


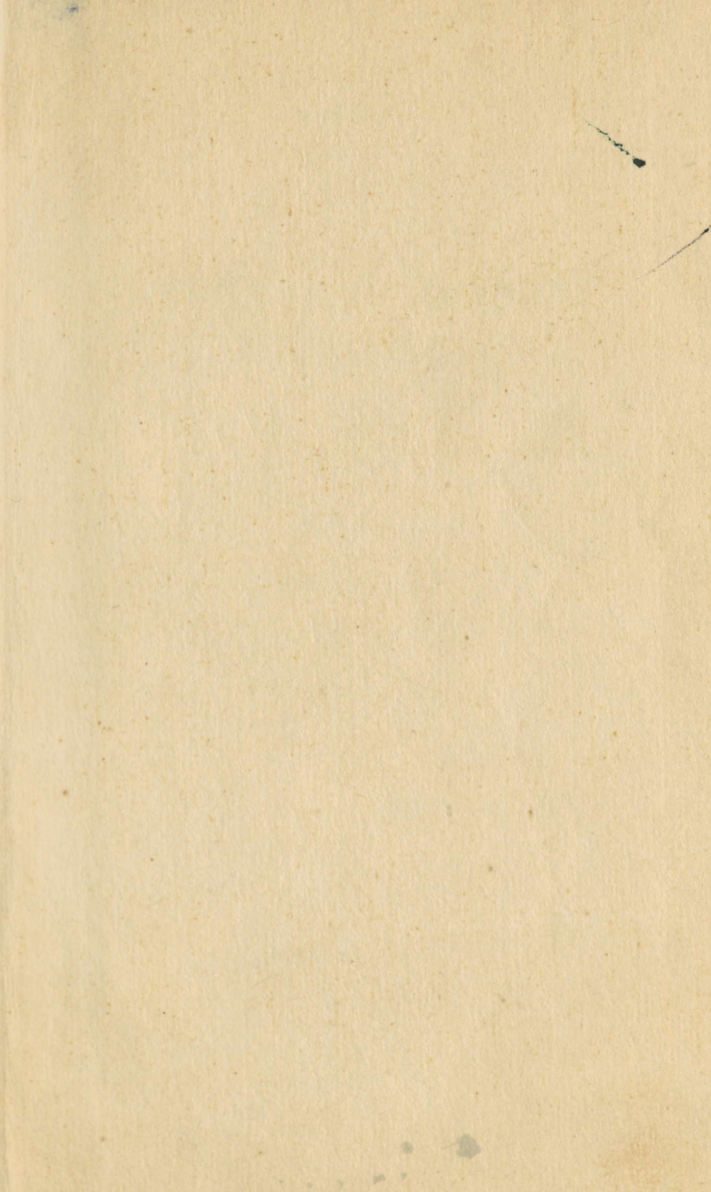
TAHAN KÕIKE TEADA

A. EMMO



Huvitavaid
katseid
tüüsikas

53331





A-24099 III

A. EMMO

Huvitavaid katseid füüsikas

2

1988

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1961

Kaane kujundanud E. Tali

2



SISSEJUHATUS

Käesolevas raamatus kõneldakse mitmesuguste nähtuste füüsikalisest olemusest, antakse juhendeid huvitavate katsete korraldamiseks, esitatakse küsimusi ja ülesandeid iseseisvaks peamurdmiseks. Toodud materjal on täienduseks õpikule ja selle kasutamine süvendab ning laiendab neid teadmisi, mida saadakse füüsika õppimisel koolis. Siin leidub jõukohaseid katseid ja ülesandeid nii neile, kes veel füüsikat ei õpi, kui ka VI—VIII klassi õpilastele. Mõned katsed pakuvad kindlasti huvi ka vanemates klassides.

Osa katseid saab sooritada koduste vahenditega, mõnede jaoks peab ise ehitama lihtsamaid katseriistu, osa katsete puhul vajatakse aga riistu, mida leidub vaid kooli füüsikakabinetis.

Suur hulk katsetest on sedavõrd huvitavad, et neid võib demonstreerida huvitava sisuga füüsika- või tehnikaõhtul. Seal võib esitada ka selles raamatus leiduvaid küsimusi ja ülesandeid. Niisugused õhtud äratavad kaasõpilastes huvi tehnika ja füüsika probleemide vastu.

Mitmed käesolevas raamatus kirjeldatud füüsikakatsetest nõuavad vilumust, seepärast peab alustama lihtsamate katsetega. Iga katse ettevalmistamisel tuleb tutvuda õpikust vastava osaga, mille kohta katse on, sest hea teooria tundmine aitab kaasa katse õnnestumisele. Ebaõnnestumise korral peab selgitama äpardumise põhjused, need kõrvaldama ja katset kordama.

Loodan, et selles raamatus kirjeldatud katsed ja ülesanded aitavad tõsta huvi füüsika õppimise vastu, annavad uusi teadmisi ja oskust katsetada.

Autor

I. TÖÖVÖTTEID JA KASULIKKE NÕUANDEID

Katsetamisel ja selleks vajalike riistade ehitamisel on vaja tunda mõningaid töövõtteid ja oskust käsitseda materjale.

1. *Klaasitöid.* Peenemate klaastorude lõikamisel tee torule risti teljega viiliga kriimustus. Toetades mõlema käe põidlad kriimustuse kohale toru vastasküljel, murra toru, püüdes seejuures teda ka venitada (joonis 1). Venitamine on vajalik selleks, et toru teravad murdekohad ei vigastaks põidlaid. Murdumisel jäänud teravad servad sulata piirituslambi või priimuse leegil ümmarguseks.



Joon. 1

Jämedate klaastorude ja pudelite lõikamisel pane toru ümber keerd hoolikalt sirgeks tõmmatud elektripliidi kütetraati. Jälgi, et see igalt poolt puutuks vastu toru. Traat lüli elektrivooluringi, milles voolutugevust saab muuta (lükatreostaadi või väntreostaadi abil). Aja traat hõõguma ja katkesta vool. Kui toru veel ei purune, siis kuu-

muta uuesti ja piserda kuumutatud kohale külma vett. Et küttetraadi otsi on raske hoida lähestikku, ilma et nad kokku puutuksid, siis on soovitatav nende vahele asetada vilgukivi tükk, mida võid saada vanast elektritriikrauast.

Kirjeldatud viisil on võimalik lõigata ka klaasplaati, parem on seda teha aga müügiloleva klaasilõikajaga.

Juhul kui elektrivoolu kasutada pole võimalik, saad pudelit või jämedat klaastoru lõigata hõõgumiseni kuumutatud raudtraadiga. Selleks tee pudelile viiliga sisselõige, märkides nii ära joone, mida mööda tahad pudelit katki lõigata. Kinnita pudel hoidjasse või hoidku seda abiline. Kuumutatud traat asetatakse kiiresti täpselt sisselõikejoont mööda ümber pudeli. Pudelit võid ka veega piserdada, nagu eelmise lõikamisviisi korral.

Viimatikirjeldatud lõikamisviis on ebakindel seepärast, et traat jahtub väga kiiresti, isegi enne kokkupuutumist pudelipinnaga.

Pudelite ja jämedate klaastorude lõikamisel jäänud suuremaid konarusi saad ära näpistada lapiktangidega. Pigista klaasi äärt ainult tangi nokkade otstega, pudendades seda järk-järgult ja vähehaaval. Lõplikult tasanda klaasi ääri vee, petrooleumi või tärpentiniga niisutatud viili või luisuga, liigutades seda piki klaasi äärt.

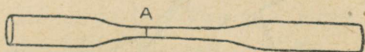
Läbipaistev klaas muutub mattklaasiks pike-maaegsel hõõrumisel liivapaberiga.

Vee all saab klaasi lõigata ka kääridega, kuid lõige tuleb väga krobeline ja käärid nürinevad tugevasti.

Kui katta klaasi želatiinilahuse või klopitud munavalgega, saad sellele kirjutada tušiga.

Peeneotsalise kaastoru valmistamiseks kuumuta klaastoru priimuseleegis, pöörates teda kogu aeg

näppude vahel. Kui toru on muutunud pehmeks, võta ta leegist välja ja venita. Toru võtab joonisel 2 näidatud kuju. Kohale A tee viili servaga kriimustus ja murra toru sealt katki.



Joon. 2

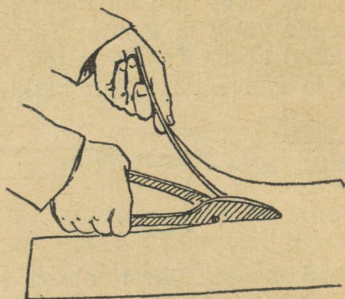
Kui tahad saada ühest otsast kinnist toru, kuumuta seda ja venita leegis, kuni ta katkeb. Katkemiskohale jäänud terav ots sulata ümmarguseks.

Klaastoru painutamiseks kuumuta painutatavat kohta kas priimuse- või piirituslambileegis 7—10 sentimeetri ulatuses, kuni toru ise enda raskuse mõjul hakkab painduma. Ühtlaseks kuumutamiseks võta mõlema käega toru otstest kinni ja pööra teda pidevalt. Kui toru muutub pehmeks, siis tuleb teda pöörata väga ettevaatlikult, et ta ei veniks, ei muutuks lühemaks ega läheks keerdu. Kui toru on küllalt pehme, siis painuta ta otsi aeglaselt teineteisele lähemale, püüdes toru harusid hoida ühes ja samas tasapinnas.

2. *Plekitöid.* Plekki saad lõigata kääridega. Paksu katusepleki lõikamiseks kasuta plekikääre. Õhukest valgeplekki, millest on valmistatud konservipurgid, võid lõigata tavaliste kääridega. Pleki lõikamisel tuleb lahtilõigatud osa painutada ja hoida joonisel 3 näidatud viisil.

Lõigatud äär jääb laineliseks ja seda tuleb puitvasaraga tasandada. Teravad plekiservad, mis võivad kätt vigastada, silu viiliga üle.

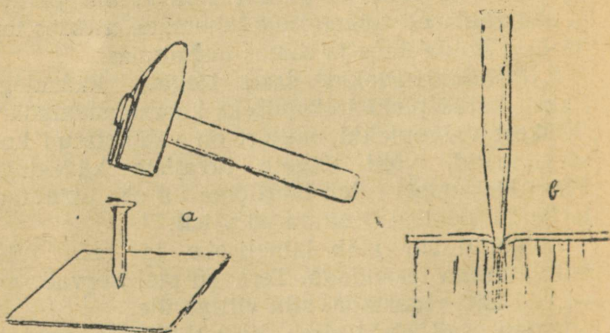
Augu saad pleki sisse lüüa lühikese naelaga (joonis 4,a), kusjuures plekitükk aseta puualusele.



