA DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE.

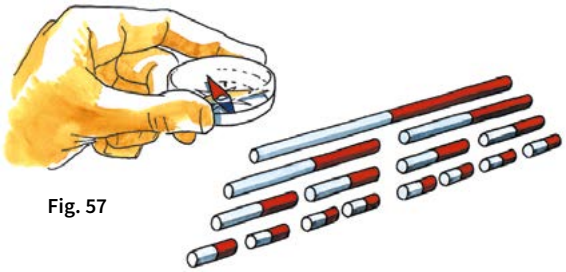
Les deux pôles de l'aiguille aimantée ne coïncident pas exactement avec les pôles géographiques. L'aiguille aimantée n'indique pas exactement le Nord, elle s'en écarte légèrement. La ligne droite a-b (voir fig.54) est appelé : le méridien magnétique. L'angle entre le méridien magnétique (a-b) et le méridien géographique (N-S) est appelé : la déclinaison magnétique. A la suite de mesures prises pendant de longues années, on a constaté que cette déclinaison n'était pas la même dans toutes les parties du globe et même qu'elle ne restait pas constante en un point déterminé.
Comme la boussole est un instrument très important pour la navigation maritime ou aérienne, il fallait évidemment connaître l'amplitude de la déclinaison en un temps et en un endroit donnés. Les cartes marines donnent ces indications.
Accessoires nécessaires : 34



Fig. 56

56. L'ORIENTATION AU MOYEN DES CARTES GÉOGRAPHIQUES.

Nous posons sur la table une carte d'Europe ou de n'importe quel pays.
Sur le bord de la carte, nous posons la boussole et nous tournons le tout jusqu'à ce que l'aiguille aimantée suive la même direction que le cadre de la carte. A ce moment, notre carte est orientée au Nord.
Nous cherchons maintenant sur la carte l'endroit où nous nous trouvons et, grâce au compas, nous connaissons immédiatement les directions dans lesquelles se trouvent les villes qui nous entourent.
Afin d'obtenir une orientation parfaite, il nous faudra également connaître la déclinaison à l'endroit où nous nous trouvons, c'est à dire l'angle formé entre le pôle géographique et le pôle magnétique. La déviation en Europe occidentale est d'environ 4° vers l'Ouest (W).
Accessoires nécessaires : 34 et une carte géographique d'Europe.


Fig. 57

57. DÉCOUPAGE D'UN AIMANT.

Nous aimantons à nouveau notre aiguille à tricoter en fer. Au moyen de la boussole, nous pouvons aisément déterminer où sont ses pôles Nord et Sud. Ensuite, nous cassons l'aiguille en 2 pièces. Chaque pièce est à nouveau un aimant complet possédant les 2 pôles. Nous pouvons ainsi casser l'aiguille en 3, 4, 5 ou 10 pièces: chaque petit morceau constituera en lui-même un aimant complet possédant les 2 pôles.
Accessoires nécessaires: 10, 34, une aiguille à tricoter en acier.


Fig. 58

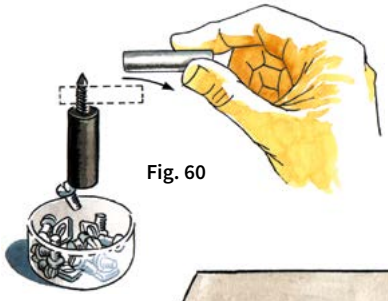
58. ORIENTATION PARALLÈLE DE PETITS AIMANTS.

Nous secouons bien la petite boîte contenant la limaille de fer et nous posons la boussole sur la boîte. Dès que l'aiguille aimantée aura pris sa position Nord-Sud, nous tournons lentement la boîte à limaille en même temps que la boussole (fig. 58, à gauche). L'aiguille aimantée garde sa position Nord-Sud. Nous poursuivons l'expérience en posant l'aimant sur la boîte à limaille et en les secouant vigoureusement (fig. 58, au centre).
Nous enlevons l'aimant et nous le remplaçons par la boussole. Après quelques mouvements violents, l'aiguille s'arrêtera rapidement. Si maintenant, nous tournons la boîte à limaille avec la boussole, l'aiguille aimantée tournera en même temps. Pourquoi?
Accessoires nécessaires : 3, 10 et 34.


Fig. 59

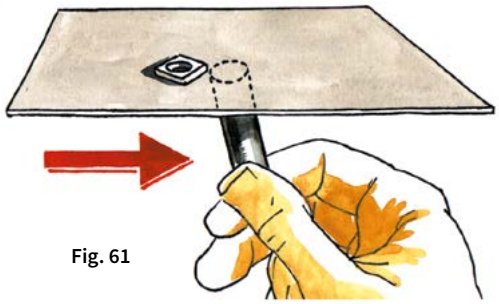
59. INFLUENCE MAGNÉTIQUE.

Si nous trempons n'importe quelle pièce de fer dans la boîte à limaille, nous nous apercevons de suite qu'elle n'est pas aimantée. Toutefois, elle le deviendra dès qu'on l'approchera d'un aimant (fig. 59). Dès qu'on éloigne celui-ci, la pièce de fer perdra son magnétisme. Ce phénomène est appelé: "Influence magnétique".
Accessoires nécessaires : 3, 10, et 15.


Fig. 60

60. MAGNÉTISME RÉMANENT.

Nous tenons ensemble le noyau de fer doux et l'aimant; nous plongeons ainsi l'extrémité du noyau dans la boîte contenant les vis et les écrous.
Nous relevons le tout et les vis ainsi que les écrous restent attachés au noyau. A ce moment, nous écartons légèrement l'aimant du noyau et la plupart des vis retombent car, en écartant l'aimant, nous avons progressivement affaibli le magnétisme du noyau. Toutefois, quelques pièces restent encore attachées un certain temps :
le magnétisme n'a pas disparu totalement; il reste un magnétisme rémanent qui sera de grande utilité pour construire des génératrices de courant continu.
Accessoires nécessaires : 5, 6, 10, 16.


Fig. 61

61. L'EFFET DE L'AIMANT À TRAVERS CERTAINES MATIÈRES.

La fig. 61 montre une expérience dans laquelle un carton est glissé entre l'aimant et un écrou. Malgré tout, celui-ci subit l'attraction et il se déplace en suivant les mouvements de l'aimant sous le carton. Nous pouvons encore véri fier si cet écrou subit l'attraction de l'aimant au travers d'une latte en plastique ou en bois. A la suite de différents essais, nous constaterons que cette influence reste perceptible au travers du verre, du cuivre, de l'aluminium, du bois et de beaucoup d'autres matériaux, mais pas du fer.
Accessoires nécessaires: 6, 10, du carton, et règle en bois

62. ANNULATION DE L'EFFET D'UN AIMANT.

Nous plaçons l'aimant dans une boîte en fer blanc (boîte à bonbons ou similaire). Au moyen de la boussole, nous pouvons nous rendre compte que son champ magnétique s'est fort affaibli. Plus les parois seront épaisses, plus le champ magnétique faiblira, jusqu'à devenir inexistant. Nous pouvons donc par une sorte de blindage, empêcher le passage du magnétisme aussi bien de l'intérieur vers l'extérieur que vice-versa.

Accessoires nécessaires: 10, 34 et boîte en fer



Fig. 62

63. LA PAIRE D'AIGUILLES ASTATIQUES.

Dans la technique, on utilise souvent des aiguilles aimantées qui ne sont pas influencées par le magnétisme terrestre. Ce sont des paires d'aiguilles astatiques que nous pouvons fabriquer nous-mêmes. Nous commençons par magnétiser 2 longues aiguilles à coudre de telle sorte qu'elles aient toutes deux la même polarité du côté de la pointe. Nous les piquons dans un petit tube en papier en sens inverse l'une de l'autre (fig. 63). Si nous suspendons ce petit tube par un fil non retord (par exemple: un fil nylon), nous constatons que les pôles terrestres n'ont aucune influence sur nos aiguilles. On utilise des aiguilles astatiques dans la construction de galvanoscopes (ou galvanomètres).

Accessoires nécessaires: 10, deux aiguilles à coudre, du papier et du fil.

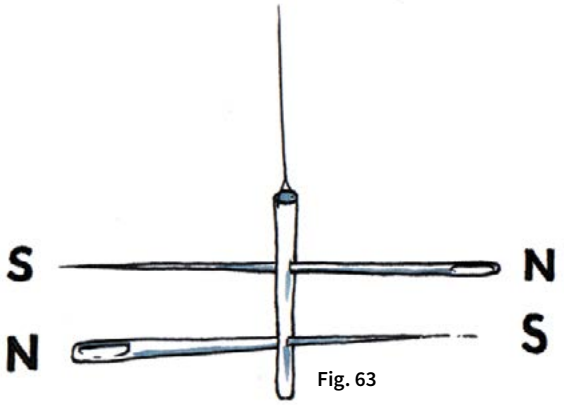


Fig. 63

64. LE FREIN MAGNÉTIQUE.

Nous reprenons la potence de l'expérience n.20, nous y suspendons la cloche en aluminium avec l'ouverture vers le bas (fig.64). Pour nous permettre de la suspendre, nous collons tout autour, une bande de papier fort à laquelle nous attachons les 3 fils de support. De cette façon, la cloche pend bien horizontalement. Elle doit toutefois être fixée suffisamment haut pour qu'on puisse placer l'aimant debout en dessous d'elle. L'expérience se fait en 2 stades :

a) Nous éloignons l'aimant, nous faisons tourner la cloche à la main un certain nombre de tours dans un sens et la laissons ensuite revenir librement. Nous comptons le nombre de tours qu'elle fait pour revenir.

b) Nous faisons à nouveau la même expérience mais en plaçant l'aimant en dessous d'un des bords de la cloche et nombre de tours Nous comptons à nouveau le nombre de tours au retour. Nous constatons que le nombre de tours est plus petit à la seconde expérience qu'à la première. Pourquoi?

Nous savons que l'aimant n'a aucune influence sur l'aluminium et pourtant il a freiné la course de celui-ci. La cloche a tourné dans un champ magnétique. Les lignes de force magnétiques ont créé dans l'aluminium un courant électrique qui travaille contre le champ magnétique. Voilà la raison du freinage.

Accessoires nécessaires : (20), 10, 13, du fil et du papier.

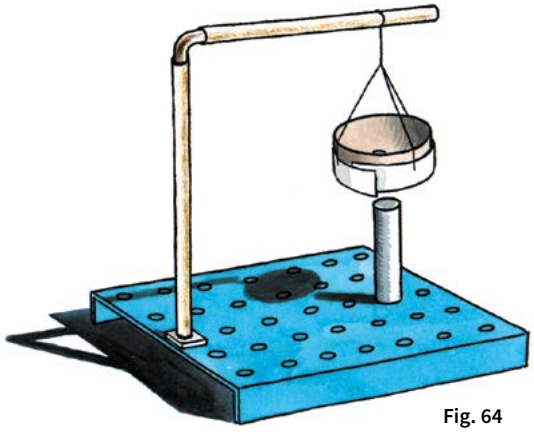


Fig. 64

65. LA BOUSSOLE MARINE.

Cette boussole (le compas de marine) est autrement construite que celles que nous avons utilisées jusqu'ici. Nous allons donc nous en construire une. Dans un léger carton, nous découpons un cercle de 10 cm de diamètre et nous y dessinons une rose des vents comme il y en a une sur la boussole contenue dans la boîte. De plus, nous partageons la circonférence en 360° en partant du Nord vers l'Est, c. à. d., vers la droite. Sur la rose des vents, nous collons les aiguilles aimantées que nous avons réalisées à l'expérience n.49, de telle sorte que le pôle Nord des aiguilles corresponde avec le N de la rose des vents. Nous suspendons alors notre disque en carton au moyen de 3 fils non retords. Nous utilisons ici la seconde potence fabriquée à l'expérience n.22. Dans ce compas, ce ne sont plus seulement les aiguilles qui bougent : elles entraînent avec elles le carton représentant la rose des vents. Au bout d'un petit moment, l'ensemble s'arrête sur la position Nord-Sud des aiguilles. Sous le compas, nous glissons une planchette ou un carton assez épais qui représentera le navire. Dans l'axe longitudinal de la planchette nous traçons une ligne et, au bout de celle-ci, vers le Nord, nous élevons un petit carton pourvu d'un trait vertical correspondant à la ligne d'axe du navire (ici, notre planchette). Si le navire navigue vers le Nord, le trait vertical doit correspondre avec le N du compas. Si maintenant le capitaine donne l'ordre : "Route à 8° à l'Est", le timonier tourne le gouvernail vers la droite jusqu'au moment où le compas indique : 8°E. Dans notre cas, nous tournerons la planchette vers la droite jusqu'à ce que son trait vertical se trouve en face de la graduation représentant 8° sur la rose des vents. En effet, les aiguilles aimantées n'ont pas bougé et continuent à indiquer le Nord magnétique. Afin d'éviter des erreurs dues aux mouvements du navire par suite de l'effet des vagues, le compas est suspendu dans un double cadre dont les axes de pivotement se trouvent à angle droit l'un par rapport à l'autre : c'est la suspension "à la cardan". Son but est de maintenir le compas toujours horizontal, quelle que soit la position du navire.

Accessoires nécessaires : (20), (49), du papier, du carton, un livre et du fil.

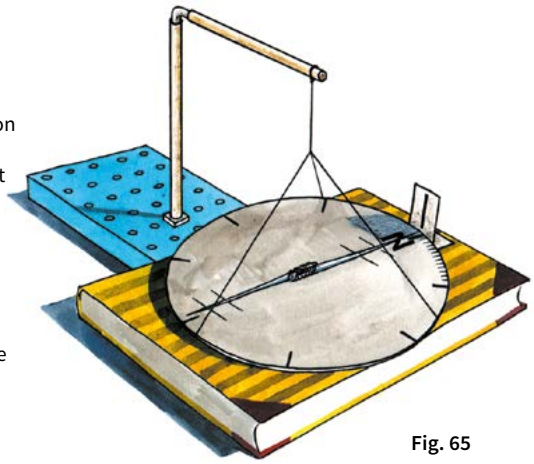


Fig. 65

66. LA DÉVIATION MAGNÉTIOUE.

Reprenant l'expérience précédente et, en supposant que le capitaine commande : " Route à 8°E ", nous obtiendrons donc un déplacement du bateau par rapport à notre compas.

D'autre part, comme nous le savons déjà, le fer attire un aimant. Si nous approchons de notre compas une pièce en fer, nous nous apercevons immédiatement que notre compas " dévie " et notre navire (notre planchette) semble prendre une autre direction.

Il y a de telles influences sur tous les navires et on les appelle la " Déviation". La cause en est le navire lui-même qui est construit en fer, dont les moteurs comportent du fer et dont certains accessoires tels que cabestans, bastingage, etc ...sont également en fer. Parfois cette déviation peut être causée par le chargement même du navire, par exemple : du minerai de fer, de nickel ou de cobalt. Afin d'éliminer la déviation, les compas des navires sont pourvus de petits aimants mobiles et de boules de fer, mobiles également.

Dans le cas de notre compas, après avoir placé une pièce de fer à droite, nous pouvons le " compenser " en plaçant une autre pièce de fer ou un aimant de l'autre côté. Ceux-ci ne doivent pas être du même volume ni de la même puissance que les pièces qui sont la cause de la déviation, il suffit de placer les éléments correcteurs plus près du compas. Nous cherchons alors la meilleure position jusqu'à ce que celui-ci soit revenu à sa position de 8°E.

Accessoires nécessaires : (65) et un marteau.

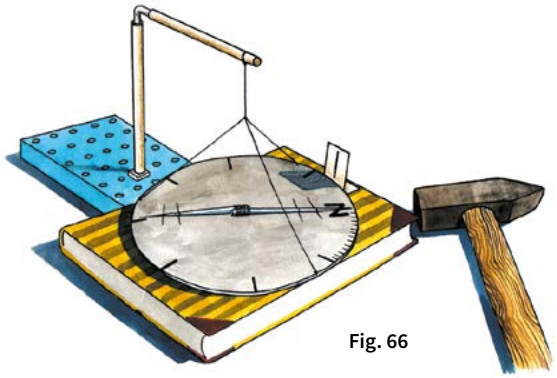


Fig. 66

67. AIGUILLES MAGNÉTIQUES DANS L'EAU.

Au moyen de 6 aiguilles à coudre, nous pouvons faire des expériences intéressantes sur l'attraction et la répulsion des pôles magnétiques. Nous aimantons de la même manière les 6 aiguilles. Nous découpons 6 petits cubes semblables dans du bouchon, nous y enfonçons nos aiguilles et nous les plongeons dans un bassin rempli d'eau, en veillant à ce que les chas des aiguilles soient par dessous. Le bassin ne peut pas être en fer. Les bouchons flottent, comme les polarités semblables se repoussent, nous voyons immédiatement qu'il se produit un distancement entre eux. Toutefois, il y a aussi des attractions entre le chas d'une aiguille et la pointe d'une autre parce qu'il y a là une polarité opposée. Le résultat de ces forces magnétiques opposées forme des mouvements intéressants à observer.
Nous faisons la même expérience successivement avec 5, 4 ou 3 aiguilles.
Accessoires nécessaires: 10, un récipient avec l'eau , six aiguilles à coudre, six petite bouchons.

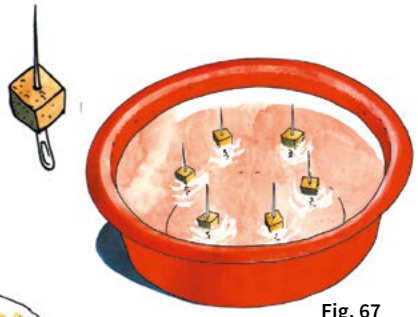


Fig. 67

68. LE CHAMP TOURNANT MAGNÉTIQUE.

Au moyen de papier, nous fabriquons un petit berceau suspendu par un fil; nous y glissons notre aimant de façon à ce qu'il soit parfaitement horizontal. Ensuite, nous le faisons tourner 8 à 10 fois sur lui-même dans le même sens. Dès que nous le lâchons, il commencera donc à tourner tout seul en sens inverse.
Si, avant de le lâcher, nous avons posé la boussole en dessous, nous remarquerons que les aiguilles de celle-ci tournent en concordance avec l'aimant parce que, en même temps que celui-ci, nous avons aussi un champ magnétique qui suit sa rotation.
Materials you will need: 10, 34, paper, thread.