Joon. 3

Et lüüa auk toru seina sisse, pista torusse puusilinder, mille läbimõõt on võrdne toru sisemise läbimõõduga.

Nii õhemasse kui ka paksemasse plekki võid auke teha torni abil (joonis 4, *b*). Plekk aseta puuhalu otsale, pane torn märgitud kohale ja löö vasaraga tugevasti torni pihta. Augu ümbert



Joon. 4

muutub plekk ebatasaseks. Augu ääred on teravad ja kisalised. Plekki võib tasandada vasaralööklidega, teravad servad aga viiliga maha viilida. Materjali sirgestamisel augu läbimõõt väheneb ja auk omandab korrapäratu kuju. Augu ümardamiseks kasuta viili või naaskli teravat serva, pista see läbi augu ja pööra seal ringi. Auk muutub laiemaks viilimisel ümarviiliga.

3. *Korgi ja kummi kasutamisest.* Korke kasutatakse peamiselt pudelite, kolbide ja torude otste sulgemiseks. Tavalist korki on kerge lõigata ja kinnitada puu külge kas liimimise teel või naeltega.

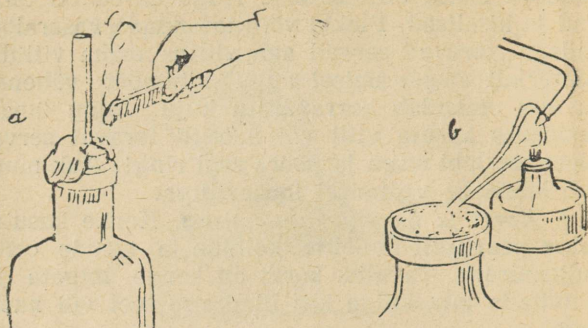
Seismisel muutuvad korgid puiseks ja rabe-daks. Selleks et neid uuesti painduvaks muuta, tuleb neid leotada kuumas vees või keeta.

Korgi lõikamisel noaga ei jää ta pind küllalt siledaks ning seda tuleb viimistleda peeneraidelise viiliga.

Parajate kummikorkide saamiseks võid neid viilida.

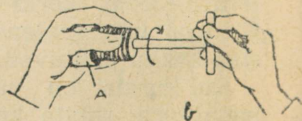
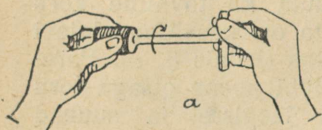
Ainult kummikorgiga saad nõu sulgeda õhutihe-dalt. Kork on õhukindlam, kui teda enne kohaleasetamist katta kas õhukese vaseliini- või mingi muu paksema määrde kihiga. Tavalised korgid lasevad õhku läbi. Et muuta ka tavaline kork õhukindlaks, selleks kata ta ots kas Mendelejevi kiti, kirjalaki või parafiiniga (joonis 5, a). Paremaid tulemusi saad, kui läbi peene otsaga toru puhud õhku piirituslambi leegisse ja suunad terava leegi korki katvale kitile (joonis 5, b). Eriti on vaja soojendada neid kiti osi, mis klaasiga kokku puutuvad.

Kui korgist on vaja panna läbi klaas- või metalltoru, sobita kõigepealt kork anuma kaelaga, põleta tulise oraga või puuri korgipuuriga



Joon. 5

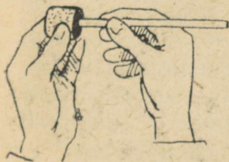
korgisse auk ja puhasta see söestunud korgist kas naaskli või viilisabaga. Puuri läbimõõt peab olema pisut väiksem toru läbimõõdust. Puurimisel ära toeta korki vastu lauda, vaid hoia seda käes, nii nagu on näha joonisel 6, a. Enne puurimist kasta puur vette või mingisse vedelasse õlisse ja pane puuritava korgi alla abikork A (joonis 6, b), mis väldib korgi purunemist puuri väljumiskohalt.



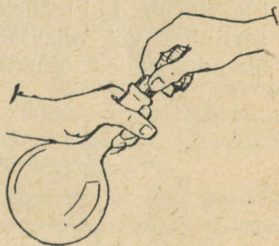
Joon. 6

Augu puurimisel kummikorgisse hõõru puuri eelnevalt märja seebiga, siis on kergem töötada. Ka kummikorgisse saab auku teha tulise oraga, kuid seejuures tekib halva lõhnaga gaase. Söestunud kummi kõrvalda augu seintelt ümarviili või viilisabaga.

Enne kui toru auku pistad, määri ta ots vee või seebiga, haara ta siis hästi otsa lähedalt kinni ja pista august läbi nii, nagu on kujutatud joonisel 7. Sama tee ka korgi panemisel kolvile (joonis 8).



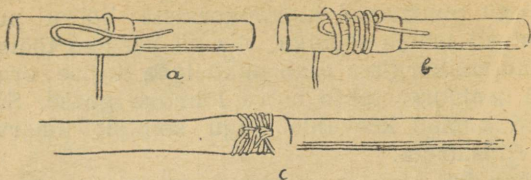
Joon. 7



Joon. 8

Ühesuguse läbimõõduga kummivoolikuid ühendatakse lühikese metall- või klaastoru abil, mille otste servad tuleb enne leegis ümmarguseks sulatada.

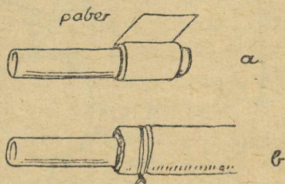
Et vältida kummivooliku äralibisemist (näiteks kui õhk voolikus on suure rõhu all), seo voolik traadi või tugeva nõoriga ümber toru (joonis 9). Juhul kui ühendatavate torude läbimõõdud on väiksemad kui kummivoolikul, siis mähi tihedalt toru ümber kummiliimiga kaetud pabeririba ja



Joon. 9

tõmba kummivoolik sellele mähisele. Pärast seo vooliku ümber tingimata traat (joonis 10).

Kummivoolikut on kerge tõmmata metall- või klaastorule, kui määrada nende otsi seebi või glütseriiniga või niisutada veega. Ühtlasi muutub ühendus sellest õhukindlamaks.



Joon. 10

Katsetes õhuhõrenduspumbaga on vaja niisugust voolikut, mida õhurõhk kokku ei suudaks suruda. Niisuguse vooliku saad teha tavalisest kummivoolikust järgmiselt. Võta voolikust tunduvalt väiksema läbimõõduga, kuid pikem puupulk. Mähi ta ümber raudtraat, jättes iga keeru vahele 1—2 millimeetrit. Suru pulk koos sellele mähitud traadiga kummivoolikusse ja tõmba see pärast traadi keerdudest välja, nii et traadi keerdud jäävad voolikusse. Need keerdud on kui ribad ja takistavad õhul voolikut kokku surumast.

4. *Kleepainetest.* Kirsi- või ploomipuudelt korjatud vaigust saad vees lahustamisel head paberiliimi. Niisuguse liimi valmistamiseks võta 1 osa kirsivaiku ja vala sellele 1,5—2 osa sooja vett. Vaik lahustub 1—2 ööpäeva jooksul. Kui liimi on vaja kohe kasutada, siis peenestä vaik pulbriks ja puista see kogu aeg segades keeva vette.

Väga hea kleepaine, millega võib ühtlasi puitu veekindlaks teha, saad, kui sulatad metallnõus parajas vahekorras kampolit ja vaha. Juhul kui saadud kleepaine on liiga pehme, lisa kampolit, kui see on aga rabe, siis lisa vaha.

Kattes puidupinna sellise kuuma lahusega, ei ime puit endasse vett. Kuumalt võid selle ainega kleepida klaasi metalli, puidu või klaasi külge. Üldse sobib see kleepaine igasuguste riistade valmistamiseks, mida ei kasutata kõrge temperatuuri juures. Soojendamisel muutub kleepaine vedelaks ja ühenduskoht tuleb lahti.

Asfaltlakiga on hea kleepida klaasi puidule (näiteks paralleelsete seintega klaasanuma valmistamisel). Pärast katmist asfaltlakiga ei ime puit endasse vett ega paisu niiskuse toimel.

Stannioli võid klaasile ja eboniidile kleepida vahule löödud munavalgega.

Ohukindla kiti saad, kui sulatad tulel võrdsed osad vaha ja kuusevaiku.

5. *Vedelike värvimine.* Et vedelik oleks paremini näha, tuleb seda värvida. Vesi muutub lillakaks, kui lahustada selles pisut kaaliumpermanganaati, pruunikaslillat kristalset ainet. Lahust ei tohi kaua klaasnõus hoida, sest ta määrib klaasi. Pärast lahuse väljavalamist pese nõu hooliga puhtaks.

Punase tindid ja vee segamisel saad ilusa punase vedeliku, mis ainult veidi määrib klaasi,

kuna aga tavalisest lillast või sinisest tindist on klaasnõu väga raske puhastada.

Leotades noori nõgesekasve piirituses saad klaasnõusid mitte määriva rohelse värvaine. Seda leotist võid säilitada umbes aasta.

Petrooleumi värvimiseks lahusta selles kingakreemi.

6. *Materjalide nimekiri.* Füüsikakatsete korraldamiseks kodus on vaja katseriistu ja materjale. Väga paljusid seadmeid saad ehitada ise. Ehitamiseks võid edukalt kasutada ka koduses majapidamises tarvitamiskõlbmatuks muutunud esemeid.

Alljärgnevalt on näidisenä toodud peamiste jääkmaterjalide loetelu, mida saad kasutada katseriistade ehitamiseks:

1. klaaspurgid; neid vajatakse väga paljudel katsetel;
2. pudelid; väiksematest võib valmistada areomeetri ja kasutada keha ujumise tingimuste uurimisel, suurematest, millel on põhi ära lõigatud, saab valmistada ülevooluanuma, mõõteklaasi, elemendipurgi, leideni purgi jne.;
3. konservipurgid kõlbavad kalorimeetriteks, keedunõudeks, liimipottideks, neist saab plekki;
4. kruvid ja mutrid võivad olla koormusteks mehhaanikakatsetes, aine erikaalu mõõtmisel, kaalutavaks kehaks jne.;
5. õle- ja pillirookõrred sobivad osutiteks;
6. elektrilampide klaaskestad on head keedukolvid, veega täidetuna on nad läätsedeks; soklit saab kasutada vooluringis;
7. raudtraati saab pakk-kastidelt;

8. nõör on vajalik mehhaanikakatsetes ja sidumiseks;
9. niidirullide puust südamikud sobivad plokkideks, vankrieste ratasteks ja poolide südamikeks;
10. kivikesed võivad olla taaraks, samuti ka koormusteks, näiteks areomeetri ehitamisel ja kehade ujumise tingimuste selgitamisel;
11. metallrahad on head kaaluvihid;
12. pliiatsisüsi kõlbab kui suure takistusega aine;
13. söed taskulambipatareist sobivad elektri-leeklambi süteks, galvaani elementide elektroodiks ja elektrolüüsikatsetel;
14. tsinki kasutatakse galvaani elementide elektroodiks või koos soolhappega vesiniku ja jootevedeliku saamiseks;
15. rauapuru ja metallitükid sobivad katseteks magnetismi ja elektromagnetismi alal;
16. vineeri- ja puukastid kõlbavad riistade ja materjalide panipaigaks, puumaterjaliks;
17. seatinaploomid ja kaabli tinakest on hea valumaterjal;
18. jalgratta õhukumm, kummipõll, kummikindad on sobiv materjal kummikelme valmistamisel;
19. isoleeritud elektrijuhe kõlbab juhtmeks katsetes elektriga ja elektromagneti mähiseks;
20. pudelikorgid;
21. terasvedrud (grammofonilt, kellalt), kitarrikeeled — dünamomeetri valmistamisel, vedru venimise uurimisel;
22. metallisae lehed, viilid, žiletiterad on head terasmagnetid;

23. küttespiraal elektrisoojendusriistades on
tarvilik katsetes elektriga;
24. tindipotid sobivad piirituslambi valmista-
miseks;
25. raudnaelad.

II. MÕÕTMINE

Tihti tuleb mõõta kas mingit pikkust, pindala, ruumala või määrata mõne keha kaalu. Selleks et mõõtmisel saada õiget tulemust, peab oskama õigesti kasutada mõõduriistu. Kui aga vajalikku mõõduriista pole käepärast, tuleb mõõdetavat suurust hinnata silma järgi või kasutada mõnda lihtsamat vahendit ja võtet.

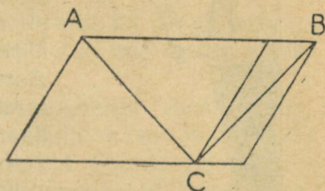
1. Kas silm meid ei peta?

Hinda nõutud mõõtmeid allpool toodud joonistel silma järgi ja kontrolli tulemust mõõtmise teel.

Kumb tähtedest on suurem (joonis 11)?



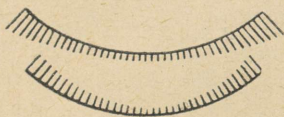
Joon. 11



Joon. 12

Kumb sirglõik on pikem, kas AC või CB (joonis 12)?

Kumb kaar on pikem (joonis 13)?
Kumma kujundi pindala on suurem (joonis 14)?



Joon. 13



Joon. 14

2. Kas oled hommikul pikem kui õhtul?

Tihti öeldakse lapsele: «Mine magama, siis kasvad hommikuks pikemaks!»

Kas see on õige?

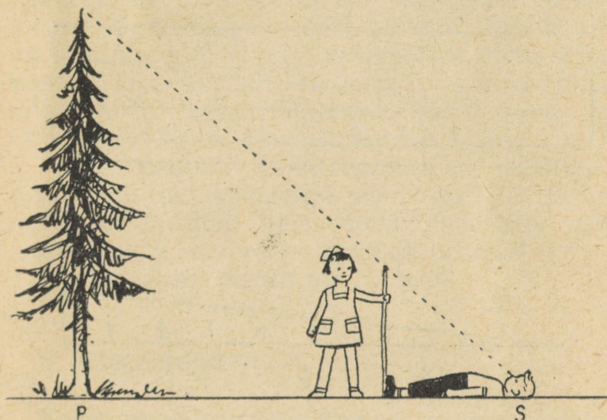
Seda saad kindlaks teha, mõõtes võimalikult täpselt enda pikkuse õhtul enne magamaminekut ja hommikul pärast tõusmist. Võta raamat (või mingi teine täisnurkne es) ja pliiats ning astu tihedalt seina äärde, seljaga vastu seina. Aseta raamat nii, et ta üks serv toetuks pealaele, teine aga oleks tihedalt vastu seina (joonis 15). Seinale raamatu alumise serva kohale, tee pliiatsiga märk. Mõõtelindi või -latiga mõõda märgi kõrgus pörandast.



Joon. 15

3. Kuidas mõõta kasvava puu kõrgust?

Mõnikord on vaja mõõta kasvava puu kõrgust, puu otsa ronimine on aga tülikas ja iga kord ei saagi seda teha.



Joon. 16

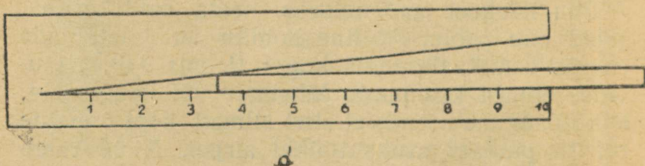
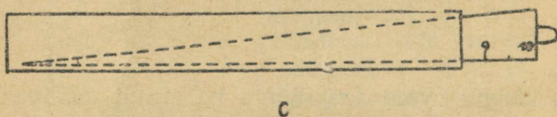
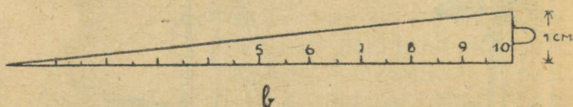
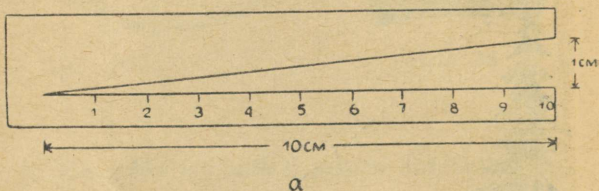
Puu kõrgust võid aga mõõta ka ainult mõõtelindi või -puu ja sirge kepi abil, mis ulatub maast kuni silmadeni.

Puu kõrguse mõõtmiseks heida selili maha, jalad puu poole. Abiline hoidku su jalataldade juures vertikaalasendis keppi (joonis 16). Nihutades ennast kas puule lähemale või kaugemale, leia niisugune asend, et sinu silmad, kepi ülemine ots ja puulatv asuksid ühel sirgel. Nüüd tuleb mõõta oma silmade kaugus puutüvest (lõik *SP*). See vahemaa ongi võrdne puu kõrgusega.

4. Mõõtekiil

Peenikeste torude sisemist läbimõõtu on lihtne määrata mõõtekiilu abil.

Pleki- või papitükisse tee täisnurkse kolmnurga kujuline väljalõige (joonis 17, a). Kolmnurga pikem kaatet¹ on 10 ja lühem 1 sentimee-



Joon. 17

¹ Täisnurga lähiskülg.

ter. Nii väljalõigatud osa kui ka pleki- või papi-
tüki pikem kaatet varusta millimeeterskaalaga.
Kiilule jäta väike käepide, millest teda saab
kinni hoida (joonis 17, *b*).

Toru siseläbimõõdu määramiseks pista kiilu
terav ots torusse (joonis 17, *c*) ja loe skaalalt, kui
sügavale see läks. Et sellele sügavusele vastav
kaatet on pikemast kaatetest 10 korda lühem, siis
on toru läbimõõt niimitu millimeetrit, mitu senti-
meetrit loed skaalalt, ja niimitu kümnendikku
millimeetrit, mitu millimeeterjaotust seal on
(joonisel 17, *c* on toru läbimõõt 8,5 mm).

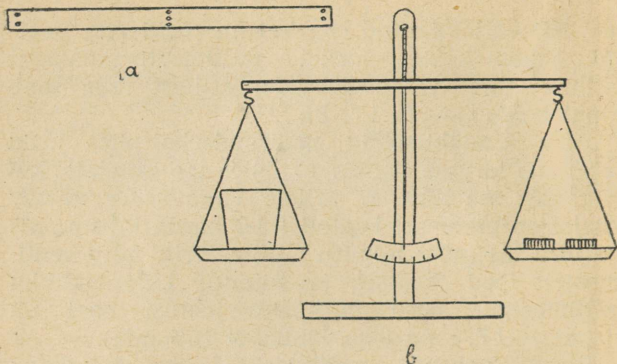
Plaadi paksuse mõõtmiseks aseta mõõdetav
plaat kiilu väljalõikamisel jäänud lõikesse ja loe
millimeetrite ning kümnendikmillimeetrite arv,
samuti nagu eespool kirjeldati (joonisel 17, *d*
kujutatud plaadi paksus on 3,5 mm).

5. Kangkaalud

Kodus on sageli vaja kaaluda mõnda väikest
keha või ainekogust. Küllalt tundlike kaalude
valmistamiseks võta 30 sentimeetri pikkune,
2—3 sentimeetri laiune ja 0,5 sentimeetri pak-
sune puuliist. Selle keskele tee kas peenikese
puuriga või põleta hõõguma aetud traadiga kolm
auku (joonis 18, *a*).

Täpselt ühekaugusele keskmisest aukude reast
puuri mõlemale poole liistu otstesse kaks auku.
Neist aukudest pane läbi peenike nõör ja sõlmi
see aasaks. Aasast pane läbi tugevast traadist
keeratud S-kujuline konks, mille teise otsa külge
riputa kolme niidi abil pappkettast või kinga-
kreemi karbi kaanest valmistatud kaalukauss.

Liistu keskel olevast kahest äärmisest august



Joon. 18

tõmba läbi nõör ja sõlmi pikemaks aasaks. Selle abil riputa kaalud kas statiivi või mõne teise toe külge, nagu see on kujutatud joonisel 18, *b*. Keskmisse auku kinnita umbes 20 sentimeetri pikkune sirge traat, puupulk või pilliroog osutiks, mille abil on kergem jälgida, kas kaalud on tasakaalus. Osuti otsa kohale, kaalude sambale, kinnita kartongitükike. Kohale, kuhu osuti jääb peatuma kaalude tasakaalu korral, joonista kartongitükile vertikaalne kriipsuke ja sellest paremale ning vasakule poole võrdsetele kaugustele veel paar kriipsukest.

Kui kaalud ei jää tasakaalu, siis löika kaalukangi allapoole vajuv ots veidi lühemaks.

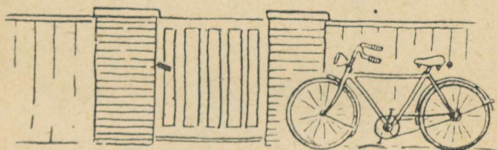
Kaaluvihtidena võid kasutada metallrahasid ja metallitükikesi. Viimaste raskus määratakse kaalumisel metallrahadega ja märgi see püsiva värviga igale tükile. Pea meeles, et ühekoopikaline kaalub üks gramm, kahekoopikaline — kaks grammi, kolmekoopikaline — kolm grammi, viiekoopikaline — viis grammi.

Kaalumisega võid kindlaks teha, mitu klaasitäit teed saab magusaks teha ühe kilogrammi suhkruga, kui palju kaalub kanamuna, õun, päffel, õunaseeme, maisitera või mõni muu kerge keha. Väiksemaid kehi, näiteks õunaseemneid, kaalu mitu tükki korraga. Ühe keha kaalu on pärast lihtne leida.