Fig. 68

PILES, ELEMENTS, ACCUMULATEURS

69. LA PILE.

On peut se procurer des piles dans de nombreux magasins. La pile que nous utilisons est plate et ressemble à un étui d'où émergent deux extrémités. Ce sont deux pôles de la pile. L'extrémité plus courte est le pôle positif, indiqué par "+" et celle plus longue est le négatif, marqué par"-". II ne faut jamais toucher les pôles, ceci risquerait de décharger la pile. II ne faut pas non plus mettre en contact les deux pôles pour ne pas provoquer un court-circuit.

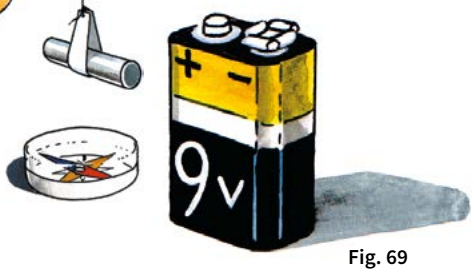


Fig. 69

70. L'ESSAI DE LA PILE.

Dans notre boîte, nous trouverons plusieurs accessoires qui nous permettent de vérifier l'état de charge de la pile. Nous choisirons l'ampoule et le galvanomètre. Si l'ampoule se met à brûler ou l'aiguille du galvanomètre commence à se remuer la pile est en bon état. A force de l'utiliser la pile se décharge.
Accessoires nécessaires : 2 x 7, 8, 14, 33, 35 et une pile.

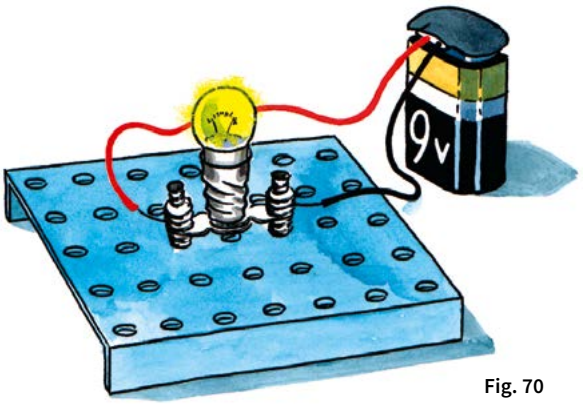


Fig. 70

71. L'AMPOULE ÉLECTRIQUE.

Dans cette expérience, nous verrons comment fonctionne une ampoule.
Dans une planchette, nous enfonçons 2 clous distants de 1 cm. Entre ces derniers, nous tendons un fil de fer de 0,1 mm d'épaisseur. Au travers de ce fil, nous faisons passer le courant de la nouvelle pile (fig. 71 à gauche). Le fil de fer rougit. Si nous utilisions en même temps le courant de 2 batteries, le fil fondrait. C'est d'après le même principe que fonctionnent les ampoules électriques.
Dans un globe sous vide se trouvent de fins fils de wolfram, un métal à très haut point de fusion. Ce filament rougit sous l'effet du courant, toutefois, il ne peut pas fondre parce qu'il n'y a pas d'oxygène dans le globe, l'air y ayant été remplacé par l'argon.
L'ampoule est très fragile. On ne peut pas la secouer ni la laisser tomber, surtout pendant qu'elle brûle. On peut la raccorder seulement au courant dont le voltage est indiqué sur son culot. L'ampoule contenue dans notre boîte est prévue pour une intensité de 9 volt. Un voltage plus élevé ferait fondre les filaments.
AVERTISSEMENT!:
- La pile est en court-circuit
- Connectez la pile pour un bref instant – juste le temps de comprendre l'expérience
- Soyez prudent afin de ne pas vous brûler les doigts.

Accessoires nécessaires : une planchette en bois, deux clous, du fil de fer et une pile.

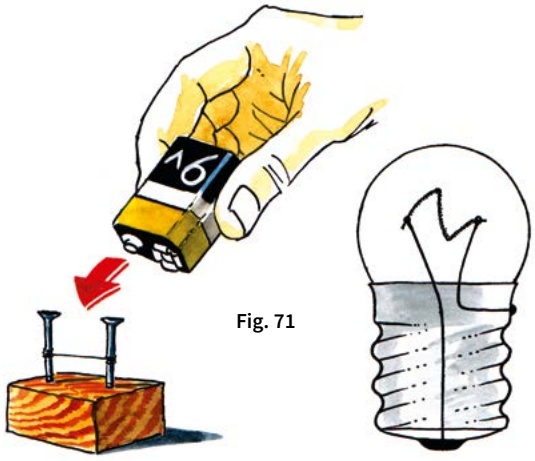


Fig. 71

72. LE CONTENU D'UNE PILE.

La pile plate (9V) est constituée de 6 éléments (ne pas confondre avec les éléments chimiques).
Chaque élément se compose d'un petit récipient en zinc, un sachet de poudre de carbone et d'une solution de sel d'ammoniaque. Les éléments sont réunis de la manière suivante:
Le zinc du premier élément est libre. (pôle négatif)
Le charbon du premier élément est relié avec le zinc du deuxième élément. Le charbon du deuxième élément est relié avec le zinc du troisième élément. Le charbon du sixième et dernier élément est libre. (pôle positif)
De l'ensemble de la pile émergent deux pôles, le négatif et le positif (charbon).

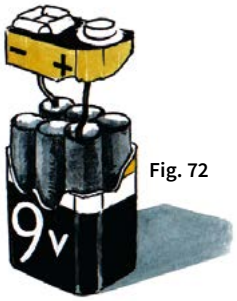


Fig. 72

73. LA DÉTÉRIORATION DE LA PILE.

Les piles ne peuvent servir que pendant un certain temps et ensuite on les jette. Quelles sont les pièces de la pile qui se sont détériorées ? C'est d'abord le zinc qui est rongé. Ensuite la solution de sel d'ammoniaque s'est desséchée. II ne reste que les sachets avec l'électrode de charbon et la poudre d'oxyde de manganèse.
Nous jetons les âmes des piles usées dans les conteneurs prévus.



Fig. 73

74. L'ÉLECTRICITÉ DANS LES CUISSES DE GRENOUILLE.

En 1791, on a rendue publique une expérience qui avait été faite par Monsieur Galvani, professeur d'Anatomie à l'Université de Bologne. A une potence en fer, il avait fixé un crochet en cuivre auquel était suspendue une paire de cuisses de grenouille. Comme il y avait du vent, celles-ci se balançaient et, chaque fois qu'elles venaient en contact avec le fer de la potence, elles tressaillaient comme si elles étaient encore vivantes. Galvani croyait que les tressaillements étaient dûs à l'électricité contenue dans le corps de l'animal. Beaucoup de savants de son temps partageaient son opinion.

Toutefois, Alexandre Volta, professeur à l'Université de Pavie, n'était pas de cet avis; il croyait également que les tressaillements étaient dûs à l'électricité, mais pas à celle contenue dans le corps de l'animal. A son avis, l'électricité était produite, d'un côté par le contact direct du cuivre et du fer, tandis que de l'autre côté, elle passait à travers un corps humide qui ne doit pas néces sairement être celui d'un animal. Cette divergence d'opinion entre Volta et les adeptes de Galvani dura plusieurs années. Ce n'est qu'en 1799 que Volta créa un appareil au moyen duquel il put faire la preuve de sa théorie.

Nous aussi, nous construirons cet appareil. Toutefois, il nous faudra d'abord faire la connaissance d'un appareil destiné à mesurer l'électricité. Cet appareil s'appelle le galvanomètre.

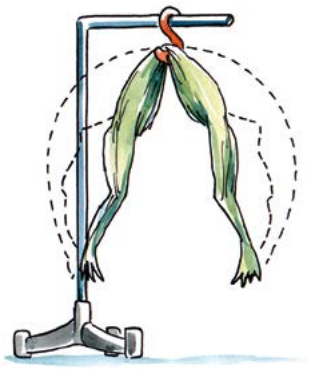


Fig. 74

75. LE GALVANOMÈTRE.

Le galvanomètre contenu dans notre boîte se compose de 3 parties principales : la boussole, la base et le bobinage. La boussole contient, outre l'aiguille magnétique ayant une extrémité rouge et l'autre bleue, encore une aiguille métallique jaune supplémentaire. Pour effectuer les mesures, nous posons la boussole dans le bobinage du galvanomètre et la toumons de sorte que l'aiguille jaune se trouve amenée en position O.

Pendant les mesures, il ne pourra y avoir dans le voisinage aucun aimant ni pièce en fer.

Accessoires nécessaires: 1, 34.

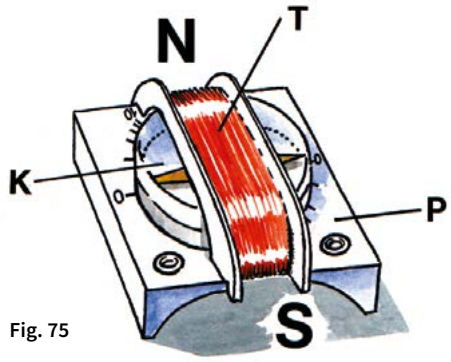


Fig. 75

76. DÉCOUVERTE DE VOLTA.

Nous nettoyons avec du papier de verre la plaque de zinc (Zn) et la plaque de cuivre (Cu) contenues dans notre boîte et nous les relions au galvanomètre au moyen des fils pourvus de fiches (voir fig. 76). L'aiguille jaune doit se trouver en position O. Nous faisons les expériences suivantes :

a) nous glissons un morceau de papier-joumal entre les 2 plaques de métal; les aiguilles du galvanomètre ne bougent pas;

b) nous humidifions avec de l'eau, le papier se trouvant entre les plaques; l'aiguille dévie, montrant de ce fait qu'il y a du courant qui passe dans le bobinage du galvanomètre;

c) nous inversons les pôles (nous relions le fil menant à la plaque de zinc avec celle de cuivre et vice versa). L'aiguille déviera dans le sens opposé à celui du point 2.

d)Nous appuyons énergiquement sur les plaques. L'aiguille déviera davantage;

e) si nous diminuons les surfaces en contact, la déviation de l'aiguille diminuera.

L'expérience que réalisa Volta se distingue toutefois de la nôtre. En son temps, il n'existait pas encore de galvanomètre capable de mesurer de si faibles intensités. Volta créait du courant électrique avec ce qu'on appelle la pile de Volta. Sur une plaque de zinc, il posait un chiffon humide de même dimension, suivi d'une rondelle de cuivre, puis à nouveau du zinc, un chiffon mouillé, du cuivre et ainsi de suite environ 60 fois. Le tout avait l'aspect d'une colonne. Dans celle-ci, il y avait donc un contact direct entre les deux métaux par l'intermédiaire du chiffon mouillé. II se créait ainsi un courant électrique. Ceci fut la première tentative humaine de fabrication de courant électrique. Cette découverte toute simple rendit le nom de Volta célèbre dans le monde de la Science.

C'est d'après son nom que l'unité de tension électrique fut appelée : "Volt ", et l'appareil servant pour mesurer cette tension : "Voltmètre ". La paire de plaques que nous avons assemblée plus haut se nomme " élément de Volta" (fig. 76). Depuis la découverte de Volta jusqu'à ce jour, de nombreux autres éléments furent créés qui, en l'honneur de Galvani, furent désignés comme éléments galvaniques.

Accessoires nécessaires : 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, du papier et de l'eau.

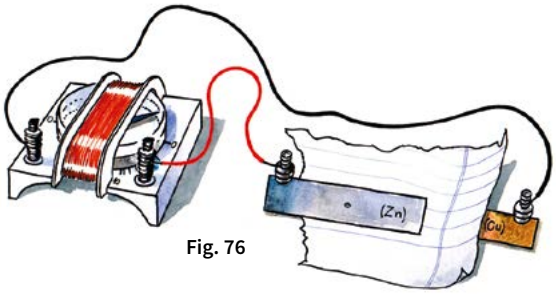


Fig. 76

77. UN ÉLÉMENT COMPOSÉ DE CUIVRE, DE ZINC ET D'UNE SOLUTION SALÉE.

Dans un verre rempli d'eau salée, nous trempons une plaque de cuivre et une plaque de zinc que nous raccordons toutes deux au moyen de cables au galvanomètre (fig. 77). L'aiguille de celui-ci dévie fort, ce qui prouve qu'il passe un fort courant électrique dans cet élément.

Accessoires nécessaires : 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, un verre d'eau et du sel.

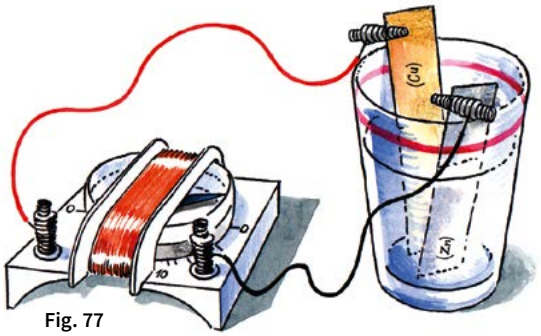


Fig. 77

78. POLARISATION ET DÉPOLARISATION.

a) Nous relions au galvanomètre l'élément galvanique composé du zinc-cuivre-eau salée comme dans l'expérience n° 77. Observons l'aiguille du galvanomètre! Au début, elle dévie et nous prouve donc que l'élément fournit de l'électricité. Toutefois, l'aiguille retourne lentement. Il semble donc que le courant faiblit. Aussitôt qu'on rajoute du sel, le courant devient plus fort pour faiblir à nouveau. Pourquoi le courant faiblit-il?

Sur la plaque d'électrode en cuivre se forment des bulles d'hydrogène causées par la décomposition du sel. Ces bulles empêchent le fonctionnement de l'élément. C'est ce qu'on appelle : la polarisation.

b) Au moyen d'une baguette de bois ou d'un chiffon, nous enlevons les bulles provenant du cuivre. L' élément fournit à nouveau du courant.

c) Nous jetons la solution d'eau salée et nous la remplaçons par du sable bien lavé. L'élément fournit du courant pendant une plus longue période. Les bulles d'hydrogène se mélangent maintenant avec l'oxygène de l'air pour devenir de nouveau de l'eau parce qu'il y a de l'air entre les grains de sable. Par cela nous empêchons la polarisation. C'est pour cela qu'on appelle le sable un" dépolarisant ".

Accessoires nécessaires : 1, 4 x 7, 23, 24, 33, 34, un verre, de l'eau, du sel et du sable.

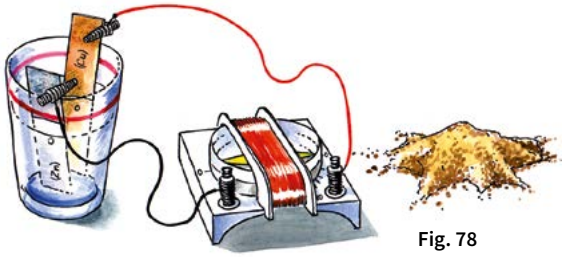


Fig. 78

79. L'ÉLÉMENT LECLANCHÉ

La pile 9V se compose de 6 éléments Leclanché, dans lesquels le zinc donne le pôle négatif, le charbon le positif et l'oxyde de manganèse fait fonction de dépolarisant. L'électrolyte (le liquide entre les pôles) est une solution de sel d'ammoniaque et d'eau dans la proportion 1:3. Cette solution est toutefois mélangée à un épaississant, qui la rend pâteuse. C'est ce qu'on appelle : une batterie sèche.



Fig. 80

80. COMMENT LE COURANT ÉLECTRIQUE NALT DANS L'ÉLÉMENT.

Sous l'influence des forces électriques régnant entre le liquide et les métaux, ceux-ci créent des ions positifs. De cette manière, le métal (dans notre cas : du zinc) contient un superflu d'électrons. Si maintenant, en dehors de l'élément, nous relions par un fil le zinc et le charbon (comme nous l'avons fait avec le cuivre dans l'expérience précédente), les électrons en surnombre dans le zinc s'en vont vers le charbon où il en manque. C'est ainsi que se crée un courant électrique.
Mais que représentent les ions?
Comme nous le savons déjà, les corps sont composés de molécules et d'atomes, alors que les atomes possèdent des noyaux et des électrons. Chaque atome possède un nombre déterminé d'électrons. Si, d'un atome ou d'un groupe d'atomes nous enlevons quelques électrons, l'atome se transforme en ion. Un ion naît aussi lorsqu'un atome ou un groupe d'atomes possède plus d'électrons qu'il ne lui faut normalement . Dans le premier cas, le ion est positif, dans le second cas, il est négatif. La fig. 80 montre à gauche, un ion positif et à droite, un ion négatif.

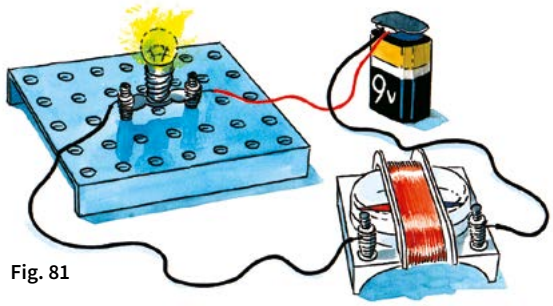


Fig. 81

81. LE CIRCUIT ÉLECTRIQUE.

La fig. 81 représente un circuit électrique composé d'une pile, d'une ampoule, du galvanomètre et des fils de liaison. Le courant passe de la pile vers l'ampoule, de celle-ci vers le galvanomètre et de celui-ci, il retourne à la pile.
Aussi longtemps que le courant passe, l'ampoule s'éclaire et l'aiguille du galvanomètre est déviée. Si ce circuit est interrompu en n'importe quel endroit, le courant ne circule plus.
Le courant ne peut circuler que dans un circuit fermé.
Accessoires nécessaires : 1, 4 x 7, 8, 14, 33, 34, 35 et une pile.

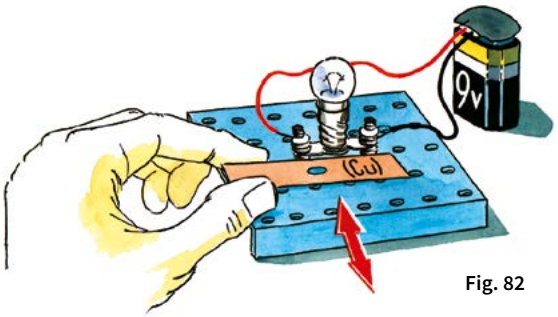


Fig. 82

82. COURT-CIRCUIT.

Nous installons un circuit électrique au moyen de la pile et de l'ampoule, ainsi qu'il est indiqué à la fig. 82. Dès que nous fermons le circuit, l'ampoule s'éclaire.
Au moyen de la plaque de cuivre ou de n'importe quel objet métallique, nous relions directement les 2 pôles de la pile. L'ampoule s'éteint : nous avons provoqué un court-circuit et la pile se décharge très rapidement. Par le pontage en court-circuit qui ne possède pas de résistance électrique perceptible, un courant très puissant passe du pôle négatif vers le pôle positif de la pile.
Pour garder la pile en bon état, il faut éviter de provoquer des courts-circuits.
Accessoires nécessaires : 2 x 7, 8, 14, 24, 33, 35 et une pile.

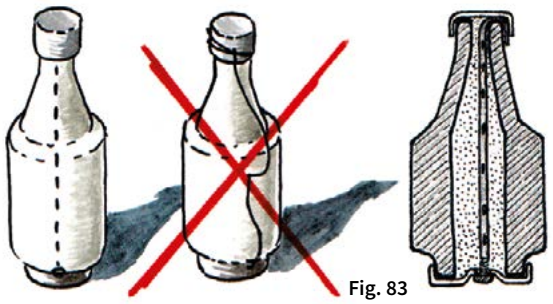


Fig. 83

83. LE FUSIBLE

Le courant électrique que nous utilisons dans notre maison a une tension de 220 V. Afin d'éviter des dégâts causés par des courts-circuits, chaque circuit électrique est protégé par un fusible. L'ensemble de ceux-ci se trouve près du compteur. Ils peuvent être réalisés soit d'une façon électromagnétique soit d'une façon thermique. Nous parlerons ici des fusibles thermiques. Le fusible (fig.83) se compose d'un cylindre en céramique (1) au centre duquel passe un fin fil (3) posé dans du sable siliceux (2) . Il est maintenu en place par 2 capsules métalliques et un petit ressort(4). S'il se produit un court-circuit, le fil chauffe tau point de fondre. Dans ce cas, il faut d'abord rechercher la cause du court-circuit dans les installations électriques. Elle peut provenir d'une surcharge du circuit lorsque trop d'appareils y sont branchés ou d'un court-circuit entre les éléments montés. Dès que nous aurons découvert la cause de la destruction du fusible, nous remplaçons celui-ci par un nouveau. Il est interdit et d'ailleurs fort dangereux, de réparer un fusible en le pontant au moyen d'un fil extérieur (fig. 83, à droite). Cela peut provoquer des incendies ou des dommages aux appareils.

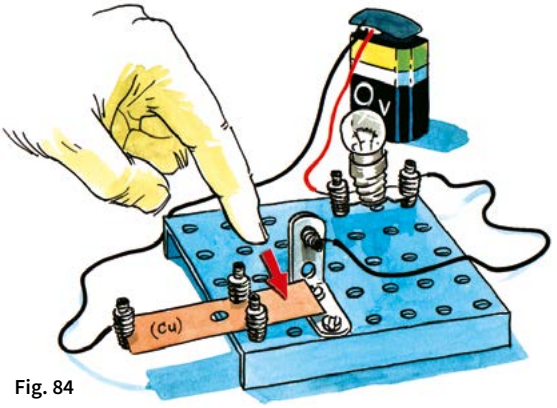


Fig. 84

84. UN BOUTON ÉLECTRIQUE.

La fig. 84 représente l'assemblage, le cablage et le fonctionnement d'un bouton électrique avec une pile et une ampoule. Si on appuie sur le bouton, on ferme le circuit et la lampe s'allume, aussi longtemps que l'on appuie sur le bouton.
On utilise un système analogue dans les boutons de sonnerie à la porte des maisons.
Accessoires nécessaires : 2 x 5, 2 x 6, 6 x 7, 8, 14, 24, 28, 33, 35 et une pile.

85. TÉLÉGRAPHE LUMINEUX.

L'appareil que nous avons monté à l'expérience précédente peut aussi être utilisé pour faire du télégraphe lumineux. Les lettres sont transmises par l'alphabet de Morse, qui est une combinaison de signaux lumineux courts et longs (fig.85). L'avantage du télégraphe lumineux réside dans le fait que pour la transmission des signaux, il ne nécessite pas l'utilisation de fils. Son désavantage réside toutefois dans le fait qu'il ne peut servir qu'entre 2 points situés à portée de vue et seulement la nuit. Si le message que l'on désire transmettre doit rester secret, il faudrait créer un alphabet chiffré.

A • −	J • − − −	S • • •	1 • − − − −
B − • • •	K − • −	T −	2 • • − − −
C − • − •	L • − • •	U • • −	3 • • • − −
D − • •	M − −	V • • • −	4 • • • • −
E •	N − •	W • − −	5 • • • • •
F • • − •	O − − −	X − • • −	6 − • • • •
G − − •	P • − − •	Y − • − −	7 − − • • •
H • • • •	Q − − • −	Z − − • •	8 − − − • •
I • •	R • − •		9 − − − − •
			0 − − − − −

Fig. 85

86. L'INTERRUPTEUR.

Le bouton électrique que nous avons construit à l'expérience n. 84 est destiné aux installations dans lesquelles le courant ne doit être envoyé que pour de courtes périodes, comme la sonnerie électrique ou le télégraphe lumineux. Si, par contre, le courant doit rester établi pendant un temps plus long, nous devons posséder un interrupteur tel qu'il est décrit à la fig. 86. Si nous poussons le levier vers la gauche, nous fermons le circuit et la lampe s'allume. Elle restera allumée tant que nous n'aurons pas repoussé le levier vers la droite. Les leviers des interrupteurs utilisés dans les installations des maisons sont poussés toujours dans le même sens et sont contenus dans un boîtier en matière isolante. Comme il s'agit d'un courant de tension très élevée, nous ne pouvons en aucun cas toucher les parties métalliques de ces interrupteurs.

Accessoires nécessaires: 3 x 5, 3 x 6, 4 x 7, 8, 14, 24, 2 x 28, 33, 35 et une pile

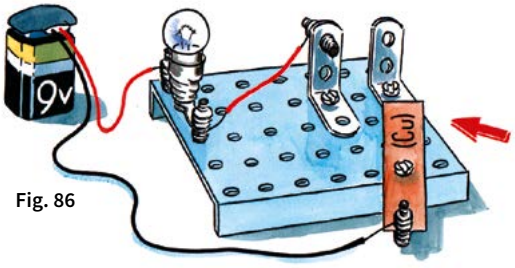


Fig. 86

87. UN INVERSEUR POUR 2 AMPOULES.

Au moyen d'un interrupteur, nous pouvons éclairer et éteindre plus d'une ampoule en même temps. La fig.87 nous montre deux ampoules qui s'alimentent chacune à leur tour à la même pile au moyen d'un inverseur. On pourrait de cette façon construire un inverseur pour les signaux de signalisation à un carrefour où il faut éclairer successivement le feu rouge, jaune et vert.

Accessoires nécessaires : 3 x 5, 3 x 6, 7 x 7, 8, 2 x 14, 24, 2 x 28, 33, 2 x 35 et une pile.

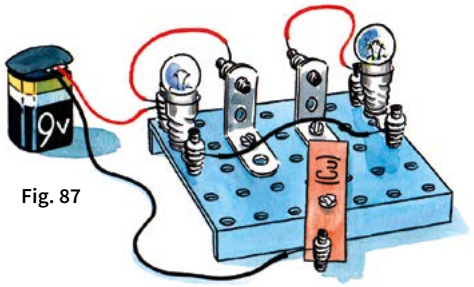


Fig. 87

88. UNE SEULE AMPOULE AVEC DEUX INTERRUPTEURS

Comment devons-nous faire si nous voulons commander une même ampoule dans notre maison, depuis le rezde-chaussée et depuis le premier étage? Pour cela, nous avons besoin de 2 inverseurs, d'une ampoule, d'une source de courant (dans notre cas, c'est la pile) et des fils. Au moyen des pièces contenues dans notre boîte, nous construisons 2 inverseurs, chacun d'un côté du socle. La fig. 88 nous montre comment nous devons relier les deux inverseurs entre eux ainsi qu'avec l'ampoule et la pile.

Avec n'importe lequel des 2 inverseurs, nous pouvons maintenant allumer ou éteindre notre ampoule. Nous pouvons aussi l'allumer avec un inverseur et l'éteindre avec l'autre depuis le premier étage, ou inversement.

Cette installation s'appelle : l'installation correspondante.

Accessoires nécessaires : 6 x 5, 6 x 6, 8 x 7, 8, 14, 23, 24, 4 x 28, 33, 35 et une pile.

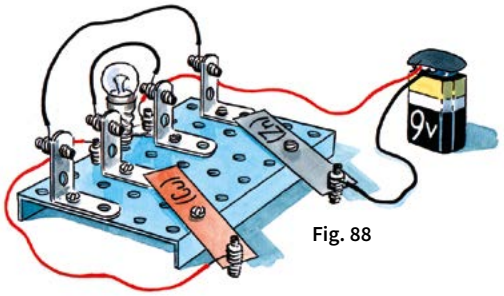


Fig. 88

89. MONTAGE D'AMPOULES EN PARALLÈLE.

11. A notre pile, nous raccordons graduellement 3 ampoules en parallèle. Observation : La première ampoule brûle très fort, de même que la deuxième et la troisième. Quel est le débit total du courant utilisé ?

La tension de notre pile est 9V. La première ampoule utilise une intensité de 0,05 A (ampère), de même que la deuxième. Le débit total du courant est donc:

P = 9V(3x0,05)=1,35W 2. Si nous dévissons une des ampoules, nous remarquons que les deux autres continuent à brûler.

Le montage d'ampoules en parallèle est utilisé dans les maisons pour l'éclairage électrique.

Accessoires nécessaires: 6 x 7, 8, 3 x 14, 33, 3 x 35 et une pile.

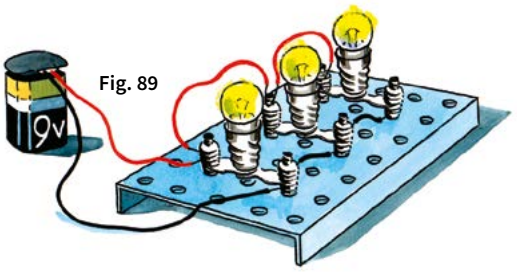


Fig. 89

90. MONTAGE D'AMPOULES EN SÉRIE

1. A notre pile, nous raccordons graduellement trois ampoules en série. Lorsque nous raccordons une seule ampoule, elle éclaire très fort, quand nous raccordons deux ampoules en série, elles éclairent moins fort, alors que trois ampoules raccordées en série donnent une lumière qu'on peut à peine distinguer.

Dans le premier cas, l'ampoule utilise une intensité de 0,05 A et reçoit une tension de 9 V. Quand 2 ampoules sont reliées en série, la tension devrait être deux fois plus grande, et pour les 3 ampoules, même trois fois plus grande.

2. Au cours de l'expérience précédente, nous dévissons une des trois ampoules. Toutes les 3 ampoules s'éteindront parce que nous avons interrompu le circuit électrique.

Accessoires nécessaires: (89).

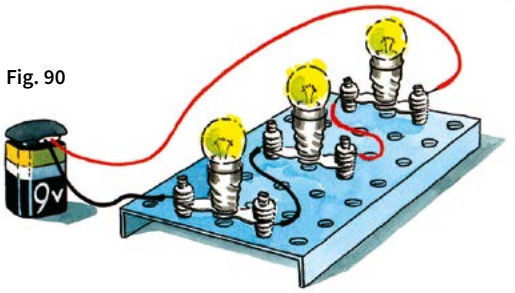


Fig. 90

91. AUGMENTATION DE LA TENSION DES PILES.

a) Lors de l'expérience n.72, nous avons vu le contenu d'une pile. Nous avons constaté qu'elle contient 6 éléments. La barre de charbon constitue l'électrode positive, le zinc est l'électrode négative, de même que la solution de sel d'ammoniaque qui constitue l'électrolyte. L'oxyde de manganèse y travaille comme dépolarisant. Les éléments de la pile sont reliés en série. Chaque élément fournit une tension de 1,5V. La pile entière fournit donc 6x1,5 = 9V (fig. 91, à gauche).

b) Si nous mettons en série 2 piles (fig. 91, à droite), cet ensemble nous donnera une tension de 2x9 = 18V.

Accessoires nécessaires: deux piles.

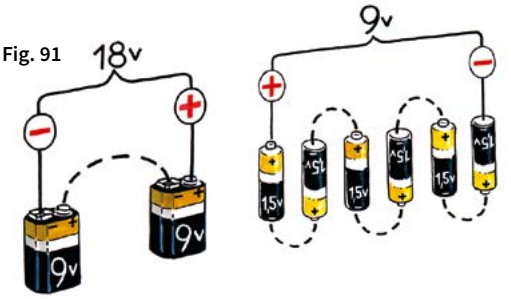


Fig. 91

92. AUGMENTATION DU DÉBIT DE LA PILE.

La nouvelle pile plate a un débit suffisant pour alimenter trois ampoules, chacune consommant 0,05A. Si nous avons besoin d'une plus grande puissance, nous pouvons brancher plusieurs piles en parallèle, comme indiqué à la fig. 92. Quoique la tension de chacune des piles soit 9V, la tension totale n'augmente pas, tout en obtenant une plus grande intensité des piles liées en parallèle.

Accessoires nécessaires: 33, et trois piles.

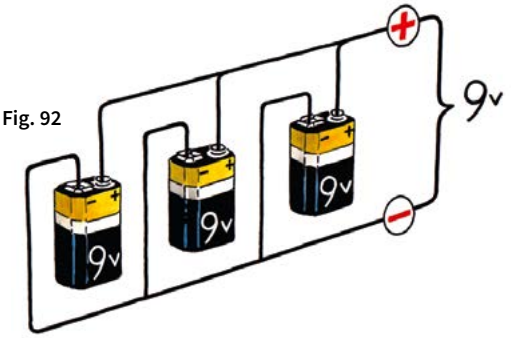


Fig. 92

93. LA VITESSE DE PROPAGATION DES SIGNAUX ÉLECTRIQUES.

Le signal électrique peut, en 1 seconde, faire 7 fois le tour de la terre. La vitesse de propagation des courants ou des ondes électriques est de 300.000 km/sec (kilomètre par seconde). L' expérience illustrée à la fig. 93 est toutefois impossible; le dessin nous permettra simplement de nous rendre plus tangible l'idée de cette vitesse

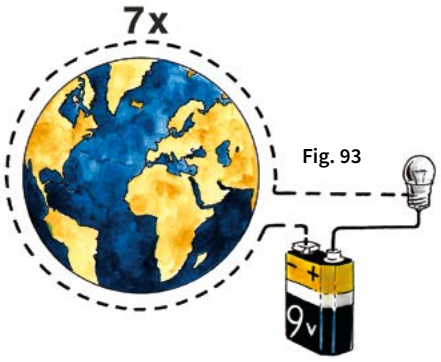


Fig. 93

94. EXPÉRIENCE DE CONDUCTIBILITÉ.

Au moyen des accessoires contenus dans notre boîte, nous réalisons un appareil qui nous permettra de contrôler la conductibilité de différentes matières. La fig. 94 nous montre comment nous devons construire notre appareil.

a) Epreuve de base

Nous posons sur les 2 plaques l'objet dont nous désirons éprouver la conductibilité; ainsi nous ermons le circuit. Si l'ampoule s'éclaire, c'est que l'objet que nous avons soumis à notre essai est un bon conducteur électrique. Nous essayons successivement : du plomb, un carton, le rhéostat de notre boîte. Aucun de ces objets ne provoque l'illumination de l'ampoule; ce qui pourrait nous faire supposer qu'il s'agit d'objets isolants. Ce n'est toutefois pas le cas, car, dans l'expérience n.18, nous avons pourtant constaté que le crayon provoquait la décharge d'un électroscope. Comment pouvons-nous expliquer cette contradiction?

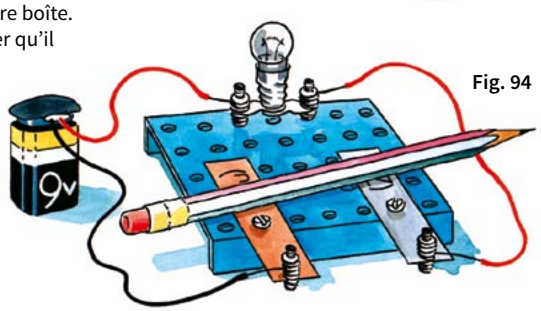


Fig. 94

La tension utilisée dans la présente expérience est de 9V, tandis que dans l'expérience n.18, il s'agissait de quelques centaines de volts. Ce n'est donc pas seulement la composition des différents objets qui peut nous renseigner sur leur bonne ou mauvaise conductibilité. Il faut d'ailleurs dire qu'il n y a pas de conducteurs ou d'isolants parfaits : on peut uniquement parler de "bons" conducteurs ou de "bons" isolants. Parmi les bons conducteurs, nous pouvons citer l'argent, le cuivre, l'aluminium; par contre, dans les bons isolants, nous trouvons le verre, le caoutchouc, la porcelaine et le polyvinyl.

b) Dans l'appareil décrit à la figure précédente, nous remplaçons l'ampoule par le galvanomètre et nous essayons à nouveau la conductibilité du fil de notre rhéostat. L'aiguille de notre galvanomètre dévie immédiatement, ce qui prouve que le fil de constantan transporte le courant, mais pas aussi bien que le fil de cuivre.

c) Essayons maintenant la conductibilité d'une pomme de terre. Nous en choisissons une, nous la coupons en deux et nous plaçons une des moitiés avec sa face plate sur l'une des plaques de notre boîte. L'ampoule ne s'éclairera probablement pas, mais l'aiguille du galvanomètre déviera, ce qui nous prouve la conductibilité de la pomme de terre. Elle laisse passer d'autant plus de courant que les surfaces en contact sont grandes et que la pression est plus forte. En aucun cas, nous ne pouvons toucher des fils dénudés, ceux-ci pouvant bien être des fils à haute tension ou des fils téléphoniques ou télégraphiques.