Hoja esemeid käes ja püüa otsustada, kumb on raskem, kas supilusikas või 3 teelusikat, 20 tule tikku või kahekopikaline raha. Oma otsust kontrolli kaalumiseega.

Küsimusi ja ülesandeid

1. Kui kõrge on joonisel 19 kujutatud värava-post?



Joon. 19

2. Kaalud on tasakaalus, kui ühel kaalukaasil on kahekilone kaaluviht ja pool telliskivi, teisel kaalukaasil aga terve telliskivi. Kui raske on telliskivi?

3. Kui palju piima on joonisel 20 kujutatud kruusis, mille põhja ja ava pindala on ühesuurused?

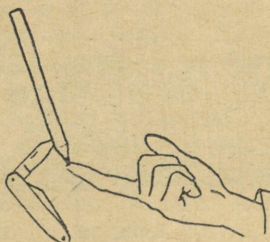


Joon. 20

III. JÕUD JA LIIKUMINE

6. Pliiats — tasakaalukunstnik

Võimatu on panna sõrme otsa seisma teravikule toetuvat pliiatsit. Kui aga pliiatsisse torgata taskunuga, nii nagu on kujutatud joonisel 21, siis püsib pliiats sõrme otsas üsna kindlalt.



Joon. 21

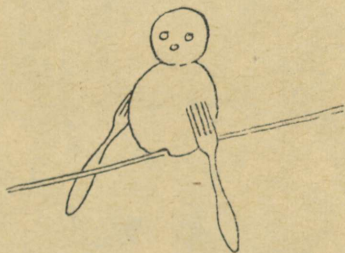
Millega seda seletada?

Pliiats toetub sõrmele ühes punktis, nn. toetuspunktis. Keha raskuskese asub sel juhul toetuspunktist kõrgemal. Kui pliiats vähegi liigub, vajub ta raskuskese madalamale ja tasakaal kaob. Selleks et ühes punktis toetatud keha oleks püsivas tasakaalus, tuleb ta raskuskese viia toetuspunktist madalamale. Antud juhul teeme seda, torgates pliiatsisse noa. Nuga on pliiatsist tundu-

valt raskem ja noa ning pliatsi ühine raskuskese on pliatsi teravast otsast allpool, kusjuures püsiva tasakaalu saavutamiseks vajub pliats alati nii, et ta raskuskese asuks otse toetuspunkti all. Kui nüüd pliats kõrvale kaldub, ta raskuskese kerkib, tasakaal muutub ebapüsivaks ja pliats püüab saada endist asendit. Tulemusena hakkab pliats võnkuma ega lange sõrme otsast maha.

7. Traadil seisev kartulist inimene

Kaks kartulit, üks suur ja teine väike, ühenda tiku abil nii, et saad inimese. Suurema kartuli otsa sisse tee noaga rennikujuline lõige ja toeta ta

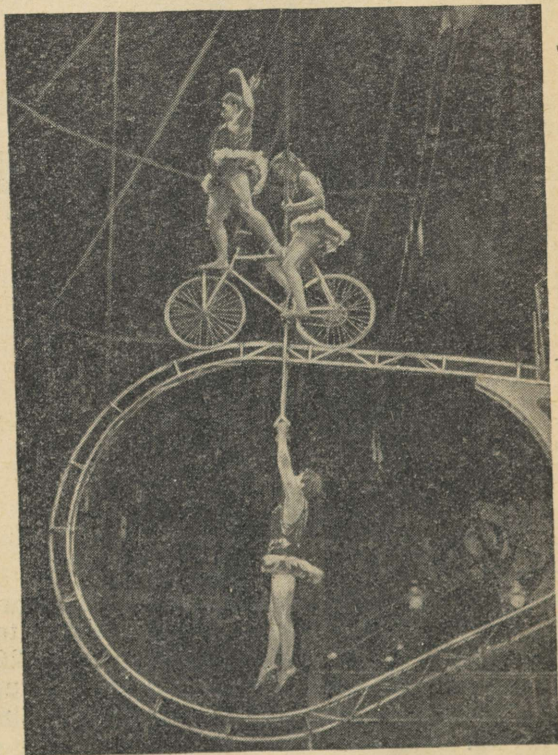


Joon. 22

traadile või joonlaua servale. Niisuguse inimese raskuskeskme saad allapoole viia sellega, et torkad kartulisse näiteks kaks kahvlit (joonis 22). Niisugune kartulist inimene võib seista ja kiikuda pinguletõmmatud traadil või joonlaua serval, ilma et ta sealt maha langeks.

8. Tasakaalukunstnikud tsirkuses

1960. a. suvel andsid Tallinnas külalissetendusi Vene NFSV teenelised tsirkusekunstnikud õed Kochid. Nad sõitsid jalgrattal kõrgel tsirkuse lae all mööda kitsast teraslatti (joonis 23). Üks õde-



Joon. 23

dest seisis jalgrattaraamil püsti ja hoidis tasakaalu, teine õdedest istus jalgrattal ja tallas pedaale, kuna kolmas rippus jalgratta all.

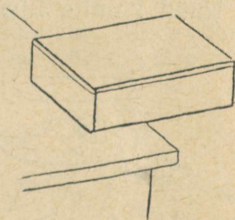
Tasakaalu hoidmisel oli eriti tähtis kolmas õde, kes rippus jalgratta all. Tema oma raskusega viis kogu grupi raskuskeskme võimalikult madalale — toetuspunktist allapoole — ja seega oli nende tasakaal püsiv.

9. Omapärane kast

Pealtvaatajaile pakub suurt huvi kast, mis ulatub küll tunduvalt üle laua ääre, kuid ei lange seal alla.

Niisuguse kasti võid teha vineerist või kohandada selleks tavalise kingakarbi. Karbi ühe otsa lähedale tee vahesein. Vaheseina taga olev ruum täida kuiva liivaga või aseta sinna poolik telliskivi, nii et see ei loksuks.

Pane karp laua äärele. raskem ots laual, ja sa näed, et ta püsib seal täiesti kindlalt (joonis 24).

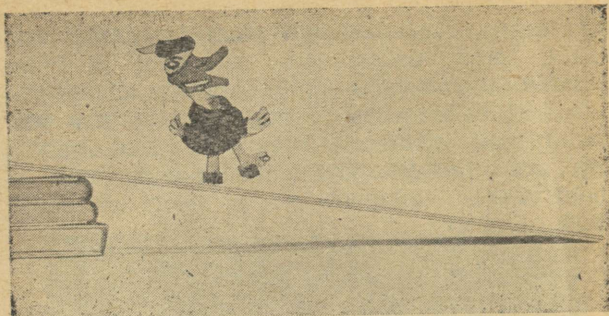


Joon. 24

10. Kõndiv part

Väikesele õele või vennale valmistad palju rõõmu, kui kingid talle omatehtud pardi, mis kõnnib alla mööda pisut kallakut pinda (joonis 25).

Kõigepealt sae vineerist välja pardi kere (joonis 26, a), seejärel kaks ühesugust osa (joonis

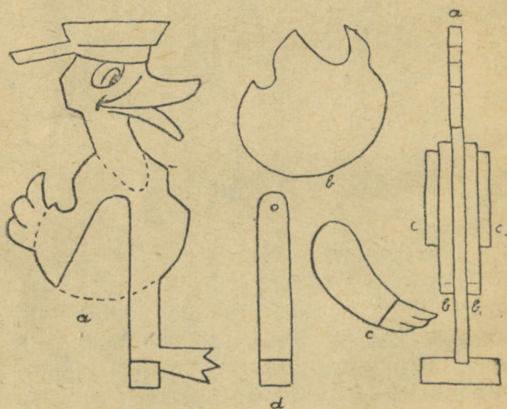


Joon. 25

26, b), kaks tiiba — kätt (joonis 26, c) ja liikuv
jalg (joonis 26, d).

Kummagi jala otsa kinnita risttahukakujuline
puuklots mõõtmetega $1 \times 1 \times 4$ cm.

Nüüd kinnita liimi ja väikeste naeltega pardi



Joon. 26

kere külge osa b ja selle külge osa c . Osa b sisse löö nael, millelt tangidega löika pea ära. Nael on teljeks liikuvale jalale d . Jala d ülemise otsa lähedale puuri auk telje jaoks. Hoolitse selle eest, et jalg liiguks teljel täiesti vabalt. Naela kohale tüki b_1 sisse puuri naaskliga auk jala telje jaoks. Seejärel kinnita kohale tükid b_1 ja c_1 .

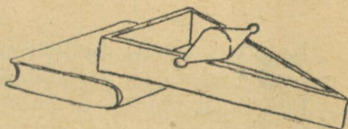
Selleks et part kõnniks alla mööda kaldpinda, peab ta liikuvale jalale asetatuna seisma rõhtsal pinnal tasakaalus. Kui ta seda pole, siis löika sealt küljest, kuhu part langes, veidi maha, kuni ta jääb tasakaalu.

Lõpuks värvi part kas õli- või nitrovärviga.

Part kõnnib hästi mööda pikemat lauda, mille kallak vali proovimise teel.

11. Keha, mis veereb kaldpinda mööda üles

Niisuguseks kehaks on kaksikkoonus, mille võid treida näiteks puust. Kolmest lauastükist valmista kolmnurkne kast, nii nagu on kujutatud joonisel 27. Aseta kasti laiem ots raamatule, nii et kasti servad moodustavad kaldpinna. Kui asetad koonuse kaldpinnale selle madalamas punktis ja sead kaldpinna kalde parajaks, siis veereb koonus mööda kaldpinda ülespoole. Miks?



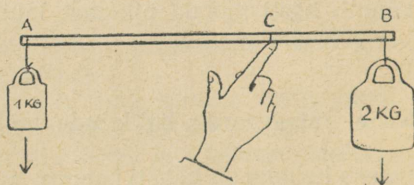
Joon. 27

Kaksikkoonus, nagu iga teinegi keha, liigub kaldpinda mööda nii, et ta raskuskese langeb madalamale. Seda võid tähele panna, jälgides koonuse telge. Et kaldpinda moodustavad laua

servad on ülevalpool teineteisest kaugemal kui allpool, siis liigub koonus küll kaldpinda mööda üles, kuid tegelikult ta raskuskese langeb seejuures madalamale.

12. Kang

Seo sirge varda kummagi otsa külge kaks erineva kaaluga keha, näiteks kaaluvihid. Aseta varras rõhtasendis sõrmele. Füüsikas nimetatakse niisugust kahest otsast koormatud varrast kangiks. Kang on oluliseks osaks näiteks kaalude juures.