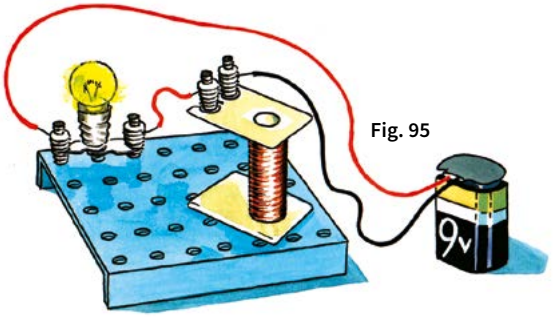


Fig. 95

Il est très dangereux de toucher des fils à haute tension avec les mains humides ou objets humides que nous tenons en main (par exemple, le fil humide des cerfs-volants).

Accessoires nécessaires : 2 x 5, 2 x 6, 4 x 7, 8,14, 23, 24, 33, 35, une pile et divers objets.

95. LA RÉSISTANCE D'UN CONDUCTEUR

a) Nous fermons le circuit en reliant l'ampoule, le bobinage et la pile, comme indiqué à la fig. 95. L'ampoule brûle très légèrement. Il est évident que le long et fin fil du bobinage ne laisse pas passer autant de courant que le fil plus épais et plus court. Le fil offre une résistance au passage du courant.

Nous pouvons faire la même expérience avec le galvanomètre et la bobine ou solenoïde.

b) Nous fermons le circuit en raccordant l'ampoule, le bobinage et la pile. L'ampoule s'éclaire très légèrement. Nous observerons toutefois un autre phénomène.

Nous interrompons le circuit ! L'ampoule s'éteint. Est-ce que l'ampoule s'éclairera à nouveau lorsque nous aurons établi la liaison ?



Fig. 96

Non. L'ampoule met un certain temps avant qu'elle ne recommence à brûler. Non seulement le long fil du bobinage offre une résistance au passage du courant, mais de plus, la fermeture du circuit provoque dans le bobinage un courant induit, qui lui aussi, s'oppose au passage du courant. C'est de là que provient le retard. C'est la résistance inductive, à l'opposé de celle galvanique offerte par le fil lui-même.

Accessoires nécessaires : 4 x 7, 8, 11, 14, 33, 35 et une pile.

96. LA RÉSISTANCE RÉGLABLE OU RHÉOSTAT.

Nous avons dans notre boîte une pièce appelée résistance ou rhéostat. Elle est constituée par un fil de constantan bobiné sur une plaquette en matière isolante. Le fil de constantan offre une grande résistance au passage du courant électrique. Nous fermons le circuit au moyen du rhéostat, de l'ampoule et de la pile, comme indiqué à la fig. 96. Si nous déplaçons la fiche K dans un sens ou dans l'autre, l'ampoule s'éclaire plus fort ou moins fort au fur et à mesureque nous diminuons ou allongeons la résistance.

Accessoires nécessaires : 2 x 5, 2 x 6, 3 x 7, 8, 14, 30, 33, 35 et une pile.

97. LA RÉSISTANCE CHAUFFANTE ÉLECTRIQUE.

Nous formons un circuit au moyen d'une pile et d'un pôle de notre rhéostat (fig. 97). Le courant, en passant dans le fil, provoque l'échauffement de celui-ci. Nous disposons ainsi d'une petite résistance chauffante électrique. De nombreux appareils domestiques fonctionnent selon ce même principe : le fer à repasser, le radiateur, le réchaud électrique, le chauffe-eau électrique, etc. Dans ces appareils, l'énergie électrique est transformée en chaleur.

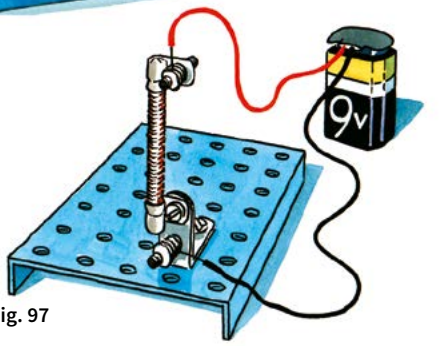


Fig. 97

Accessoires nécessaires : 2 x 5, 2 x 6, 2 x 7, 8, 28, 30, 33 et une pile.

98. L'ALLUMEUR ÉLECTRIQUE.

Dans une planchette, nous enfonçons 2 clous distants de 1 cm. Nous les relions par un fil de fer de 0,1 mm de diamètre. Nous saupoudrons le fil avec du soufre récolté sur quelques têtes d'allumettes. Nous raccordons la pile aux clous, comme indiqué à la fig. 98. Aussitôt, le souffre s'enflamme. Sous l'effet du courant électrique, le fil de fer a chauffé et mis feu au souffre. C'est ce système qu'on utilise dans les carrières et dans les mines pour faire sauter les charges explosives. Expérience à réaliser sur une surface ininflammable.

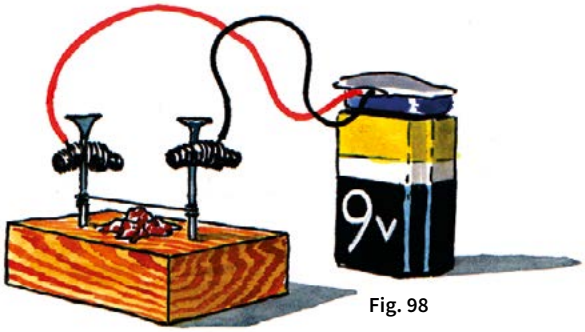
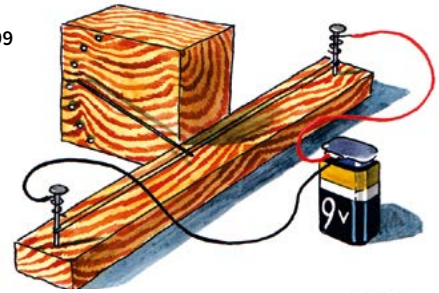


Fig. 98

Accessoires nécessaires : 2 x 7, 33, du fil de fer, un petite planche en bois, deux clous et une pile

99. L'AMPÈREMÈTRE RÉALISÉ AVEC UN FIL CHAUFFANT.

Fig. 99

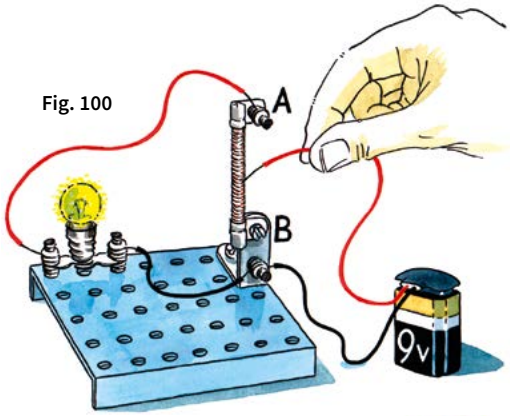


Dans une planchette de 20 à 25 cm et de 3 cm de largeur, nous enfonçons 2 clous. Entre eux, nous tendons un double fil de constantan de 0,2 mm de diamètre. Comme aiguille indicatrice, nous utilisons une fine baguette en bois ou en papier. Nous avons ainsi préparé un ampèremètre avec un fil chauffant. Dès que nous envoyons le courant dans nos deux clous au moyen de la pile, l'aiguille déviera, parce que le fil s'échauffe et de ce fait s'allonge.

Accessoires nécessaires: 33, 37, un petite planche en bois, deux clous, un bâtonnet et une pile.

100. LE POTENTIOMÈTRE.

Fig. 100

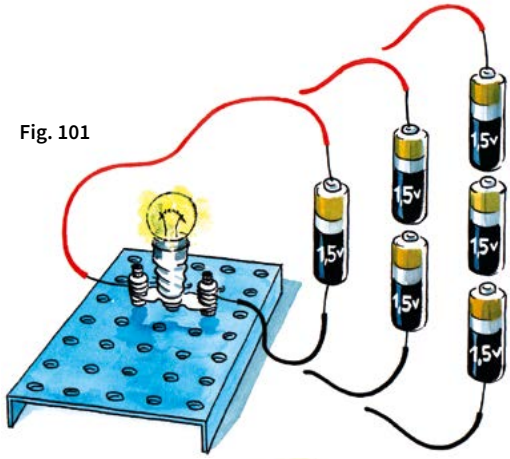


Nous formons un circuit au moyen d'une ampoule, de la résistance et de la pile (fig. 100). Dans cette expérience, la résistance sert de potentiomètre. Nous faisons les expériences suivantes:
Au moyen de l'extrémité libre du fil, venant de la pile, nous touchons le potentiomètre au point A. L'ampoule s'éclaire très fort. Si nous descendons de A vers B, l'éclairage de l'ampoule diminuera de plus en plus jusqu'à s'éteindre totalement. En passant par la résistance, la tension de 9V de la pile tombe régulièrement. Lorsque nous faisons la liaison en A, l'ampoule est reliée directement à la pile et reçoit donc une tension de 9V. Lorsque nous glissons le contact vers le bas, la tension diminue tandis que la résistance augmente. A michemin entre A et B, il n'y a plus que 4,5V, tandis qu'en B, la tension estdevenue nulle.

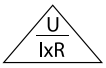
Accessoires nécessaires : 5, 6, 4 x 7, 8, 14, 28, 30, 33, 35 et une pile.

101. LA LOI D'OHM

Fig. 101



Nous relions 3 piles à 1,5V en série, comme dans l'expérience 91, et nous faisons la liaison avec l'ampoule (fig. 101). Lorsque nous la raccordons seulement à la première pile (1,5V), l'ampoule brûle faiblement. Avec la deuxième pile raccordée, la tension augmentera (1,5V x 2=3V), et l'ampoule brûlera plus fort. Avec les 3 piles raccordées, l'ampoule brûlera encore plus fort, parce que la tension a encore augmenté (1,5V x 3=4,5V).
Nous pouvons continuer ainsi jusqu'à 8 piles (8 x 1,5 V = 12 V). L'ampoule est prévue pour un voltage de 12 V.
Dans cette expérience, nous avons appris que l'intensité croissait en fonction inverse de la résistance. Dans l'expérience no. 96, nous avons appris que plus faible est la résistance du fil, plus puissante est la tension.
La puissance du courant dépend donc de la tension de la source de celui-ci et de la résistance du fil ou appareil consommateur de courant. Plus puissante est la tension et plus faible est la résistance, plus puissant sera le courant.
Ceci est la Loi d'Ohm.
Si nous désignons la puissance, la tension et la résistance par les symboles internationaux:
I = l'intensité (mesurée en ampères - A)
U = la tension (mesurée en volts - V)
R = la résistance électrique (mesurée on ohms - Ω), Il s'ensuit que:
I = U / R

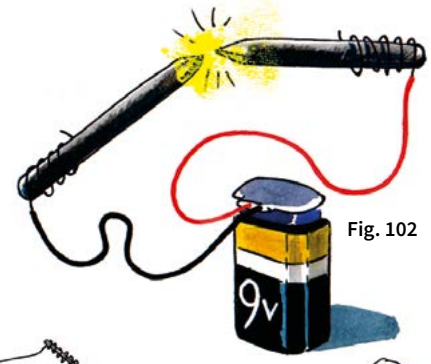


Si maintenant dans cette formule, nous couvrons du doigt le symbole indiquant la valeur que nous désirons déterminer, nous constaterons que
I = U/R
U = I x R
R = U/I

Accessoires nécessaires : 2 x 7, 8, 14, 33, 35 et trois piles.

102. L'ARC ÉLECTRIQUE.

Fig. 102

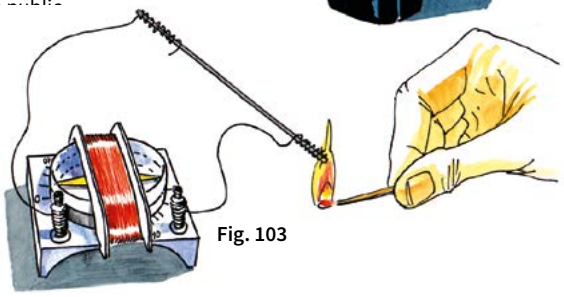


Nous taillons en pointe les extrémités des deux bâtons de charbon, nous les raccordons à notre pile, comme indiqué à la fig. 102. Nous rapprochons les 2 pointes jusqu'à ce qu'elles se touchent et nous les séparons immédiatement après. Entre les 2 pointes, nous percevons alors un petit mais très lumineux arc électrique. Nous répétons le même exercice avec 2 ou plusieurs piles et sous l'eau ! L'arc électrique était utilisé dans les premiers projecteurs pour le tournage de films. A l'époque, on utilisait cette application aussi dans le système d'éclairage public.

Accessoires nécessaires : 33, deux bâtonnets de carbonne et une pile.

103. PILES THERMOÉLECTRIQUES.

Fig. 103

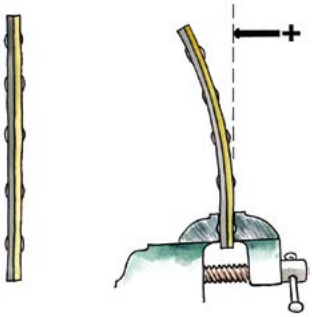


Aux 2 extrémités d'une baguette de fer de 12 à 13 cm de longueur, nous enroulons à plusieurs tours 2 bouts de fil de constantan de 0,2 mm de diamètre. Les extrémités du fil restées libres, sont attachées aux bornes du galvanomètre (fig. 103). Dès que les aiguilles se sont arrêtées (l'aiguille jaune doit se trouver en position O), nous chauffons un des points de raccord. L'appareil que nous avons construit trouve de larges applications en technique sous le nom de piles thermoélectriques; surtout pour la mesure des hautes températures dans les aciéries ou dans l'industrie de la porcelaine.

Accessoires nécessaires : 1, 2 x 7, 9, 34, 37 et des allumettes.

104. LES LAMES BIMÉTALLIQUES

Fig. 104



Nous prenons un morceau de tôle de fer de 1 cm x 10 cm et un morceau de même dimension de zinc ou d'aluminium. Nous les posons l'un sur l'autre, et les rivetons ensemble. Si nous les prenons avec une pince par une extrémité et les réchauffons, la lame se courbe, parce que le zinc a un plus grand coefficient de dilatation que le fer.
Les lames bimétalliques sont utilisées dans les thermostats. Ce sont des appareils électriques qui, à une température fixée à l'avance et réglable, interrompent un circuit électrique. Aussitôt que la température aura à nouveau baissé (ou augmenté), le thermostat rétablit le circuit (fig. 104, à droite). C'est ce système qui est utilisé pour les frigos, les radiateurs, les cuisinières électriques, les chauffe-eaux.

Accessoires nécessaires : de la tôle de fer et de zinc, des rivets.

105. CALCUL DES RÉSISTANCES AU MOYEN DU PONT DE WHEATSTONE.

L'importance de la résistance d'un conducteur peut être calculée au moyen du " Pont de Wheatstone ", dont nous trouvons le schéma à la fig. 105. Nous allons en construire un de la façon suivante :

a) Nous prenons une planchette de 60 cm de longueur et de 8 cm de largeur; nous y enfonçons 2 clous distants de 50 cm; nous tendons entre eux, un fil de constantan de 0,2 mm de diamètre, nous raccordons les extrémités de celui-ci aux 2 bornes du galvanomètre et nous tournons de manière à ce que l'aiguille jaune se trouve en position O.

b) Les autres éléments du pont sont : la résistance R (la pièce n.33 de notre boîte) dont nous savons que sa résistance est de 70 ohm, le bobinage dont nous désirons calculer la résistance et la pile. La liaison de ces pièces entre elles est indiquée à la fig. 105.

c) Au moyen du fil venant de la pile, nous établissons un contact sur le fil de résistance tendu entre les clous. L'aiguille du galvanomètre dévie. Elle déviera aussi lorsque le contact est établi en différents endroits. Toutefois, nous trouvons un endroit où l'aiguille du galvanomètre ne réagit plus. Nous marquerons ce point et nous l'appellerons "C".

Nous supposons maintenant que ce point "C" ne se trouve pas au centre du fil et que, par conséquent, les longueurs "d1" et "d2" ne sont pas égales. Nous les mesurons et nous supposons que d1 = 30 cm et d2 = 20 cm.

Nous pouvons alors calculer la résistance du bobinage (X) par la formule:

X = R x d1/d2

X = 70 x 30/20 Ω

X = 105 Ω

Donc, le bobinage a une résistance de 105 ohm. Pour ceux qui désireraient approfondir la question, nous les prions de consulter les livres de physique.

Accessoires nécessaires: 1, 6 x 7, 11, 30, 33, 34, 37, une pile, un planche en bois et deux clous.

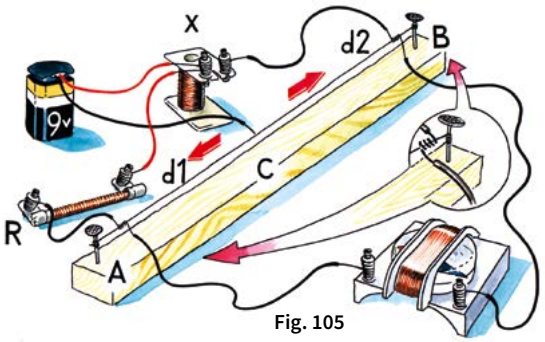


Fig. 105

106. LA RELATION ENTRE LA RÉSISTANCE D'UN CONDUCTEUR ET SA TEMPÉRATURE.

a) Nous enfonçons 2 clous dans une planchette et nous tendons entre eux une petite spirale en fil de fer de 0,1 mm de diamètre. Nous raccordons ensemble la spirale, l'ampoule et la pile de façon à former un circuit fermé, (comme fig. 106.)

Dès que le circuit est établi, l'ampoule s'éclaire; toutefois, sa luminosité diminuera au fur et à mesure que nous réchaufferons la spirale en fil de fer, ce qui prouve que la résistance de ce fil augmente en fonction du relèvement de la température.

b) Nous recommençons l'expérience en utilisant le fil de constantan à la place du fil de fer. La résistance de ce fil reste constante quelle que soit la températu re.

Accessoires nécessaires: 4 x 7, 14,33, 35, un planche de bois, deux clous, du fil de fer, une bougie et une pile.

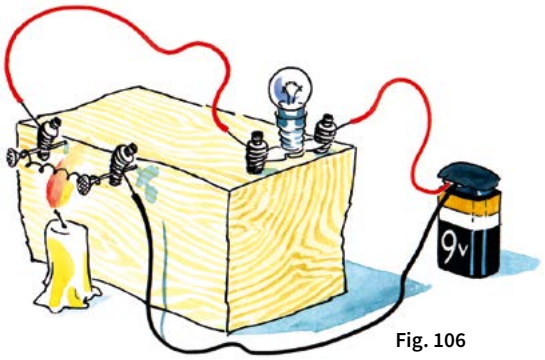


Fig. 106

ELECTROMAGNETISME

107. L'ÉLECTRO-AIMANT.

Sur le noyau en fer doux contenu dans notre boîte, nous enroulons 20 à 30 tours de fil de cuivre isolé et nous relions les 2 extrémités de celui-ci aux bornes de la pile. Pour une meilleure conductibilité, nous dénudons les 2 extrémités du fil de cuivre. Nous plongeons une des extrémités du noyau dans la limaille de fer. Dès que le circuit électrique est fermé, le noyau devient magnétique et il attire la limaille; par contre, lorsque nous coupons le circuit électrique, notre noyau perd immédiatement son magnétisme. Nous venons de découvrir l'électro-aimant.

AVERTISSEMENT! :

- La pile est en court-circuit
- Connectez la pile pour un bref instant – juste le temps de comprendre l'expérience
- Soyez prudent afin de ne pas vous brûler les doigts.

Accessoires nécessaires : 3, 2 x 7, 9, 33, 36 et une pile.

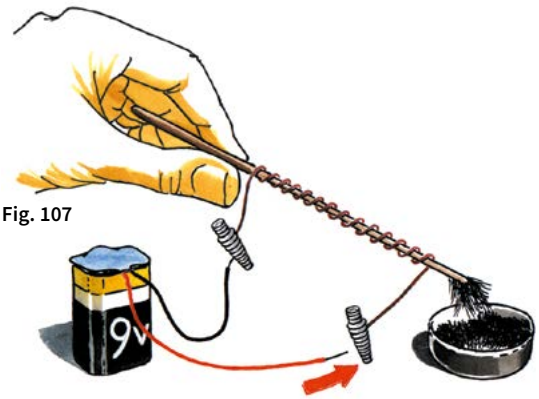


Fig. 107

108. LA DÉCOUVERTE DE OERSTED.

Comme ce fut le cas pour beaucoup de découvertes, celle de l'électro-aimant fut totalement fortuite. C'est ainsi que le physicien danois Oersted remarqua un jour qu'une aiguille aimantée déviait dès qu'il se trouvait dans ses environs, un fil parcouru par le courant électrique. Nous allons renouveller cette découverte.

Au dessus de l'aiguille de la boussole, nous posons un fil dont nous relions les 2 extrémités pendant un court moment aux 2 bornes d'une pile; aussitôt, l'aiguille dévie et reste déviée jusqu'au moment où on interrompt le circuit; à cet instant, elle retourne à sa position initiale. Si nous inversons les pôles de la pile, l'aiguille déviera dans le sens opposé.

AVERTISSEMENT ! :

- La pile est en court-circuit
- Connectez la pile pour un bref instant – juste le temps de comprendre l'expérience
- Soyez prudent afin de ne pas vous brûler les doigts.

Accessoires nécessaires : 33, 34 et une pile.


Fig. 108

109. L'ADDITION DES CHAMPS MAGNÉTIQUES (SUPERPOSITION).

Nous enroulons plusieurs tours de fil de cuivre isolé autour de notre boussole et nous relions ses 2 extrémités, l'espace d'un instant, avec les bornes de la pile. L'aiguille dévie à chaque mise sous tension et elle dévie d'autant plus fort que le nombre de tours de fil est élevé. Il est donc évident que chaque tour de fil électrique provoque son propre champ magnétique et que ces différents champs s'additionnent. C'est d'après ce principe que fonctionne le galvanomètre ainsi que tous les électro-aimants.

Accessoires nécessaires : 2 x 7, 33, 34, 36 et une pile.

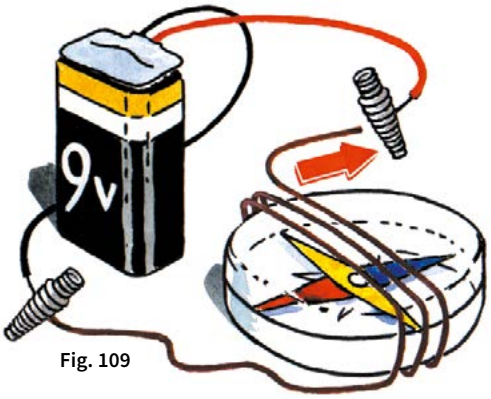


Fig. 109

110. LE CHAMP ÉLECTRIQUE D'UN FIL CONDUCTEUR TRAVAILLE DE LA MÊME MANIÈRE QU'UN CHAMP MAGNÉTIQUE.

a) Comme il est indiqué à la fig. 110, nous passons un fil de cuivre au travers d'une assez grande feuille de carton. Nous relions le fil à la batterie, afin de nous permettre de mesurer le champ magnétique du fil de cuivre, au moyen de notre boussole. Nous désirons connaitre la portée et la puissance du champ électrique.
L'expérience se fait de la façon suivante : nous fermons et nous rouvrons continuellement le circuit électrique tandis que nous approchons plus ou moins la boussole; la déviation de l'aiguille à chaque fermeture du circuit nous renseignera sur la puissance du champ électrique.
b) Nous pouvons aussi essayer la puissance du champ du fil conducteur en saupoudrant le carton avec de la limaille de fer et en tapotant légèrement celui-ci.
Accessoires nécessaires : 3, 34, 36, du carton et une pile.

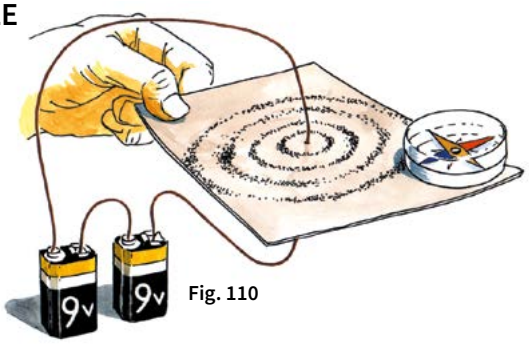
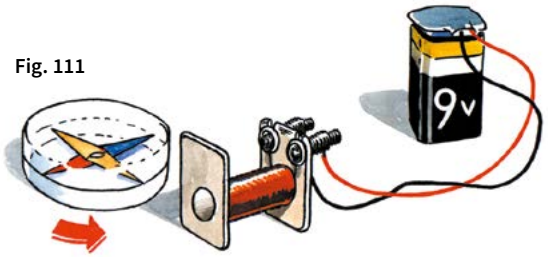


Fig. 110

111. NOTRE BOBINAGE PEUT SERVIR D'ÉLECTRO-AIMANT.

Notre boîte contient un bobinage qui comporte 1000 tours de fil de cuivre isolé. Nous le plaçons à environ 10 cm de la boussole et nous y faisons passer le courant de la pile (fig. 111). Dès que le courant est établi, l'aiguille de la boussole dévie aussi longtemps que le courant passe dans le bobinage. Dès la rupture du circuit électrique, l'aiguille revient à sa place initiale.
Accessoires nécessaires : 2 x 7, 11, 33, 34 et une pile.

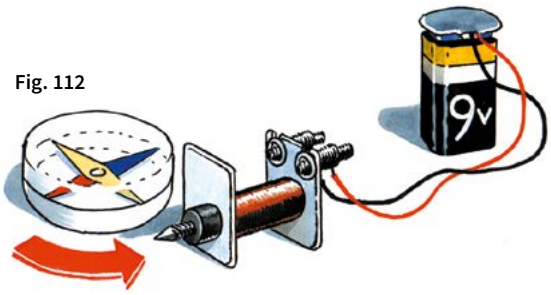
Fig. 111



112. LE BOBINAGE AVEC UN NOYAU DE FER DOUX.

Nous recommençons l'expérience n.111 et nous prenons note de l'angle de déviation de l'aiguille de la boussole. Nous coupons le courant et nous glissons la barre de fer doux (surtout ne pas utiliser l'aimant n.8) dans le trou central du bobinage. Nous rétablissons le courant et nous remarquons que l'aiguille de la boussole dévie beaucoup plus que la première fois. Nous en déduisons donc que le noyau de fer doux augmente le magnétisme du bobinage.
Accessoires nécessaires : 2 x 7, 11, 16, 33, 34 et une pile.

Fig. 112



113. L'ÉLECTRO-AIMANT VERTICAL.

Nous prenons le socle en matière plastique et nous fixons en son centre, au moyen d'un écrou, le noyau en fer doux; nous y enfilons le bobinage et nous raccordons celui-ci à la pile: l'électroaimant vertical est prêt (fig.113). Par des essais successifs, nous pouvons nous rendre compte que l'électro-aimant attire le fer dès que le courant est établi. Par contre, dès l'interruption de celui-ci, il perd sa puissance; il reste tout au plus un léger magnétisme rémanent.
Accessoires nécessaires : 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 33, 34 et une pile plate.

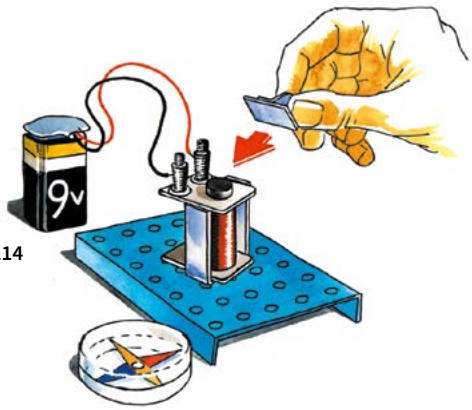
Fig. 113



114. L'ÉLECTRO-AIMANT EN FORME DE U.

Nous reprenons le noyau en fer doux; nous glissons le cadre sur la tige filetée et nous fixons le tout au centre du socle en plastique (fig. 114). Sur le noyau, nous enfilons le bobinage; dès que nous y envoyons le courant de la pile, nous obtenons un électro-aimant beaucoup plus puissant que celui de l'expérience n.113 quoique ce soit le même bobinage et la même pile. Dans cette expérience-là, il nous était impossible de soulever le tout au moyen de l'équerre allongée; or, maintenant, nous pouvons le faire aisément.
Pourquoi cette construction-ci est-elle plus puissante ?
Accessoires nécessaires : 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 17, 33, 34 et une pile.

Fig. 114



115. UN ÉLECTRO-AIMANT DE LEVAGE.

Les pièces contenues dans notre boîte nous permettent aisément de construire un tel électro; nous prenons simplement le montage du n.114 sans le socle, ainsi que le montre la fig.115. Nous descendons l'aimant dans la boîte contenant les vis et les écrous; nous le remontons : toutes les vis et les écrous y restent attachés et nous pouvons les transporter ainsi en un autre endroit. Il suffira d'interrompre le courant pour que tous les objets transportés retombent.
Accessoires nécessaires : 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 33, des objets en fer et une pile.

116. ELECTRO-AIMANT DE LEVAGE, ANNULAIRE.

Pour réaliser cette expérience, il faut disposer d'un atelier permettant de fabriquer des pièces mécaniques. Nous prenons une barre de fer de 60 mm de diamètre; nous en coupons une tranche de 30 mm d'épaisseur et sur une de ses faces, nous faisons une rainure circulaire de 9 mm de largeur sur 20 mm de profondeur. Dans cette rainure, nous faisons un bobinage de 1000 tours de fil de cuivre isolé de 0,3 mm d'épaisseur, que nous passons au travers du métal dans des trous soigneusement isolés. La fig. 116 nous donne le dessin en coupe de l'ensemble. Dans la même barre de fer, nous prélevons encore une tranche de 10 mm d'épaisseur qui servira d'armature d'induit. Avec le seul courant de notre pile, nous pourrons soulever jusqu'à 15 dag. On utilise le même système pour fabriquer des aimants de levage pour des charges de plusieurs tonnes.
Accessoires nécessaires : une barre de fer, du fil de cuivre isolé, une pile plate.



Fig. 115

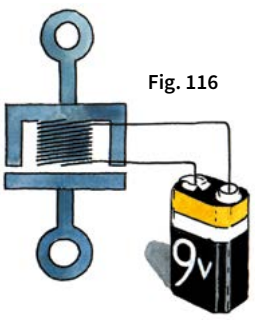


Fig. 116

117. QUEL EST L'AIMANT LE PLUS PUISSANT?

Notre boîte contient 2 aimants : celui fabriqué en alliage AlNiCo qui est un aimant permanent et l'électro-aimant dont nous venons de faire la connaissance. Lequel des 2 est plus puissant? Pour nous en faire une idée, nous reprendrons l'expérience n.48b, dans laquelle nous avons fait l'essai de la puissance de l'aimant. Nous illustrons à nouveau cette expérience dans la partie gauche de la fig.117. Sur le plateau, nous posons autant de poids que l'aimant peut supporter. Nous recommençons la même expérience mais en utilisant notre électro-aimant (fig.117, à droite). Nous constatons immédiatement que ce dernier peut soutenir un poids beaucoup plus élevé.

Accessoires nécessaires : 6, 2 x 7, 10, 11, 16, 17, 18, 33, un carton, du fil et une pile.

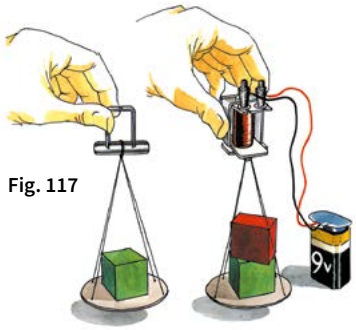


Fig. 117

118. LE SPECTRE ÉLECTROMAGNÉTIQUE.

a) Au milieu d'un carton de la dimension d'une carte postale, nous découpons une fenêtre rectangulaire de 32 mm x 22 mm, dans laquelle nous engageons à moitié notre bobinage. Nous raccordons celui-ci à la pile et, sur le carton, nous saupoudrons de la limaille de fer. Comparons ce spectre électromagnétique avec celui de l'aimant permanent de l'expérience n.40.

b)Nous recommençons la même expérience, mais, cette fois, nous glissons le noyau de fer doux dans le bobinage.

Accessoires nécessaires : 3, 2 x 7, 11, 16, 33, du carton et une pile.

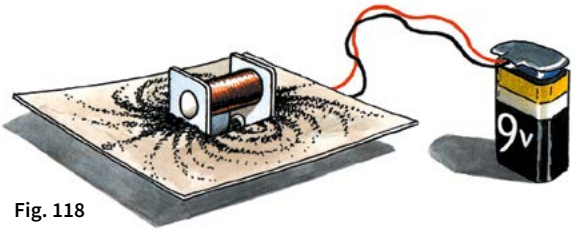


Fig. 118

119. LE BOBINAGE ET UN CLOU.

Nous raccordons notre bobinage à la pile (fig.119). Dans le trou central du bobinage, nous glissons un clou de dimension moyenne. Lorsque nous soulevons le bobinage, le clou ne tombe pas. Il y a en effet 2 puissances qui ont un effet sur le clou : la pesanteur et le magnétisme. Nous constatons donc que celui-ci l'emporte.

Accessoires nécessaires : 2 x 7, 11, 33, un clou et une pile.

120. LE BOBINAGE ET 2 CLOUS.

Nous déposons le bobinage sur un morceau de bois ou sur notre socle en plastique; nous introduisons dans le trou central du bobinage, deux clous dont nous aurons préalablement coupé les têtes au moyen d'une tenaille ou d'une pince coupante. Le bobinage et la pile forment un circuit électrique et nous remarquons que les clous bougent lorsque nous ouvrons ou fermons le circuit. Lorsque celui-ci est ouvert, le courant est coupé et les clous reposent sur le fond du tube central (voir fig. 120a) ; par contre, lorsque nous envoyons du courant dans le bobinage, les clous prennent la position indiquée à la fig.120b : les clous s'écartent violemment l'un de l'autre; ils sont magnétisés et, comme ils ont les mêmes pôles aux mêmes endroits, ils se repoussent mutuellement.

Accessoires nécessaires : 5, 6, 4 x 7, 8, 11, 24, 28, 33, deux clous et une pile.