Joon. 28

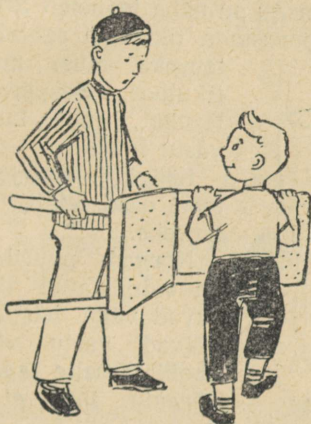
Kaugust kangi toetuspunktist kuni koormuse rakenduspunktini nimetatakse kangi õlaks.

Füüsikast teame, et kang on tasakaalus, tähendab rõhtasendis siis, kui koormise ja ta õla korrutis on võrdne koormist tasakaalustava jõu ja selle õla korrutisega. Mõõda joonisel 28 joonlauaga kaugused AC ja BC. Määra ka kangi otsesse riputatud koormiste kaalud. Olgu need P ja Q . Kontrolli, kas siis, kui kang seisab rõhtasendis, on kehtiv kangi tasakaalutingimus:

$$P \times AC = Q \times BC.$$

13. Väike, aga tugev

Huvitava füüsika õhtul võib korraldada jõuproovi kahe õpilase vahel. Neist üks vali võimalikult suur ja tugev, teine aga üsna väike ja



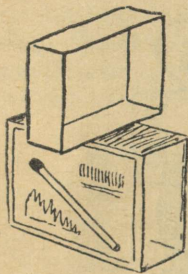
Joon. 29

nõrgavõitu. Võtku nüüd tugevam õpilane tooli nii viisi kätte, et ta ise asub tooli jalgade vahel (joonis 29). Palu teda hoida tooli võimalikult tugevasti. Väiksema õpilase ülesandeks on suurem õpilane koos tooliga ümber pöörata, nii et ta lükkaks tooli seljatoest. Vaatamata tugevama õpilase jõupingutustele, pöörab väiksem õpilane ta ümber. Põhjus on selles, et väiksem õpilane kasutab siin tooli kangina, kusjuures tema poolt rakendatud jõu õlg on tunduvalt pikem kui tooli jalgade vahel asuva õpilase poolt rakendatud jõu õlg, järelikult võib väiksema õpilase poolt rakendatud jõud ise olla tunduvalt väiksem.

14. Tugev tikutoos

Kas suudad rusikahoobiga purustada tühja tikutoosi?

Tõmba tikutoosi sahtel välja ja aseta see toosi kestale, nii nagu on näha jooniselt 30. Püüa rusikahoobiga purustada tikutoosi sahtel, kuid jätta terveks alus, millel seisab tikutoos. Seepärast pidurda rusikat, enne kui see jõuab vastu lauda.



Joon. 30

Löögi tagajärjel hüppavad toosi osad laiali, kuid jäävad terveks.

Nõrgad puurivad, millest on valmistatud tikutoos, vetruvad väga hästi, nii et nad võivad vastu võtta tugeva hoobi ja selle tagajärjel laiali põrgata, ilma et puruneksid.

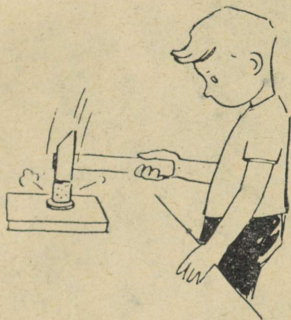
15. Kas saab nõelaga mündi sisse auku teha?

Nõel on terasest, kuna näiteks münt on tehtud pehmemast metallide sulamist. Seega peab olema võimalik teha mündi sisse nõelaga auku.

Katsetamiseks võib võtta ainult käibelt kõrvaldatud mündi, sest seadusega on keelatud vigastada käibelolevat raha.

Võta niisama pikk korgitükk, kui on nõel. Juhul kui seda pole käepärast, lõika tangidega nõela otsast väike tükk ära. Torka nõel läbi korgi, nii et ta teravik oleks korgi pinnaga täpselt ühetasa. Kork hoiab nõela püsti ja takistab mõnel määral ka nõela paindumist.

Pane münt pehmest puust alusele ja sellele kork, nii et nõela teravik oleks vastu münti (joonis 31). Haamriga anna korgile järsk tugēv hoop. Nõel ongi tunginud läbi mündi. Oluline on siin just hoobi kiirus.



Joon. 31

Miks nõel ei paindunud ega murdunud?

Teame, et iga keha on inertne, see tähendab, ta vajab aega, et mõjuva jõu toimel muuta kas liikumise olekut või oma kuju. Selleks et vasara poolt avaldatav jõud kõverdaks nõela või muraks selle katki, on vaja teatavat aega, kuigi see on lühike. Et aga vasarahoop mõjub nõelale lühema aja vältel, kui on vaja nõela kõverdamiseks või murdmiseks, siis jõuab nõel enne kuju muutumist tungida läbi mündi.

16. Inimese ülestõstmine sõrmeotstega

Kas sõrmeotste abil saab inimese üles tõsta?

Selleks on vaja viis tõstjat. Tõstetav astugu pingikesele (joonis 32). Kaks tõstjat surugu



Joon. 32

nimetissõrmed tõstetava taldade alla, kaks asetagu oma parema käe nimetissõrmed tõstetava küünarnukkide alla, kuna viies asetagu oma nimetissõrm tõstetava lõua alla. Üks tõstjatest lugegu — üks, kaks ja kolm — ning kõik tõst-

jad pingutagu end korruga. Ei olegi vaja teab kui suurt jõupingutust, selleks et kergitada pingikesel seisjat. Pärast asetatagu tõstetav sujuvalt pingikesele tagasi.

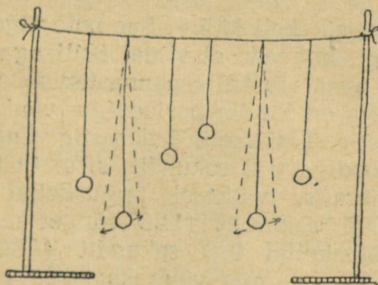
Kuidas on see võimalik? Kas meie nimetissõrm on tõesti nii tugev?

Siin on tegemist paralleelsete jõudude koosmõjuga, sest iga tõstja avaldab nimetissõrmega jõudu alt üles. Paralleelsete jõudude resultant on aga võrdne nende summaga. Kui näiteks tõstetav kaalub 40 kilogrammi, siis tuleb igal tõstjal rakendada sõrme kaudu keskmiselt jõudu $\frac{40}{5} = 8$ kilogrammi. Seda suudab aga igaüks.

17. Resonants

Kiige võib panna võnkuma üsna väikese jõuga, kui seda rakendada perioodiliselt. Seejuures peab jõud korduma sama perioodiga, millega võngub kiik. Sel juhul öeldakse, et mõjuv jõud ja kiige võnkumine on *resonantsis*.

Seda, et ülesriputatud keha võib võnkuma hakata üsna väikese perioodiliselt mõjuva jõu



Joon. 33

toimel, saab näidata järgmise katsega. Riputa pinguletõmmatud nööri külge niitude abil raskusi (joonis 33). Niisuguseid niite koos raskustega nimetatakse pendliteks. Rõhtne nöör, mille küljes ripuvad pendlid, saab võnkuvalt pendliit tõukeid, mida ta annab edasi kõigile teistele pendlitele. Ainult ühepikkustel pendlitel on sama periood, nagu nöörile antud tõugetel, sest pendli võnkeperiood sõltub ta niidi pikkusest. Järelikult on need pendlid resonantsis nööris levivate tõugetega ning hakkavad võnkuma.

Peaaegu ükski hooratas ega elektrimootori pöörlev osa — rootor — pole võllile asetatud nii, et ta telg läbiks täpselt ratta või rootori raskuskeskme. Seega iga hooratas või rootor enam või vähem «viskab». Tehnikas tuleb hoolitseda selle eest, et neist «visetest» põhjustatud tõugete periood ei oleks võrdne pöörleva keha võnkeperioodiga (viimane sõltub keha mõõtmetest ja massist). Juhul kui need perioodid on võrdsed, võib võll hakata nii tugevasti võnkuma, et puruneb.

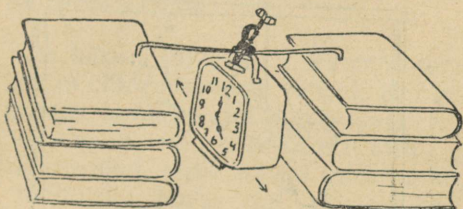
18. Tantsiv äratuskell

Õeldakse, et «kell käib». See pole õige, kell ei lähe kuhugi, kui teda ei viida. Küll aga võib nii tasku- kui ka äratuskella panna tantsima.

Kella sees on kindla perioodiga võnkuv ratas — balanssiir. Taskukella balanssiir võngub tavaliselt perioodiga 0,2 sekundit, s. o. ta teeb 300 võnget minutis, väikesel äratuskellal on see periood 0,5 sekundit (120 võnget minutis) ja suurel äratuskellal 0,6 sekundit (100 võnget minutis). Pendel, mis võnguks sama perioodiga nagu taskukella balanssiir, peab olema 1 cm

pikkune. Väikese äratuskella ja suure äratuskella balanssiiridele vastavate pendlite pikkused on 6,1 ja 8,9 sentimeetrit.

Selleks et kell «tantsiks», muuda ta niisuguseks pendliks, mille võnkeperiood oleks võrdne kella balanssiiri võnkeperioodiga.



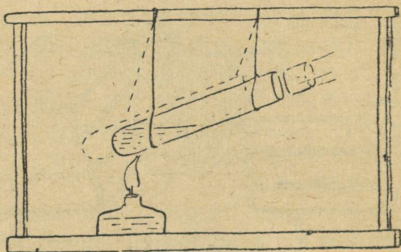
Joon. 34

Riputa kell üles nii, nagu on näha jooniselt 34. Selleks et kella võnkeperioodi lühendada, tuleb ta raskuskeset tõsta. Seda saab teha, kui kella külge, kellast kõrgemale kinnitada mingi raskus, kas näiteks statiivi muhv või teraspolt. Niisugune raskus ja selle kaugus kella teljest tuleb määrata katsest. Nende sobiva valiku korral hakkab rahu-likult rippuv kell võnkuma sama perioodiga, nagu võngub balanssiir kella sees. Nõrgad tõuked, mida annab võnkuv balanssiir, panevad kogu kella võnkuma, sest mõlemate võnkumiste perioodid on võrdsed. Ka siin on tegemist resonantsinähtusega.

19. Tagasilöök laskmisel

Alati kui kaks keha mõjuvad teineteisele, siis rakendavad nad vastastikku jõude, mis on võrdsed ja vastassuunalised. Seejuures on üks jõududest rakendatud ühele, teine aga teisele kehale.