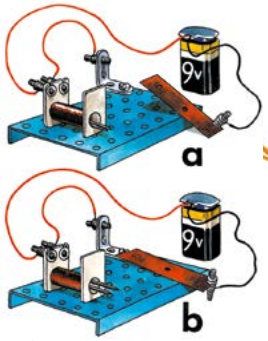


Fig. 120

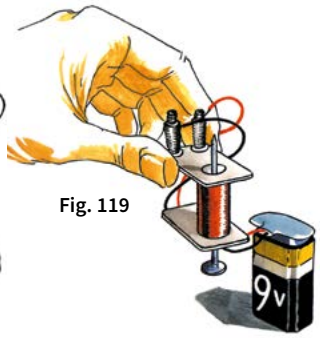


Fig. 119

121. UN AMPÈREMÈTRE À FER DOUX.

Nous glissons un clou dans le tube central du bobinage et nous l'attachons à celui-ci comme l'indique la fig.121 (à droite du bobinage). Nous fabriquons une petite équerre au moyen de 2 bandelettes de fer blanc : la première mesure environ 40 mm x 5 mm, tandis que la seconde mesure environ 60 mm x 2 mm et 0,2-0,4 mm d'épaisseur. Nous fixons la plus longue au bout de l'autre, comme l'indique la fig.121, à gauche. Nous tordons la fine bandelette légèrement vers la gauche et nous glissons la plus large dans le tube du bobinage. Dès que nous envoyons le courant, le clou et la bande de fer-blanc sont magnétisés de même polarité : ils se repoussent et l'amplitude de ce mouvement dépend de l'intensité du courant qui passe dans les fils. Il nous est possible d'étalonner notre appareil au moyen d'un véritable ampèremètre et de dessiner une échelle d'intensité sur le socle en bois.

Accessoires nécessaires: 2 x 7, 11, 33, deux morceaux de feuille de métal, un morceaux de bois, un clou, un morceaux de élastique et une pile.

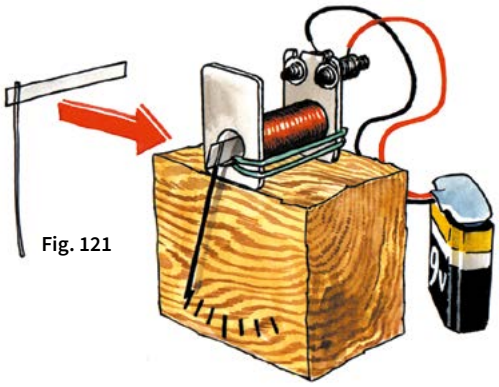


Fig. 121

122. UNE AUTRE FAÇON DE CONSTRUIRE UN AMPÈREMÈTRE.

Nous tournons notre fil de constantan autour d'un clou de façon à ce qu'il prenne la forme d'un ressort possédant environ 20 spires. A ce ressort, nous suspendons le noyau en fer doux que nous aurons préalablement glissé dans le tube du bobinage (voir fig.122). Lorsque nous raccordons ce dernier à la pile, le noyau est attiré et cette attraction est d'autant plus forte que l'intensité du courant qui y est envoyé est plus grande. Il suffit alors de nous construire une aiguille et une échelle graduée que nous pourrons étalonner comme à l'expérience précédente.

Accessoires nécessaires : 3 x 5, 3 x 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 2 x 20, 28, 33, 37 et une pile.

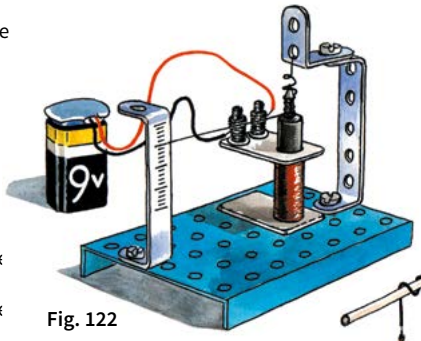


Fig. 122

123. UN INSTRUMENT À CADRE MOBILE.

Sur notre socle en plastique, nous fixons une petite équerre double et, sur le haut de celle-ci, nous en fixons une seconde parallèlement au socle. Nous fixons l'aimant permanent et le noyau en fer doux dans les 2 trous extérieurs. De cette façon, nous avons réalisé un aimant permanent en forme de fer à cheval et possédant un très puissant champ magnétique entre ses extrémités.

Entre celles-ci, nous suspendons un bobinage réalisé au moyen de fil de laiton isolé de 0,16 mm de diamètre et possédant 10 à 12 tours. La fig.123, à gauche, indique la façon de le construire et de le suspendre. Les fils de suspension sont en fil de cuivre non isolé dont l'extrémité supérieure est reliée au pôle positif de la pile, tandis que l'extrémité inférieure est reliée à son pôle négatif. Les fils de suspension servent donc en même temps de fil d'alimentation. Dès que nous établissons le courant, le bobinage tournera vers la gauche ou vers la droite suivant l'emplacement des pôles du courant électrique. C'est d'après ce principe que fonctionnent les instruments de mesure électriques de précision. La rotation du bobinage explique l'expérience suivante.

Accessoires nécessaires : (20), 2 x 5, 3 x 6, 10, 16, 2 x 29, 33, 36 et une pile.

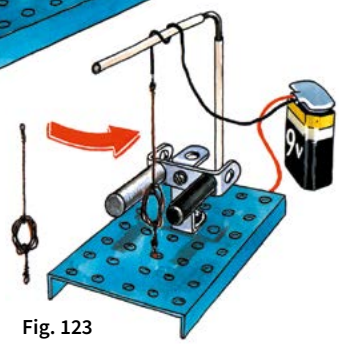


Fig. 123

124. UN FIL CONDUCTEUR DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE.

Sur le socle en plastique, nous fixons une petite équerre double et sur celle-ci, nous attachons le noyau en fer doux et l'aimant permanent. Dans le champ magnétique du fer à cheval formé par ces 2 pièces, et au moyen de 2 fils de cuivre non isolés d'environ 10 cm, nous suspendons la tige filetée sans les écrous. Nous utilisons pour cela, la potence réalisée à l'expérience n.20. Lorsque nous envoyons le courant dans le circuit, la tige filetée (qui est ici notre fil conducteur) dévie dans un sens ou dans l'autre, suivant la polarité aux 2 fils de suspension. Nous expliquons cette réaction comme suit: il y a un puissant champ magnétique entre les 2 branches du fer à cheval, mais il s'en crée un également autour de la tige filetée dès qu'elle est parcourue par un courant électrique. Ainsi que nous le savons déjà, les champs magnétiques s'attirent ou se repoussent exactement de la même manière que les aimants, c'est-à-dire, d'après leurs polarités. Cette expérience est très importante pour la compréhension du fonctionnement du moteur électrique.

Accessoires nécessaires: (20), 5, 2 x 6, 10, 12, 16, 29, 33, 36 et une pile.

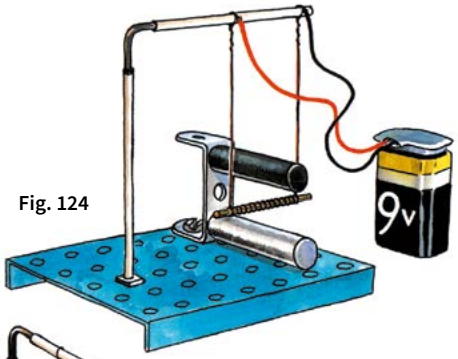


Fig. 124

125. BLOCAGE DU FONCTIONNEMENT DE L'ÉLECTRO-AIMANT.

Nous fixons le bobinage sur le socle en plastique et, au moyen de la potence de l'expérience n.20, nous suspendons devant lui, avec un fil de coton, à une distance d'environ 1 cm, une petite équerre double. Dès que nous envoyons le courant dans le bobinage, celui-ci attire l'équerre. Ensuite, à titre d'essai, nous plaçons entre le bobinage et l'équerre différents matériaux, tels que : de la tôle de cuivre, de la tôle de zinc, du carton, du verre, de la tôle de fer, etc... De cette façon nous pouvons déterminer quels sont les matériaux qui n'influencent pas le champ magnétique et ceux qui bloquent son effet sur l'équerre suspendue.

Accessoires nécessaires: (20), 5, 2 x 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 28, 29, 33, un fil de coton et une pile.

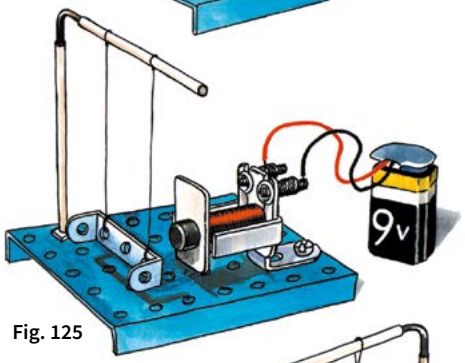


Fig. 125

126. LE FREIN ÉLECTRIQUE.

Nous utilisons à nouveau la potence de l'expérience n° 20 et nous y suspendons, avec un fil de coton, la sonnette en aluminium avec son ouverture vers le bas. Nous marquons un trait de repère sur le bord de la sonnette et en dessous de celle-ci, nous fixons l'électro-aimant.

a) Le courant n'étant pas établi, nous tournons la sonnette un certain nombre de fois dans le même sens et, l'ayant libérée, nous comptons le nombre de tours qu'elle fait pour revenir à son point de départ.

b) Nous établissons le courant (l'électro-aimant est donc sous tension) et nous faisons la même expérience. Nous constatons que l'électro-aimant freine la sonnette dans son mouvement de retour. Ceci est le principe du frein électrique qui trouve de larges applications dans la technique.

Accessoires nécessaires: (20), 6, 2 x 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 33, un fil de coton et une pile.

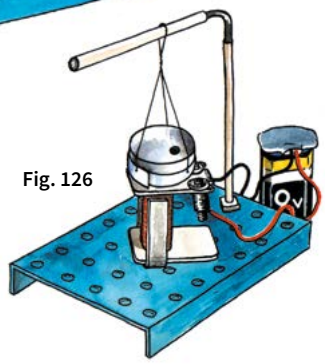


Fig. 126

L'ELECTRO-AIMANT DANS LA TECHNIQUE

127. LE TÉLÉGRAPHE MORSE.

Nous fixons l'electro-aimant sur le socle en plastique; il se compose du bobinage, du noyau en fer doux et du cadre de noyau. Au moyen d'une petite équerre double, d'une grande équerre double et d'une équerre simple, nous formons un assemblage où la grande équerre (K) sert de pôle d'attraction de l'électro-aimant. Au bout de l'équerre simple, nous introduisons un fin crayon qui reste en position verticale.

Nous raccordons le bobinage à la pile et aussitôt, l'électro-aimant attire la grande équerre. Dès que nous coupons le courant, le tout retourne à sa situation de départ. C'est le principe du télégraphe Morse car, à chaque impulsion longue ou brève, le crayon (O) trace une ligne ou un point sur une bande de papier (P) qui défile à une allure régulière. L'alphabet Morse est constitué d'ensembles de traits et de points qui représentent des lettres (voir expérience n° 85).

Accessoires nécessaires : 5 x 5, 6 x 6, 6 x 7, 8, 11, 16, 17, 20, 24, 2 x 28, 29, 33, une pile, un crayon et du papier.

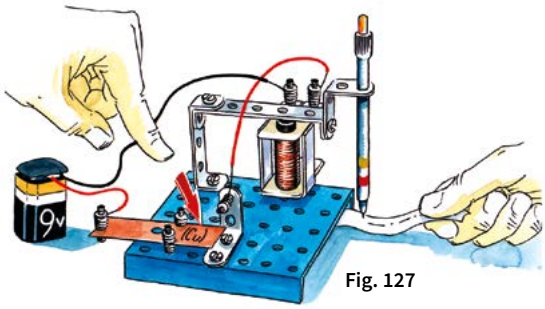


Fig. 127

128. L' INTERRUPTEUR MORSE.

Pour permettre l'utilisation simultanée de 2 appareils portant son nom, l'ingénieur Morse construisit un inverseur spécial qui rendait possible l'envoi ou la réception. Nous aussi, nous allons en construire un. Comme levier, nous prenons la plaque de cuivre contenue dans notre boîte; nous la fixons à une petite équerre double sur le bord du socle en plastique. A celui-ci, nous fixons également 2 vis, l'une à gauche, l'autre à droite; elles forment les 2 points de contact électrique (fig. 128). Cet interrupteur comporte 3 fils électriques de sortie, celui du centre étant le fil reliant les 2 appareils. Le fil de droite est relié à un pôle de la pile. En position de repos, le fil de gauche est ainsi relié au fil central. A l'expérience suivante, nous verrons comment fonctionnent 2 de ces appareils combinés.

Accessoires nécessaires : 7 x 5, 8 x 6, 7 x 7, 8, 11, 16, 17, 20, 23, 3 x 28, 29, 33 et une pile.

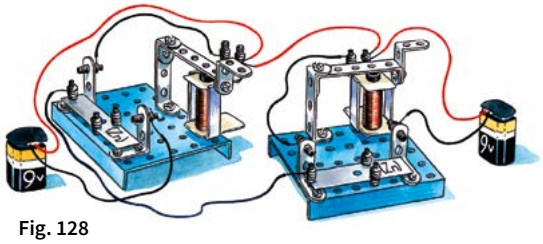


Fig. 128

129. SCHÉMA ÉLECTRIQUE DU TÉLÉGRAPHE MORSE.

Nous avons ici 2 télégraphes Morse avec 2 interrupteurs.

T = Appareil télégraphique **B = pile**
K = Interrupteur **Z = Terre**

Ce schéma était utilisé auparavant par exemple pour la liaison entre 2 stations de chemin de fer, Le schéma de cette expérience nécessite l'utilisation de 2 boîtes d'expériences. On peut placer un appareil dans une chambre et l'autre ailleurs; on télégraphie alors d'un endroit à l'autre. Deux fils forment la liaison; toutefois, un de ceux-ci peut être remplacé par les tuyaux d'eau ou de chauffage (terre). C'est ainsi que, là où le télégraphe est encore utilisé, un des 2 fils de liaison est remplacé par une plaque métallique enterrée qui réalise un contact avec la terre.

Accessoires nécessaires : deux télégraphes Morse, deux interrupteurs Morse et deux piles.

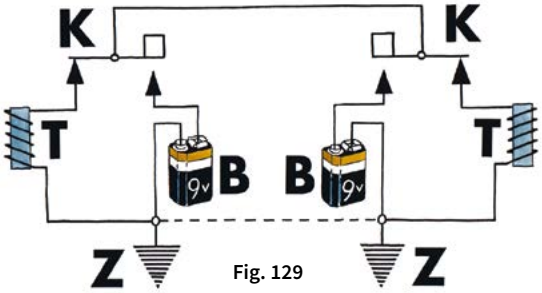


Fig. 129

130. LE MARTEAU DE WAGNER.

Le physicien Wagner découvrit un appareil qui, sans aide extérieure, coupait et rétablissait le courant. Comme ce genre d'appareil est fort utilisé dans la technique, nous allons en construire un. Au moyen d'une équerre simple, nous fixons l'électro-aimant en position couchée sur le socle en plastique. D'un autre côté, nous plaçons une équerre avec alvéole; sa place doit être réglée de telle façon que le marteau vibreur auquel il sert de base reste écarté de 2 à 3 mm de l'électroaimant. Le circuit électrique s'établit comme suit : pile, fil d'alimentation (que nous tenons provisoirement en main), marteau vibreur, équerre avec alvéole, fil de liaison, bobinage, fil de retour à la pile. Dès que nous fermons le circuit au moyen du fil que nous tenons en main, le marteau commence à vibrer, coupant et rétablissant successivement le courant : dès que l'électro-aimant attire le marteau, il coupe le courant parce qu'il s'est écarté du contact; aussitôt que le courant est interrompu, le marteau retourne à sa place initiale où il rétablit le contact de telle façon que le cycle se répète indéfiniment.

Accessoires nécessaires : 4 x 5, 5 x 6, 3 x 7, 8, 11, 16, 17, 2 x 28, 31, 33 et une pile.

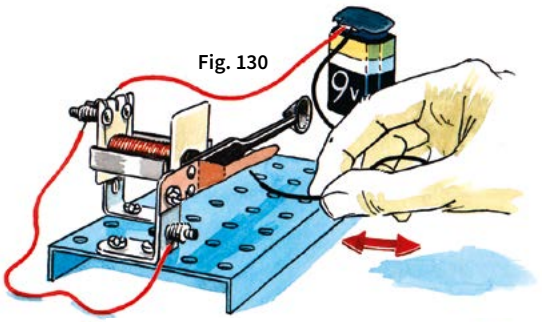


Fig. 130

131. LA SONNETTE ÉLECTRIQUE.

Après avoir construit le marteau de Wagner, le montage d'une sonnette électrique ne pose plus de problèmes; il ne nous manque plus que la vis de réglage du contact et la sonnette. Ainsi que le montre la fig.131, nous plaçons la vis de réglage sur une équerre à alvéole fixée sur le socle. Deux écrous permettent un réglage exact de la position de la vis. Quant à la sonnette, nous la mettons en place grâce à la tige filetée. Les câblages sont indiqués à la fig. 131.

Accessoires nécessaires : 5 x 5, 12 x 6, 4 x 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 25, 3 x 28, 31, 33 et une pile.

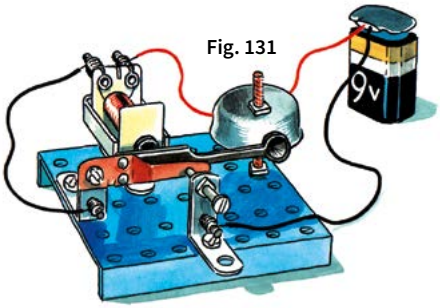


Fig. 131

132. LA SONNETTE ÉLECTRIQUE À LA PORTE DE LA MAISON

Le schéma de la fig.132 montre comment il faut faire pour installer une sonnette électrique à la porte d'une maison ou d'un appartement. La pile et la sonnette se trouvent à l'intérieur, tandis que le bouton de commande est à l'extérieur. Les personnes qui veulent nous rendre visite appuient sur le bouton, ce qui ferme le circuit et met la sonnerie en marche. Si, de plus, nous parvenons à ouvrir la porte à distance, au moyen d'un électro-aimant, nous aurons totalement remplacé un portier.

Accessoires nécessaires : la sonnette électrique, une pile, le bouton poussoir et du fil électrique.

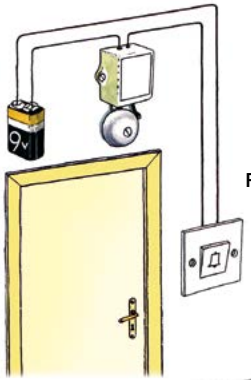


Fig. 132

133. LA SONNETTE AVEC PLUSIEURS BOUTONS DE COMMANDE

Dans les cliniques, les hôtels, les wagons de chemin de fer, etc..., il est nécessaire d'appeler certaines personnes comme les infirmières, les garçons ou les surveillants; cet appel doit pouvoir se faire au départ de nombreux endroits différents. Le schéma 133 nous montre comment on peut faire fonctionner une seule sonnette au moyen d'une pile et de plusieurs boutons de commande. De cette manière, nous pouvons par exemple, appeler le surveillant d'un wagon-lits. Ce signal peut encore être combiné avec un clapet qui indique quel est le bouton, et donc le local, d'où on a sonné. De tels tableaux de signalisation sont utilisés aussi dans les cliniques et les hôtels. Ils sont basés sur un système électromagnétique.

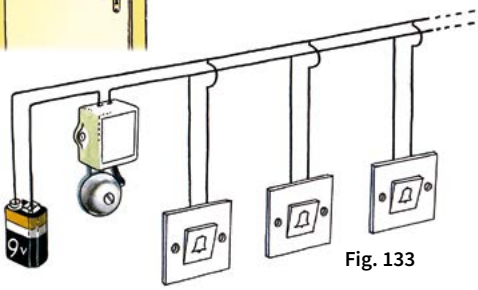


Fig. 133

134. LE SIGNAL D'ALARME.

En utilisant une vieille boîte en fer-blanc, nous fabriquons un contact électrique suivant les indications de la fig.134. Les bandes de métal doivent avoir environ 6 cm x 1 cm. L'ensemble est monté sur une porte, de telle sorte que, dès qu'elle s'ouvre, les 2 pièces viennent en contact. Lorsque nous aurons terminé le câblage avec la pile et la sonnerie, notre signal d'alarme sera prêt. Nous pouvons aussi utiliser ce système pour une fenêtre; il sert surtout à protéger les entrepôts, les magasins et les maisons.

Accessoires nécessaires: assiette en aluminium, la sonnette électrique, du fer-blanc et du fil électrique.

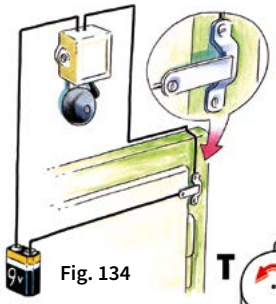


Fig. 134

135. LE SIGNAL DE REMPLISSAGE.

Le niveau des liquides dans les réservoirs d'usines ou de laboratoires doit souvent être limité entre des points minima et maxima. Nous pouvons aisément réaliser un signal avertisseur qui indiquera que le réservoir va déborder ou que le liquide va manquer. Le schéma en est donné à la fig. 135. Dans le réservoir pend un flotteur (P) qui monte et qui descend avec le liquide. Le fil qui le soutient passe par la poulie (T) et, sur ce même fil sont fixés des repères A et B. Un contrepoids (U) maintient ce fil tendu. Dès que le liquide arrive à son niveau maximum, le repère A vient en contact avec une pièce métallique reliée à un pôle de la pile. Par contre, dès que le liquide arrive au niveau minimum, c'est le repère B qui vient en contact avec la pièce métallique. En partant de cette commande toute simple, il est possible de réaliser une alimentation automatique du niveau du liquide dans le réservoir.

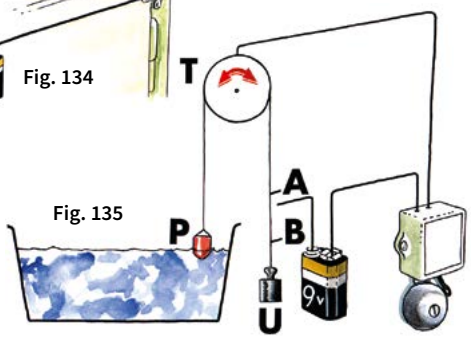


Fig. 135

136. INFLUENCES PHYSIOLOGIQUES DU COURANT ÉLECTRIQUE.

Dans l'expérience n.60, nous avons pu constater que le fait de toucher de la langue les 2 bornes d'une pile, provoquait des picotements; c'était donc la preuve que le courant électrique produit des effets sur notre corps. Nous allons voir s'il y en a d'autres :

a) De la main gauche, nous saisissons la plaque de cuivre, tandis que de la main droite, nous prenons la plaque de zinc. Au moyen de ces 2 plaques, nous touchons les pôles de la pile, comme indiqué à la gauche de la fig. 136. Quoiqu'il soit certain que le courant électrique passe au travers de notre corps, nous constatons que nous ne le sentons pas.

b) Nous relions des fils électriques venant de ces mêmes 2 plaques aux bornes de notre bobinage (fig. 136, à droite). Ensuite, nous reprenons les plaques en main et nous les mettons en contact avec la pile: nous ne sentons rien. Toutefois, au moment où nous interrompons ce contact, nous ressentons une violente secousse.

Ce choc provient du bobinage et uniquement au moment de la rupture du contact. Pour expliquer ce fait, nous nous reportons à nouveau à l'expérience n.101; nous y avons vu que le bobinage provoque une résistance inductive. Autour du bobinage parcouru par le courant se crée un champ magnétique ainsi que nous l'avons vu à l'expérience n.124.

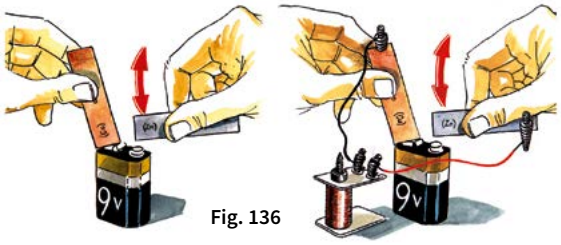


Fig. 136

Au moment de la rupture du courant, ce champ magnétique disparaît en créant, pendant un très court moment, un fort courant induit dont nous ressentons le choc.
Accessoires nécessaires : 4 x 7, 11, 16, 23, 24, 33 et une pile.

137. L'APPAREIL À INDUCTION.

De la sonnette électrique à l'appareil à induction (auto-inductance), il n'y a qu'un petit pas. Pendant que la sonnerie retentit, nous y relions les 2 plaques de métal utilisées dans l'expérience précédente : l'une est reliée à la vis de réglage, l'autre à l'équerre supportant le marteau (voir fig.137). Si nos mains sont sèches, nous sentirons de légers chocs, si elles sont humides, les chocs seront beaucoup plus forts. Il est évident que le courant que nous sentons est beaucoup plus puissant que celui fourni par la pile.
Accessoires nécessaires: (131), 23, 24 et 33.

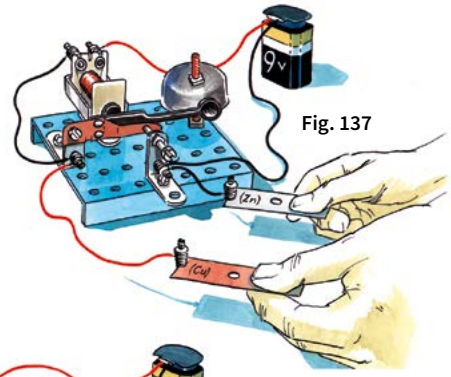


Fig. 137

138. ELECTRISATION AU MOYEN DE L'EAU.

Nous prenons une des plaques de l'expérience n° 137 et nous la trempons dans un récipient contenant de l'eau; nous y jetons aussi une pièce de monnaie. Tandis que la sonnerie fonctionne, nous prenons la seconde plaque dans la main gauche et nous essayons de la main droite, de retirer la pièce de monnaie. Dès que nous touchons l'eau, nous ressentons un choc et, si nous insistons en y trempant la main, celle-ci sera prise de crampes.
Il est toujours dangereux de toucher des appareils électriques avec des mains humides!
Accessoires nécessaires: (137), une pièce de monnaie et un récipient avec de l'eau.

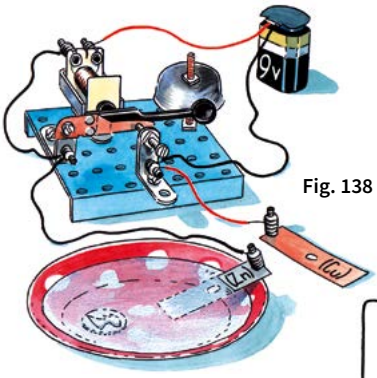


Fig. 138

139. LA TERRE PEUT SERVIR DE CONDUCTEUR.

Lélectrode (la plaque) qui se trouvait précédemment dans l'eau, est maintenant enfonçée dans la terre humide. Nous tenons l'autre électrode en main La fig.139 n'est qu'une vue partielle de l'expérience.
La terre humide est un très bon conducteur électrique. C'est pour cela qu'il est dangereux de toucher, avec n'importe quelle partie du corps, un cable à haute ou à moyenne tension. Si de plus, nous nous trouvons sur un sol humide, ce serait la mort immédiate.
Accessoires nécessaires: (137)

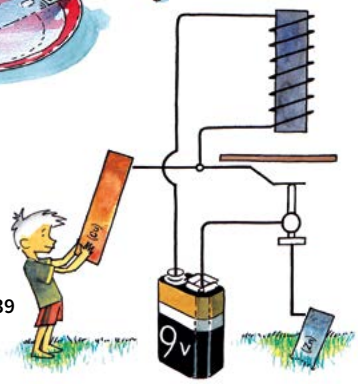


Fig. 139

140. LE RELAIS.

Un relais est un appareil qui nous permet de commander à distance, au moyen d'un courant de faible tension, n'importe quel appareil à tension élevée. Nous pouvons aisément construire cet appareil.
La fig.140 représente schématiquement un relais de fermeture d'un circuit électrique. Dans le premier circuit, nous avons l'électro-aimant et la première pile.
Si nous fermons ce premier circuit, l'électro-aimant attirera le marteau qui, par son extrémité, fermera le second circuit composé d'une pile, du contact et de l'ampoule. Sous cette action, cette dernière s'éclairera.
Il n'est pas difficile de faire des transformations afin d'obtenir un relais opérant soit une rupture du circuit électrique, soit une inversion.
Accessoires nécessaires : 3 x 5, 3 x 6, 6 x 7, 8, 11, 14, 16, 2 x 29, 31, 33, 35, et deux piles.

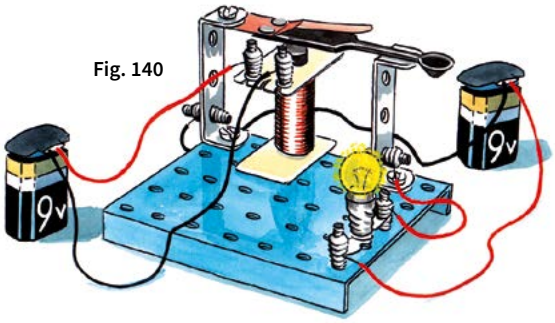
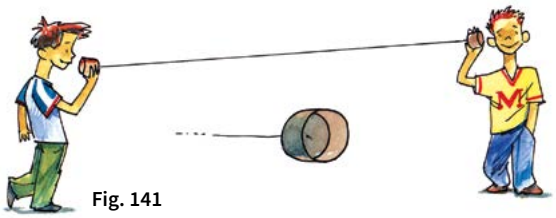


Fig. 140

141. LE TÉLÉPHONE DES BERGERS.

Dans les Alpes, les bergers utilisaient un téléphone constitué par deux cylindres en carton dont une extrémité était fermée hermétiquement par une feuille de parchemin. On peut utiliser un pot de yoghourt en plastique. Entre les 2 cylindres, on tend un fil et lorsqu'un des partenaires parle dans le cornet, il suffit que le second porte le sien à l'oreille pour entendre ce que l'autre dit. Ce téléphone ne permet pas de parler derrière les coins puisque le fil doit être tendu et ne peut rien toucher.
Le fonctionnement est le suivant : sous l'effet des paroles, le premier parchemin vibre, transmet ces vibrations au fil de liaison qui les transmet à son tour au second parchemin.
Le téléphone de Bell est semblable au précédent : il se compose aussi de 2 pièces terminales semblables dans lesquelles se trouvent un électro-aimant, un noyau de fer doux et un bobinage. Devant l'aimant, est tendue une fine membrane. Dès qu'on parle devant cette dernière, on change le champ magnétique qui forme un courant induit dans le bobinage du second appareil où le phénomène inverse se produit et fait ainsi vibrer la membrane; de ce fait, on entend ce qui s'est dit devant le premier appareil.
Le téléphone de Bell disparut à l'apparition du téléphone actuel qui comprend un écouteur et un microphone, ce qui rend possible de parler et d'écouter en même temps dans les 2 sens.


Fig. 141

142. TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE EN ÉNERGIE VIBRATOIRE.

La fig. 142 donne un schéma de l'appareil qui permet de transformer l'énergie électrique en énergie vibratoire (ou sonore).
Sur la base en plastique, on fixe un électro-aimant qui est composé d'un bobinage, d'un noyau de fer doux et d'un cadre de noyau. Au dessus du bobinage nous plaçons une membrane constituée ici par le couvercle d'une boîte à bonbons en métal. Au moment de l'expérience, nous soulevons légèrement le couvercle. Si, à ce moment, nous ouvrons et nous fermons le circuit électrique, nous entendons vibrer notre membrane.
Lors de la fermeture du circuit, l'électro-aimant attire la membrane et au moment de la rupture, celle-ci reprend sa position première grâce à son élasticité. Ceci servira de base dans la construction d'un écouteur de l'expérience suivante.
Accessoires nécessaires : 6, 2 x 7, 8, 11, 16, 17, 33, un couvercle en fer-blanc et une pile.

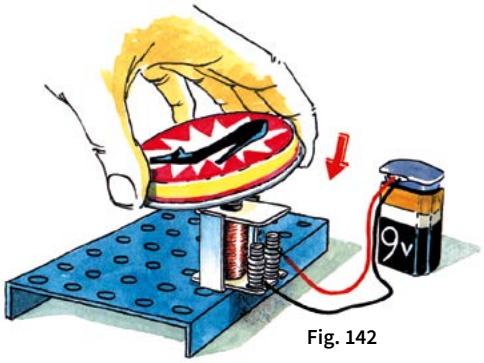


Fig. 142

143. L'ÉCOUTEUR.

Au moyen des grandes et des petites équerres doubles, nous relions l'électro-aimant et la coquille de l'écouteur de telle façon qu'ils restent éloignés l'un de l'autre de 1 à 2 mm. Au moment de la mise sous tension, la coquille servant ici de membrane, ne pourra en aucun cas toucher l'électro-aimant; elle ne peut pas non plus en être trop éloignée. En fermant le circuit, l'électro-aimant attire la membrane de l'écouteur. Lorsqu'on ouvre le circuit, la membrane se relâche. On entend dès lors le bruissement caractéristique des écouteurs.
Accessoires nécessaires : 4 x 5, 6 x 6, 2 x 7, 11, 16, 17, 20, 22, 2 x 29, 33 et une pile.

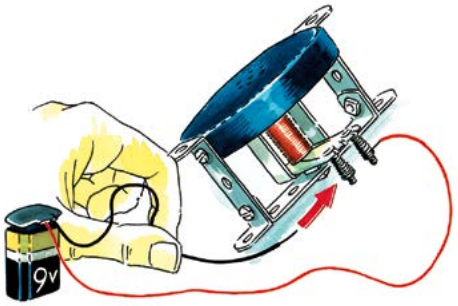


Fig. 143

144. LA LIME SERVANT D'INTERRUPTEUR.

Nous relions l'écouteur réalisé à l'expérience précédente à une pile, en passant par une lime (fig. 144). Avec l'extrémité d'un des fils, nous frottons la surface de la lime et nous entendons un murmure dans l'écouteur; celui-ci est causé par les nombreuses interruptions de courant au contact de la lime. Accessoires nécessaires : (143), du fil électrique, une lime et une pile plate.
Accessoires nécessaires: (143) et une lime.

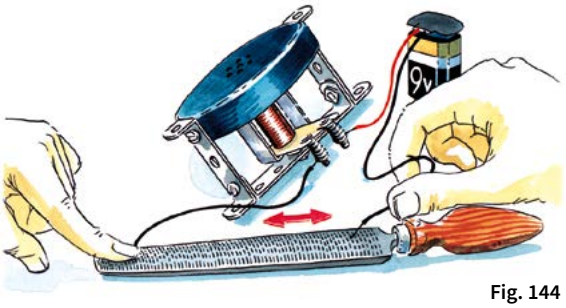


Fig. 144

145. LE CLAXON D'AUTOMOBILE.

Pour réaliser cette expérience, il nous faut l'écouteur (fig.143), une pile et du fil de câblage. Nous relions un des pôles de l'électro-aimant à la membrane et l'autre pôle directement à la pile. Avec le fil venant du second pôle de la pile, nous touchons la membrane (la coquille) (la faire vibrer), comme indiqué fig.145.
Accessoires nécessaires : (143), 7

146. LE MICROPHONE.

Notre boîte contient également un microphone très simple mais très efficace. Il est composé de 2 parties principales : la membrane, semblable à celle de l'écouteur, mais en plastique; les 3 petites barres de charbon dont 2 sont fixées directement sur la membrane tandis que la troisième est suspendue par 2 fils et repose sur les 2 premières.
Le circuit électrique est formé par la pile, le microphone et l'ampoule (fig.146). Dès que nous appuyons le doigt sur la troisième barre de charbon, l'ampoule s'éclaire et d'autant plus intensément que nous appuyons plus fort. C'est donc le contact plus ou moins intime entre les barres de charbon qui détermine la quantité de courant qui passe de l'une aux autres et qui fait que l'ampoule s'éclaire plus ou moins fort.
Accessoires nécessaires: 2, 4 x 5, 4 x 6, 4 x 7, 8, 14, 2 x 28, 33, 35 et une pile.