Vala katseklaasi või ühest otsast kinnisesse metalltorusse vett ja sule see korgiga, mis kergesti pealt ära tuleb. Riputa katseklaas kahest traataasast läbipandud niitidega üles, nii et ta jääks pisut kaldu (joonis 35).



Joon. 35

Aja vesi katseklaasis keema, kasutades selleks kas piirituslampi, kuiva piiritust või piiritusega immutatud vatitükki, süüdates selle plekk-karbi kaanel. Enne tule süütamist kuivata hoolikalt katseklaasi väline pind, sest muidu võib see puruneda.

Kui vesi katseklaasis keeb, paiskab tekkiv aur korgi katseklaasilt; katseklaas ise aga liigub vastassuunas korgi liikumisega.

Aur katseklaasis avaldas ühesuurst jõudu nii korgile kui ka katseklaasile. Et mõlemad jõud olid vastassuunalised, siis hakkas nende mõjul üks kehast liikuma ühes, teine teises suunas. Seejuures on kehade (korgi ja katseklaasi) kiirused pöördvõrdelised nende massidega, see tähendab, kui näiteks katseklaasi ja selles oleva vee mass on 3 korda suurem korgi massist, siis liigub

katseklaas tagasi 3 korda väiksema kiirusega kui kork.

Samal põhjusel liiguvad laskmisel tagasi kõik tulirelvad — kahuritorud, püssid jt.

20. Reaktiivliikumine

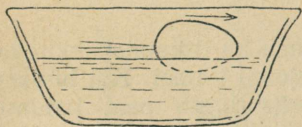
Keha võib hakata liikuma ka liikumist tekitava jõu vastumõju ehk reaktsiooni toimel. Kui hüpata näiteks paadist kaldale, siis liigub paat kaldast eemale vastumõju ehk reaktsiooni tõttu. Kui lugeda lihaste jõud, mille toimel inimene hüppas kaldale, mõjuvaks jõuks ehk aktsiooniks, siis jõud, mis lükkas paadi kaldast eemale, on vastumõju ehk reaktsioon. Reaktsiooni mõjul toimuvat liikumist nimetatakse reaktiivliikumiseks. Näiteks rakett liigub temast väljuva gaasijoa reaktsiooni toimel. Samasuguse jõu mõjul liigub ka reaktiivlennuk.

Reaktiivlennu pioneeriks oli vene teadlane Konstantin Eduardovitš Tsiolkovski, kes juba 1903. aastal andis reaktiivlennu teooria. Ta töötas välja ka üksikasjaliselt läbimõeldud plaani lendudeks ümber Maakera ja teistele taevakehadele. Tsiolkovski ideid on rakendatud tänapäeval — 12. aprillil 1961. aastal tegi Nõukogude Liidu kodanik Juri Gagarin esimesena tiiru ümber Maakera, vajades selleks umbes poolteist tundi. Nimetatud lennule eelnesid Maa tehiskaaslaste väljasaatmised ja kosmoselaeva saatmine ümber Kuu.

21. Veepinnal liikuv kanamuna

Uurista keetmata kanamuna koore sisse nõelaga väike ava. Ime ava kaudu välja muna sisu. Tühja

munakoore sisse vala pisut eetrit ja aseta muna siis kaussi sooja vette.¹ Vee temperatuur peab olema vähemalt 40° C. Eeter munakoore sees hakkab keema, sest eetri keemistemperatuur on 35° C. Munakoores



Joon. 36

olevast august väljuva eetriauru joa reaktsiooni tõttu hakkab munakoore veepinnal liikuma vastassuunas eetriaurude liikumisele (joonis 36).

22. Reaktiivmootoriga paat

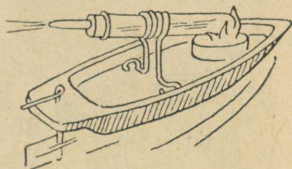
Selle valmistamiseks on vaja haava- või leपालauda mõõtmetega umbes 30×7×2,5 sentimeetrit, suuremat katseklaasi või ühest otsast kinnistoru, korki, plekk-karbi kaant, plekiriba, traati ja mõnda puukruvi.

Haava- või leपालauast lõika välja kerge paadikere. Päraosast puuri läbi vertikaalne auk, sellesse pista puupulk, mille külge on kinnitatud plekiriba — tüür. Vajaliku plekiriba saad lõigata mingist plekk-karbist. Pulga teise otsa, mis ulatub laevalaele, kinnita horisontaalne pulk — hoob, mille abil saab tüüri pöörata kas vasakule või paremale.

Reaktiivmootor tee katseklaasist. Mähi selle ümber paar keerdu jämedamat traati, kõige parem vasktraati, mille läbimõõt on vähemalt üks milli-

¹ Katsete korraldamisel eetriga ei tohi ruumis olla lahtist tuld. Soovitav on katseid eetriga korraldada õues. Pärast eetri valamist tuleb pudel sulgeda korriga.

meeter. Selleks otstarbeks võid kasutada ka pleki-riiba, mille vabad otsad kinnita puukruvidega paadi põhja külge. Katseklaasi suu sule tihedalt korgiga, millest on läbi pandud klaastoru. Viimase ots tõmba leegis peenemaks, nii et ta ava läbimõõt ei ületaks ühte millimeetrit.



Joon. 37

Katseklaas asetatakse pisut kaldu, avaga paadi pära poole, nagu on näha jooniselt 37. Katseklaasi kinnise otsa alla, paadi põhjale, kinnitatakse puu- või plekk-silindri külge plekk-karbi kaas. Paadi kere veepealne osa värvi näiteks valgeks, veealune osa punaseks.

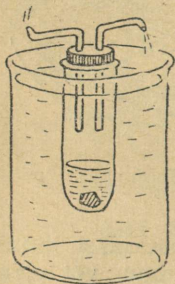
Liikumise saad paadi panna järgmiselt. Vala katseklaasi pisut vett ja sule see korgiga, millest on läbi pandud klaastoru. Karbikaane sisse asetatakse vatti ja vala sellele piiritust, süüta see ning lase paat vette. Kui vesi hakkab katseklaasis keema, tõukab väljuva aurujoa reaktsioon paati edasi.

23. Pöörlev katseklaas

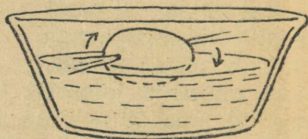
Vali suurem katseklaas või jämedama kaelaga pudelike. Aseta sellesse kivike või mingi muu raskus, et ta püsiks vees vertikaalselt. Katseklaasi vala eetrit ning sule klaas korgiga, millest on läbi puuritud kaks ava. Neist avadest pistab läbi kõveraks painutatud klaastorud (joonis 38). Niisugune katseklaas asetatakse suuremasse anumasse vette, temperatuuriga üle 40°C . Eeter klaasis hakkab keema ja torudest väljuvate eetriauru jugade reaktsioonijõudude mõjul hakkab katseklaas pöörlema.

Katse on palju efektsem, kui seda sooritada pimedas ruumis ja torudest väljuvad eetriauru joad süüdata. Sel korral tuleb katseklaasi valada ainult õige vähe eetrit ja jälgida, et ruumis, kus katset tehakse, ei oleks õhus eetriauru, sest see süttib väga kergesti.

Sama katset võid teha ka lihtsamalt, kasutades kat-



Joon. 38



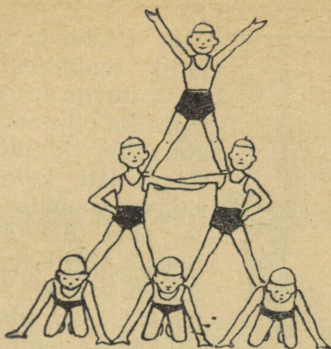
Joon. 39

seklaasi asemel tühja kanamuna. Keetmata kanamuna koore sisse uurista nõelaga kaks auku — üks ühte, teine teise muna otsa (joonis 39). Puhu muna sisu välja ja vala tühja muna sisse pisut eetrit. Edasi talita munaga samuti nagu katseklaasigagi.

Küsimusi ja ülesandeid

4. Viibides suvelaagris tegid pioneerid joonisel 40 kujutatud püramiidi. Iga poiss kaalus keskmiselt 40 kilogrammi. Kui suurt raskust tuli kanda igal poisil püramiidis?

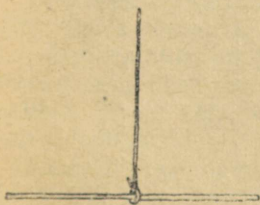
5. Kangkaalud on tasakaalus, kui ühel kaalu-kausil on koormus 252 grammi ja teisel 254 grammi. Kui palju on kangi üks õlg teisest lühem, kui pikem õlg on 20 sentimeetrit?



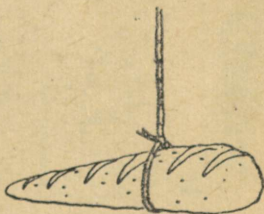
Joon. 40

6. Riputa ühesuguse jämedusega vasktraat horisontaalselt, nagu on näha joonisel 41. Kas traat jääb horisontaalasendisse, kui ta üks ots kõveraks keerata?

7. Kaks sõpra ostsid kahepeale suure saia ning tahtsid seda omavahel võrdselt jaotada. Saia üks ots oli tunduvalt jämedam kui teine. Nad riputasid saia üles, nii nagu on näha joonisel 42, ja lõikasid selle täpselt nööri mööda katki. Kas kumbki sai võrdse kaaluga tüki?



Joon. 41



Joon. 42



Joon. 43

8. Peeter ja Jaak võistlesid ronimises. Peeter, keda huvitas füüsika, kasutas ka siin selle teaduse abi. Ta kinnitas sama rõhtsa lati külge, millel rippus ronimisköis, ploki ja pani üle selle köie (joonis 43). Köie ühte otsa sõlmis ta aasa, millesse istus ise. Köie teisest harust hakkas ta ennast kätega üles tõmbama. Jaak ronis mööda köit tavalisel viisil. Kummal oli kergem üles jõuda? Põhjenda oma arvamist.

9. Millega seda seletada, et kingsepp võib talanahka kloppida põlvedele asetatud alasil, ilma et põlv haiget saaks?

IV. VEDELIKUD JA GAASID. ÕHURÕHK

24. Kas õhk on keha?

Teame, et seal, kus on üks keha, ei saa samal ajal olla mingi teine keha. Näiteks kohal, kus asub mingi kivimürakas, ei saa samal ajal olla veeämber.

Lauale asetatud «tühjas» teeklaasis ei näi olevat mitte midagi. On see tõesti nii?

Vala suuremasse klaaspurki rohkem kui poolest saadik vett. Veepinnale pane väikesele laastutükile ujuma suhkrutükk. Kata suhkrutükk ja lauake, millel see ujub, kummulipööratud teeklaasiga. Nüüd suru klaasile ja lükka see purgi põhjani (joonis 44). Vesi ei tungi klaasi, vaid lauake koos suhkrutükiga ujub veepinnal klaasi sees.