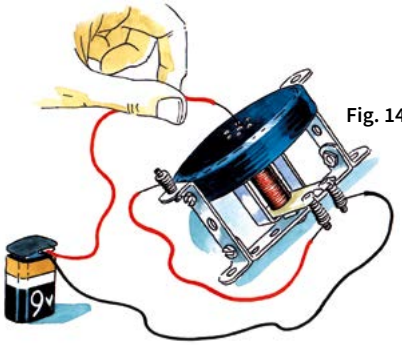


Fig. 145

147. LE TÉLÉPHONE.

Lorsque nous assemblons l'écouteur de l'expérience n.143, le microphone de l'expérience précédente et une pile, nous obtenons un téléphone, c'est-à-dire un appareil qui permet de transmettre la parole sur de très longues distances.
Si nous déposons une montre sur le socle du microphone, nous entendons son tic-tac dans l'écouteur. Le son produit par la montre fait vibrer la membrane du microphone; les barres de charbon sont appuyées plus ou moins les unes contre les autres; elles laissent passer un courant plus ou moins fort et l'électro de l'écouteur attire plus ou moins la membrane suivant l'intensité du courant; l'air ambiant transmet à notre oreille les vibrations de l'écouteur et nous entendons le tic-tac de la montre. Cet appareil nous permet aussi de transmettre la parole.
Pour cela, il faut mettre le microphone et l'écouteur dans des pièces différentes.
(Cela nécessite des fils plus longs).
Accessoires nécessaires: (143), (146) et une montre.

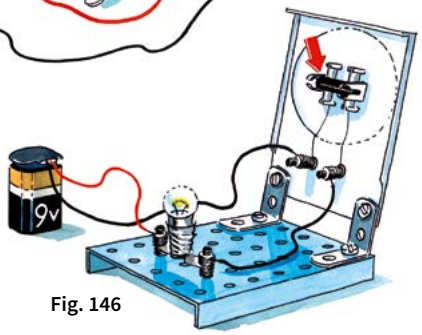


Fig. 146

GENERATRICES ET MOTEURS ELECTRIQUES

148. TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE MÉCANIQUE EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

a) Nous relions le bobinage au galvanomètre (fig.148). Dans le tube du bobinage, nous faisons glisser rapidement l'aimant permanent : l'aiguille du galvanomètre dévie, mais retourne immédiatement à sa position première. Si maintenant, nous retirons brusquement l'aimant permanent de son logement, l'aiguille du galvanomètre déviera dans l'autre sens.
b) Nous retournons l'aimant et nous faisons à nouveau la première expérience.
Ici encore, nous remarquerons les déviations de l'aiguille.
Comment peut-il se créer ainsi du courant électrique? Par les expériences précédentes nous savons que l'aimant permanent possède un champ magnétique. Lorsque nous glissons l'aimant dans le bobinage, les lignes de force du champ magnétique recouperont les spires du bobinage. Le courant naît à la suite de l'induction qui nous est déjà connue. Celle-ci ne dure que le temps pris par le mouvement de l'aimant, c'est-à-dire, aussi longtemps que celui-ci modifiera l'emplacement de son champ magnétique par rapport au bobinage luimême. Ceci est une des principales expériences dans le cadre de la connaissance de l'électricité. C'est d'après ce principe que fonctionnent les génératrices des machines qui transforment l'énergie de mouvement (la rotation) en énergie électrique. Les génératrices sont mises en mouvement par des machines à vapeur ou par des turbines à eau. Dans le premier cas, les turbines à vapeur utilisent l'énergie potentielle de la vapeur ; dans le second cas, ce sont les turbines à eau qui utilisent l'énergie potentielle de l'eau en mouvement. Toutes deux transmettent ces énergies à la génératrice.
Accessoires nécessaires : 1, 4 x 7, 10, 11, 33 et 34.

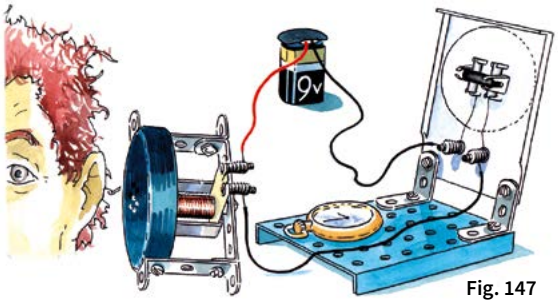
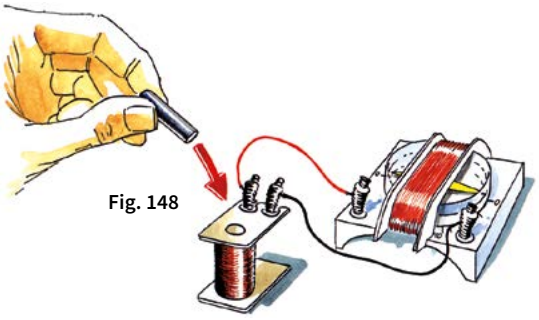


Fig. 147


Fig. 148

149. UN ALTERNATEUR (OU GÉNÉRATRICE À COURANT ALTERNATIF).

En suivant le schéma de la fig. 149, nous glissons dans le bobinage le noyau de fer doux, nous relions le bobinage au galvanomètre et nous attendons que son aiguille se trouve à O. Ensuite, nous faisons tourner audessus du bobinage, l'aimant permanent suspendu dans un berceau de papier. De cette façon, nous avons construit le plus simplifié des alternateurs.

Accessoires nécessaires: 1, 4 x 7, 10, 11, 16, 33, 34, du papier et du fil.

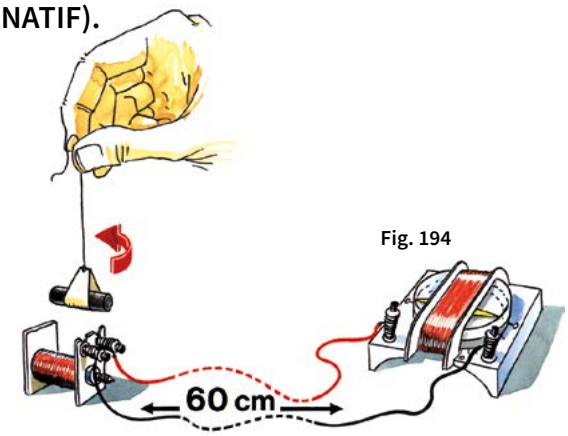


Fig. 194

150. LE STATOR DE LA GÉNÉRATRICE ET DU MOTEUR ÉLECTRIQUE.

Dans une machine électrique, on appelle stator les pièces qui ne bougent pas. Nous allons en construire un. Sur le socle en plastique, nous fixons les pièces recourbées n.13; entre les 2, nous plaçons l'aimant permanent et nous le bloquons au moyen de la tige filetée : notre stator est prêt.

Au moyen de la boussole, nous pouvons nous assurer qu'un champ magnétique s'est créé entre les branches arrondies de ce stator et nous pouvons répéter l'expérience n.41 qui prouvait que le champ magnétique passe d'une branche à l'autre.

Accessoires nécessaires : 2 x 5, 4 x 6, 8, 10, 12, 15 et 34.

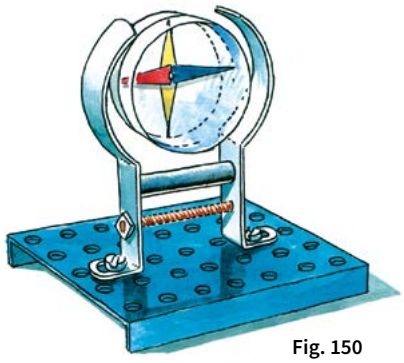


Fig. 150

151. LE ROTOR DE LA GÉNÉRATRICE ET DU MOTEUR ÉLECTRIQUE.

Le rotor est, en principe, un bobinage rotatif dont le début et la fin aboutissent à des secteurs isolés d'un tambour en cuivre. Des charbons frottent sur les secteurs de ce cylindre; ils lui fournissent le courant s'il s'agit d'un moteur et ils prélèvent le courant s'il s'agit d'une génératrice.

Au moyen de la boussole, nous contrôlons la fonction du rotor :

a) Nous raccordons le rotor à la pile par l'intermédiaire des balais (ou des charbons) suivant le schéma de la fig. 151.

b) Le compas nous indique où se trouve le Nord et le Sud du rotor.

c) Nous vérifions le changement de polarité au cours d'une rotation de 360° et nous constatons que les extrémités du rotor changent de polarité à chaque demitour qu'il effectue. Ceci est obtenu par les segments isolés du collecteur (du cylindre) qui prennent leur courant successivement sur les 2 balais.

On constate également que le changement de polarité du rotor se produit chaque fois qu'il se trouve en position horizontale. Par conséquent, il repousse chaque fois le bras du stator d'où il vient et il attire celui vers lequel il se dirige.

Accessoires nécessaires : 3 x 5, 3 x 6, 2 x 7, 8, 19, 2 x 20, 21, 33 et une pile.

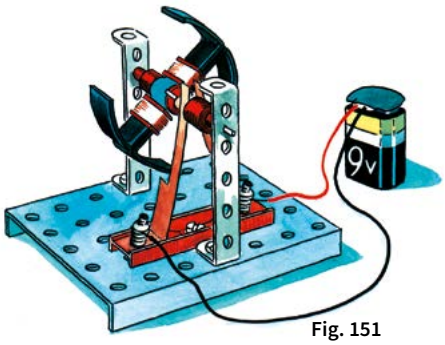


Fig. 151

152. MOTEUR ÉLECTRIQUE FOURNISSANT DU COURANT CONTINU.

Comme nous avons fait la connaissance du stator de la génératrice (150) et du rotor de la génératrice avec les balais (151), nous pouvons construire un moteur électrique fournissant du courant continu.

Nous devons d'abord assembler le rotor avec les balais et ensuite le stator. Après avoir vérifié que le rotor tourne et que les balais appuient convenablement sur le collecteur, nous raccordons ceux-ci à la pile. Le rotor commence à tourner; lentement au début et ensuite, de plus en plus vite jusqu'à son maximum qui est d'environ 2800 à 3000 tours/minute. Lorsque nous inversons les pôles de la pile, le moteur tourne en sens inverse

Accessoires nécessaires : (151), 2 x 5, 4 x 6, 10, 12, 15.

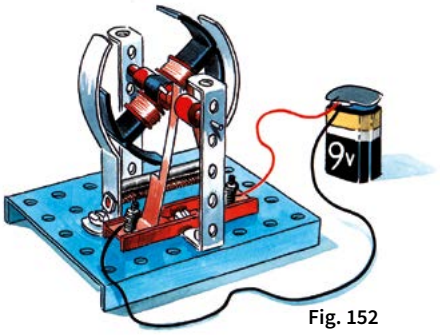


Fig. 152

153. LA GÉNÉRATRICE.

Cette fois, nous raccordons le moteur, non plus à la pile, mais au galvanomètre. Lorsqu' ensuite, nous faisons tourner le rotor à la main le plus vite possible, l'aiguille du galvanomètre déviera. Une rotation en sens inverse provoquera une déviation en sens opposé. Le moteur électrique pour courant continu peut donc également servir de génératrice, c.à.d., une machine qui fournit du courant continu.

Accessoires nécessaires : (152), 1, 2 x 7 et 34

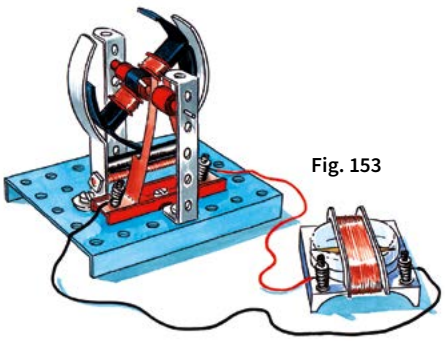


Fig. 153

CONCLUSION

Le fait d'avoir réalisé toutes les expériences décrites dans cette brochure ne signifie pas la fin pour nous mais, bien au contraire, le début de notre travail. Les expériences ci-dessus sont un premier mais très important pas dans l'acquisition du savoir technique qui repose sur notre expérience personnelle. Nous pouvons maintenant facilement attacher nos connaissances aux idées acquises par d'autres gens, présentées dans les livres ou exprimées dans les cours et aux émissions de radio ou TV.

Les connaissances acquises peuvent être complétés également par:
GENIUS (153 essais dans le domaine de l'électrotechnique et 120 essais dans le domaine de l'électronique)

DESIGNATION ET CROQUIS DES PIECES

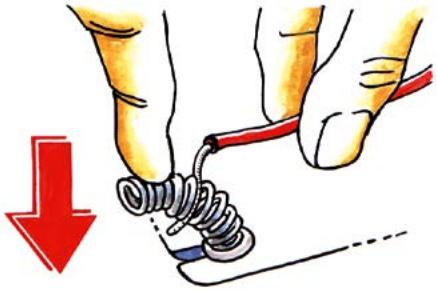
No.	DÉSIGNATION DES PIÈCES	Quantité
1	Galvanomètre	1
2	Microphone	1
3	Boîte contenant de la limaille de fer	1
4	Boîte contenant les vis et les écrous	1
5	Vis courtes M4 x 5	12
6	Ecrous M4	16
7	Attache-ressort	1
8	Socle en matière plastique	8
9	Baguette en fer	1
10	Aimant	1
11	Bobinage	1
12	Tige filetée	1
13	Sonnette	1
14	Soquet pour ampoule	1
15	Stator (en 2 parties)	1
16	Noyau en fer doux	1
17	Cadre pour noyau	1
18	Equerre allongée	1
19	Induit	1
20	Grande équerre double 60 x 12 mm	2

No.	DÉSIGNATION DES PIÈCES	Quantité
21	Paire de balais	1
22	Coquille d'écouteur	1
23	Plaque de zinc (Zn)	1
24	Plaque de cuivre (Cu)	1
25	Longue vis M4 x 20	1
26	Plaquette en polyvinyl	1
27	Pelle en cuivre avec manche en polyvinyl	1
28	Equerre simple 25 x 25 mm	4
29	Petite équerre double 38 x 12 mm	2
30	Résistance (rhéostat)	1
31	Marteau vibreur de sonnerie	1
32	Clef pour écrous	2
33	Câbles avec 2 fiches	5
34	Boussole	1
35	Ampoule 12 V/0,05 A	1
36	Fil de cuivre	1
37	Fil de constantan	1



Insérez le ressort de contact dans la plaque de base.





Insérez le fil dans le ressort de contact.





SI · OPOZORILO! NI PRIMERNO ZA OTROKE DO 3. LETA STAROSTI. VSEBUJE MAJHNE DELE, KI JIH OTROK LAHKO POGOLTNE. VSEBUJE TUDI FUNKCIONALNE OSTRE KONICE ALI REZANE ROBOVE. PRISOTNOST STEKLENIH DELOV, KI SE LAHKO RAZBIJEJO. IGRAČA NE SME BITI DOSEGLJIVA ZELO MAJHNIM OTROKOM. UPORABLJATI POD NADZOROM ODRASLE OSEBE.

HR · UPOZORENJE! NIJE PRIKLADNU ZA DJECU MLAĐU OD 3 GODINE. SADRŽI SITNE DJELOVE KOJE BI DJECA MOGLA PROGUTATI. TAKOĐER SADRŽI FUNKCJONALNE OŠTRE DJELOVE. PRISUTNOST STAKLENIH DJELOVA, KOJI SE MOGU RAZBITI. IGRAČKU DRŽATI PODALJE OD VRLO MALE DJECE. RABITI POD NADZOROM ODRASLE OSOBE.

SRB · UPOZORENJE! NIJE NAMENJENO DECI ISPOR 3 GODINE STAROSTI. SADRŽI SITNE DELOVE KOJI SE LAKO MOGU PROGUTATI. SADRŽI FUNKCIONALNE OŠTRE UGLOVE I IVICE. PRISUSTVO STAKLENIH DELOVA KOJI SE MOGU LAKO RAZBITI. IGRAČKA NIJE NAMENJENA VEOMA MALOJ DECI. UPOTREBLJAVATI POD NADZOROM ODRASLE OSOBE.

GB · WARNING! NOT SUITABLE FOR CHILDREN UNDER 3 YEARS. CONTAINS SMALL PARTS WHICH CAN BE SWALLOWED. TOY INCLUDE ALSO FUNCTIONAL SHARP POINTS OR CUTTING EDGES. PRESENCE OF GLASS ELEMENT WHICH CAN BE BROKEN. THE TOY SHOULD BE KEPT OUT THE REACH OF VERY YOUNG CHILDREN. TO BE USED UNDER THE SUPERVISION OF AN ADULTS.

FR · ATTENTION! NE CONVIENT PAS AUX ENFANTS DE MOINS DE 3 ANS. CONTIENT DES PETITS ELEMENTS DETACHABLES SUSCEPTIBLES D'ETRE AVALES. CE JOUET CONTIENT DES PETITES PIECES POINTUES QUI POURRAIENT SE REVELER COUPANTES. PRESENCE D'ELEMENT EN VERRE SUSCEPTIBLE DE SE CASSER. CE JOUET NE DOIT PAS ETRE LAISSE A LA PORTEE DES TRES JEUNES ENFANTS. CE JOUET DOIT ETRE UTILISE EN PRESENCE D'UN ADULTE.

DE · WARNUNG! NICHT GEEIGNET FÜR KINDER UNTER 3 JAHREN, DA KLEINTEILE VERSCHLUCKT WERDEN KÖNNEN. BITTE UNTERWEISEN SIE IHRE KINDER IM UMGANG MIT SPITZEN UND SCHARFEN TEILEN. BEINHALTET GLASTEIL - ZERBRECHLICH. DAS SPIELZEUG SOLLTE FÜR KLEINKINDER NICHT ERREICHBAR SEIN. VERWENDUNG NUR UNTER AUFSICHT VON ERWACHSENEN.

Production and sale
of toys, stationery, metal
and plastic goods
MEHANO
MEHANO, SI - 6310 Izola,
Polje 9, Slovenia
Tel.: ++386 5 6608 100
Fax: ++386 5 6608 101
http://www.mehano.eu
e-mail: info@mehano.si

© 2005 MEHANO all rights reserved

P38-EL188-81046000