Teeklaasi ettevaatlikult üles tõstes tõuseb ka lauake. Suhkrutükk on jäänud täiesti kuivaks, vaatamata sellele, et ta käis vee all purgi põhjas.

Klaasis pidi olema mingi keha, mis takistas vee tungimist klaasi. Selleks



Joon. 44

kehaks oli õhk. Õhku me ei näe, sest ta on värvitu ning läbipaistev, kuid ta on keha ega lase enda asemele tulla teist keha, enne kui on ise eest kõrvaldatud.

25. Augud aine sees

Mis sa vastaksid, kui sult küsitakse, millest koosneb kriiditükk? Ütled muidugi, et kriidist. Kas see vastus on aga õige?

Kaalu kriiditükk ja aeta see siis vette. Kriiditüki pinnale ilmuvad mullid. Mõne aja möödudes võta ta veest välja, pühi riidelapiga kuivaks ja kaalu siis uuesti. Miks muutus kriiditükk vees raskemaks?

Kriidi sees, kriiditerade vahel, leidub õõnsusi ehk poore, millesse tungis vesi, surudes välja seal olnud õhu. Viimast nägimegi mullidena kriiditüki pinnal. Seega võid esitatud küsimusele vastata, et kriiditükk koosneb kriidist ja õhust.

Kui sama katset korrata näiteks naelaga, siis see ei muutu vees raskemaks. Seega koosneb nael ainult terasest, temas pole õhuga täidetud poore.

Aineid, mis sisaldavad õhku, nimetatakse poorseteks aineteks. Niisugused on näiteks kork, telliskivi, leib jt.

Vesi sisaldab õhku lahustunud kujul. Külmas vees lahustub õhku rohkem kui soojemas. Kui vett anumasse soojendada, siis ilmuvad anuma seintele ja põhjale pärlitena sätendavad mullid — neis on õhk, mis eraldus vee soojenemisel.

Mõne poorse aine õõnsustesse tungib kergesti mingi teine aine. Üheks poorseks aineks on puusüsi. Apteekides müüakse aktiveeritud sütt, mille terakestes on tohutul hulgal imeväikesi poore. Ühes grammis aktiveeritud söes on terakeste ja

pooride kogupindala kuni 1000 m². Sellele suurele pindalale kleepub nii värvaine kui ka paljud gaasid. Seepärast kasutatakse aktiveeritud sütt vedelike puhastamiseks lisanditest, gaasitorbiku filtris mürgiste aurude ning gaaside kõrvaldamiseks ja mujal. Sissevõtmisel imeb aktiveeritud süsi endasse maost ja sooltest seai leiduvaid kahjulikke gaase ning mürkaineid. Sogane vesi muutub kurnamisel läbi söe selgeks ja joodavaks. Selles võid veenduda järgmise katse abil.

Aseta klaaslehtrisse kokkuvolditult filter- või kuivatuspaber, millesse puista aktiveeritud sütt. Nüüd vala filtrisse musta kohvi (joonis 45). Lehtri alla asetatud pudelisse tilgub puhast vett. Nii võid musta kohvi muuta läbipaistvaks.



Joon. 45

26. Mõnda vedeliku pinnast

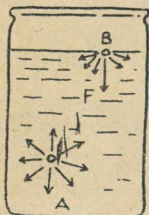
Vedeliku pind sarnaneb mõningal määral pinguletõmmatud kummikelmega. Kui asetada nõel või žiletitera ettevaatlikult veepinnale, siis jääb see sinna ujuma. Veepinda mööda võivad joosta ka mõned putukad, ilma et nende jalad läbi vee pindkile vette vajuksid. Veepind ainult paandub nende jalgade all lohku nagu kummikelmel. Nii-sugust vedeliku pinna omadust nimetatakse pindpinevuseks.

Miks on vedeliku pind pingul?

On kindlaks tehtud, et vedeliku iga molekuli tõmbavad külge ta naabermolekulid. See tõmbe-

jõud avaldub ainult molekuli lähemas ümbruses, kaugusel kuni 0,00005 millimeetrit.

Joonisel 46 on kujutatud kaks vedelikumolekuli *A* ja *B*; neist *A* on vedeliku sees, *B* aga ta pinnal. Vedeliku sees olevat molekuli tõmbavad külge naabermolekulid, mis asuvad igas suunas ta lähedal. Seega on sellele molekulile mõjuvad tõmbejõud tasakaalus.



Joon. 46

Teisiti on lugu aga vedeliku pinnal asuvale molekulile mõjuvate jõududega. Seda molekuli tõmbavad enda poole vedeliku naabermolekulid ja nende jõudude koosmõjust tekib jõud *F*, mis mõjub

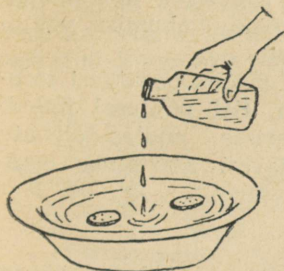
risti vedeliku pinnaga ja on suunatud vedeliku sisse.

Vedeliku pinnal asuvate molekulide vahel mõjuvad jõud, nn. pindpinevusjõud, mis on paralleelsed vedeliku pinnaga. Nende mõjul käitub vedeliku pindkiht pinguletõmmatud kummikelmena, mis võib kanda raskusi ja püüab end kummikelmena kokku tõmmata. Seda nähtust nimetatakse pindpinevuseks.

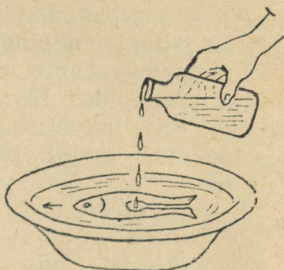
Alljärgnevalt on kirjeldatud mõningaid katseid, mis on seletatavad pindpinevusega.

1) Vala pesukaussi vett ja pane veepinnale lähestikku ujuma kaks õhukest puuketast (joonis 47). Puuketaste vahele tilguta paar tilka piiritust, tärpentini või eetrit. Kettad ujuvad mööda veepinda teineteisest eemale. Seda nähtust saab seletada järgmiselt. Veepinnale laiali valgunud piirituse- või tärpentini kiht vähendab vee pindpinevust, sest nii piirituse kui ka tärpentini (samuti eetri) pindpinevus on väiksem kui veel. Seetõttu muutub ketastevahelise veepinna pindpinevus väikse-

maks. Umbruses on aga puhta vee pind tugeva-
mini pingul ja, kleepudes puukettakeste külge,
kisub nad teineteisest eemale.



Joon. 47

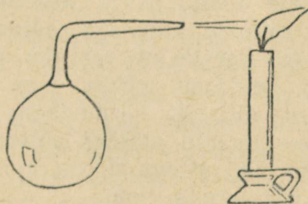


Joon. 48

2) Vooli laastust kala. Uurista sellest läbi auk
ja lõika sealt pragu kuni kalakese sabani. Aseta
kala veepinnale ujuma ja tilguta ta keskel ole-
vasse auku paar tilka piiritust, tärpentini või
eetrit (joonis 48). Kalake hakkab veepinda mööda
kiiresti ujuma.

Ka see nähtus seletub pindpinevusega.

3) Puista leigesse vette õhukesi seebilaaste ja
lahusta need. Veel parem on, kui tilgutad lisaks
ka veidi glütseriini. Niisugusest lahusest saab



Joon. 49

puhuda seebimulle. Kui jätta puhutud mull seisma, siis hakkab see vähenema ja surub endast toru kaudu õhku välja. Väljavoolava õhu juga on isegi nii tugev, et võib kustutada küünlaleegi (joonis 49). Seebimulli kokkutõmbumise põhjuseks on jällegi pindpinevus.

Pindpinevus sunnib vett mööda peenikesi torusid ja poore üles tõusma. Sel põhjusel imbub näiteks tint kuivatuspaberisse, mullas olevate pooride tõttu tungib põhjavesi maapinna lähedale jne.

27. Kehadest, mis vette kastmisel jäävad kuivaks

Kas iga keha saab vette kastes märjaks? Muidugi mitte. Hani tuleb veest välja niisama kuivalt, nagu ta oli vette minnes. Kui pista vette täiesti puhas klaaspulk, siis saab see märjaks, kuid vette pistetud parafiinküünal jääb kuivaks. Vesi märgab klaasi ja puitu, ei märga aga vaha, parafiini ega rasvatatud kehi.

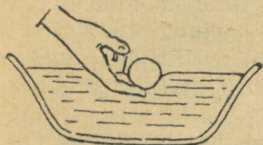
Kehadega, mis vette kastes jäävad kuivaks, võid korraldada järgmisi katseid.

1) Valmista parafiinist, steariinist või vahast kera, läbimõõduga umbes 3—4 sentimeetrit. See jääb veepinnale ujuma. Kera raskuse suurendamiseks suru sellesse kuumaks aetud naelakesi. Lõpuks muutub kerake nii raskeks, et vette asetatult vajub aeglaselt põhja. Kui aga toetada seda kerakest altpoolt sõrmedega, asetada ta laiemasse veeanumasse, näiteks kaussi (joonis 50), ja seejärel sõrmed ettevaatlikult eemaldada, siis jääb kerake veepinnale ujuma.

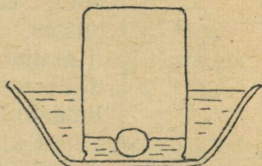
Kerakest hoiab ülal vee pindkile, millest oli

juttu eespool. Kui aga kerakest tõugata, siis vee pindkile rebeneb ja kerake vajub põhja.

2) Püüa nüüd kerakest põhjast veepinnale tuua, nii et käsi märjaks ei tee ja kerakest ei puuduta. Aseta kerakese kohale vette kummuli-pööratud klaaspurk (joonis 51). Purgis olev õhk



Joon. 50



Joon. 51

ei lase vett purki tungida, seega langeb veepind purgis nii madalale, et parafiinkerake jääb purgi sees osaliselt veepinnale. Nüüd ei lase vee pindkile kerakest enam põhja vajuda. Tõstes purki ülespoole, kerkib koos veepinnaga ka kerake. Kui veepinnad purgis ja kausis on ühekõrgused, siis võta purk ettevaatlikult veest välja. Selleks et vett mitte loksutada, tõsta üles kõigepealt purgi üks, siis teine äär. Kerake jääb nüüd veepinnale ujuma.

3) Kuidas tõsta parafiinkerakest veepinnale siis, kui purki pole käepärast?

Suru parafiinkerakesse veel üks väike nael, muutes ta nii raskeks, et ta vajub põhja.

Selleks et teda pinnale tuua, tuleb vesi muuta hapukaks, lisades kas mingit hapet, näiteks äädikhapet, haput kalja või hapupiimavett. Seejärel puista vette noaotsatäis söögisoodat. Vees tekib rohkesti süsihappegaasi mullikesi. Need kleepuvad parafiinkerakese külge nagu pontoo-

nid, tõstavad selle veepinnale ega lase enam põhja vajuda (joonis 52).

Niisugusele kehale, mida vesi märgab, näiteks piirituses pestud klaasile, gaasimullid ei kleepu.



Joon. 52

Viimane katse on aluseks ühele maagi rikastamise meetodile, mida kasutatakse meie kaevandustes, nn. flotatsioonimeetodile (flotatsioon — pinnale ujumine). Selle võtte abil eraldatakse metallimaake kasutust kivipurust (aherainest).

Vesi märgab hästi kõiki oksüüde ja silikaate (liiva), ei märga aga väävlit ega metallide ühendeid väävliga. Et eraldada kivimitest metallimaake, mis paljudel juhtudel on mingi metalli ühendid väävliga, purustatakse kaevandatud kivimitükid erilises veskis, puistatakse vette, millele lisatakse ka õli (õli märgab väävlit ja metallide ühendeid väävliga), segatakse ja juhatakse sinna tugev õhujuga. Saadakse vahurikas segu, mis suunatakse edasi selitumisnõusse. Vesi märgab kivipuru, see vajub põhja ja eemaldatakse sealt. Kasuliku maagi teri märgab õli. Õlikihile jäävad õhumullid ja need tõstavad maagiterad pinnale. Sealt juhatakse maak edasiseks töötlemiseks.

Miks ei lase vihmavari vett läbi, kuigi ta on nii hõredast riidest, et valgus läbi paistab? Vihmapiiskadest tekib ta koe silmadesse kummikelmene pingul veekile. Pingulolevat veepinda mööda voolab vihmavesi alla. Seega kaitseb meid vihmast vihmast endast tekkinud veekile.

Veelinnud — pardid ja haned — rasvatavad sulgi, seepärast ei saa nende suled märjaks.

Sega aitab neid püsida veepinnal vee pindkile. Kui aga vähendada vee pindpinevust, segades veega näiteks seepi, tärpentini või eetrit, siis niisuguses vees veelind upub.

28. Mitu nõõpnõela mahub ääreni veega täidetud teeklaasi?

Vastuse sellele küsimusele saame, kui loendame nõõpnõelad, mida saame panna veeklaasi, ilma et vesi üle ääre voolaks.

Nõelu aseta vette ükshaaval, terava otsaga ees. Varsti näed, et veepind klaasis küll kerkib ja on üsna kumer, vesi aga ei voola üle klaasi ääre.

Ka see nähtus seletub veepinna pingulolekuga.

29. Mänge tuletikkude ja paberitükikestega

Alljärgnevalt on toodud kaks mängu tuletikkudega, mille juures kasutatakse ka pindpinevuse nähtust.

1) Murra viis tuletikku keskelt pooleks, nii et osad jäävad veel kokku, ja aseta nad taldriku põhjale, nagu on kujutatud joonisel 53, a.



Joon. 53

Kuidas teha tikkudest viisnurk, ilma et neid puudutataks?

Lase mõni veetilk langeda tikkude murrukohtadele. Vesi imbub tikkudesse ja selle tagajärjel

tikud tõmbuvad sirgemaks, nende keskkohad eemalduvad üksteisest ning moodustubki viisnurk (joonis 53, b).

2) Aseta paberitükikesi veepinnale, nii nagu on näha joonisel 54. Paberitükikeste sekka tilguta veidi tärpentini, eetrit või piiritust. Paberitükid nagu kardavad tilgutatud vedelikku ja põgenevad eri suundades.



Joon. 54

Miks see nii on?

Paberitükid muidugi midagi ei karda, vaid tilgutatud vedelik vähendab vee pindpinevust. Vee-pind on kaugemal tugevamini pingul kui seal, kuhu tilgutatakse vedelikku, ja seepärast kistakse paberitükid üksteisest eemale.

30. Mõistlik kartul

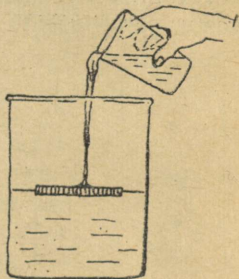
Kas võib hoolsa sordiaretustööga kasvatada niisuguse kartuli, mis keedunõus ei vaju vees põhja, kus ta võib hakata kõrbema, ega kerki ka veepinnale, kus on oht jääda tooreks?

Niisuguseks kartuliks kõlbab iga kartul, vaja on valmistada ainult sobiv keetmislahus.

Suuremasse purki vala keedusoolalahust alla poole selle ruumalast. Lahuse pinnale aseta puuketas, millele vala ettevaatlikult peenikese joana vett, nii et vesi ja soolalahus ei seguneks (joonis 55). Et soolalahuse erikaal on suurem puhta vee erikaalust, siis jääb soolalahus purgi põhja ja puhas vesi selle peale.

Nüüd eemalda ketas ja lase purki toores kartul. See langeb üsna purgi põhja lähedale, kuid kerkib siis ülespoole ja jääb lõpuks vedeliku sisse ujuma.

Miks ei vaju kartul põhja? Soolalahuse erikaal on suurem kartuli erikaalust ja seepärast ujub kartul soolalahuse pinnal. Puhta



Joon. 55

vee erikaal on kartuli erikaalust väiksem, seepärast vajub kartul vees põhja.

Seega pole antud ülesande täitmiseks vaja mingit erilist kartulisorti, vaid katseks kõlbab iga kartul.

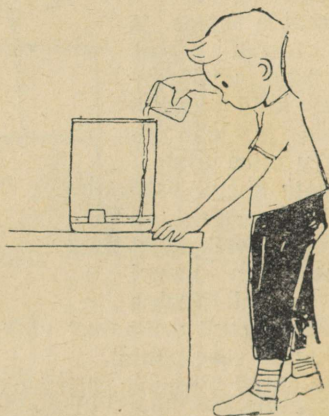
31. Iseäralik kork

Oled harjunud nägema, et kork ujub veepinnal, sest korgi erikaal on vee erikaalust tunduvalt väiksem. Ent sa võid oma sõpru üllatada sellega, et asetad korgi purgi põhja, valad purki vett — ja kork ei kerki veepinnale.

Selleks võta liitrine purk ja tee ta põhi sel teel tasaseks, et valad purgi põhjale õhukese kihi sulaparafiini või -küünlarasva. Enne peab purki soo-

jendama, et purk kuuma parafiini mõjul ei lõhkeks.

Vali tihe kork, mille üks ots lõika terava noaga tasaseks. Tasast pinda soojenda kuumal pliidil ja hõõru vastu küünalt. Selle tagajärjel muutub ka korgi pind siledaks. Nüüd aseta korgi sile ots vastu parafiinikihti purgi põhjas ja vala purki



Joon. 56

ettevaatlikult vett, nii et veevool korki paigalt ei nihutaks (joonis 56).

Vesi surub korgile ülevalt ja külgedelt (tuleta meelde Pascali seadust), korgi alla aga vesi ei pääse. Seega puudub rõhumine korgile alt üles ja kork jääb purgi põhja kindlalt paigale.

32. Sõnakuulelik tuuker

Selle katseriista valmistamiseks on vaja kõrget kitsast klaaspurki või mensuuri, kummikelmet,

nööri ja väikest rohu- või lõhnaõlipudelit. Viimast saabki «tuuker». Pane pudelisse niipalju värvitud vett ja kivikesi, et see parajasti ujub veepinnal. Sule pudel korgiga, millesse on puuritud auk, et vesi võiks vabalt tungida pudelisse ja sealt välja. Vala purk vett peaaegu täis ja pane sellesse «tuuker» korgiga allapoole. Seejärel sule purk õhukindlalt kummikelmega, sidudes selle veel nõoriga tugevasti kinni (joonis 57).

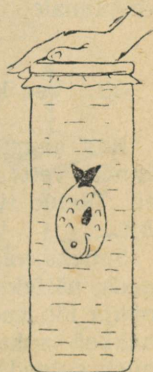
Rohupudeli asemel võid «tuukri» valmistamiseks kasutada ka muna-koort. Muna ühe otsa sisse tee nõelaga auk, mille kaudu ime muna sisu välja. Kanamunale võid joonistada kas inimese näo, maalida ta kalaks või mõneks teiseks veeloomaks.

Kui tuuker on juba vees, aseta käsi purki sulgevale kummikelmele ja suru kummiketmet allapoole.

«Tuuker» sukeldub. Kui tahad, et «tuuker» tõuseks veepinnale, lödvenda käe survet kummikelmele.

Katse seletamisel tuleb juhtida pealtvaatajate tähelepanu vedeliku niivoole «tuukris». Rõhudes kummikelmele, suurendame rõhku veepinna kohal olevale õhule mis annab rõhku edasi veele (Pascal'i seadus). Vesi omakorda rõhub «tuukris» olevale õhule ja surub seda kokku. Seega tungib «tuukrisse» täiendavalt vett, mis suurendab tuukri kaalu, ja «tuuker» sukeldub. Vähendades rõhku kummikelmele, «tuukris» olev õhk paisub ja surub osa vett «tuukrist» välja. Selle tagajärjel «tuukri» kaal väheneb ja ta tõuseb veepinnale.

Sama põhimõtet kasutatakse ka allveelaevade



Joon. 57

juures. Laeva sukeldumisel lastakse vesi ballastikambritesse, allveelaeva kaal suureneb ja ta sukeldub. Kui aga allveelaev tahab tõusta veepinnale, siis eemaldatakse suruõhu abil ballastikambritest vesi, allveelaeva kaal väheneb ja ta tõuseb veepinnale.

33. Vee kandmine aukliku põhjaga anumam

Kas anumaga, millel on augud põhjas, saab kanda vett? Üldiselt on levinud arvamine, et ei. Teatud tingimustel on see aga siiski võimalik.

Selleks vali anum, mida saab õhutihedalt sulgeda, näiteks kas värvipurk või kiluämber. Purgi põhja löö naelaga mitu auku. Purki valatud vesi hakkab aukude kaudu välja voolama. Kui aga purk sulgeda õhutihedalt, siis lakkab vee väljavoolamine.

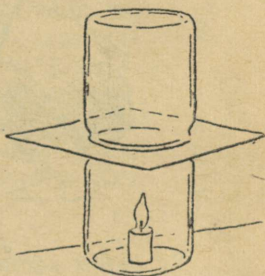
Mis takistab vee voolamist anuma põhjas olevatest aukudest?

Vee molekulide vaheliste jõudude tõttu moodustub veest iga augu ees pindkile. Sellele mõjuv õhurõhk hoiab vett voolamast. Kui augud anuma põhjas on väga suured, siis augu ees olev veest pindkile ei suuda kanda ta kohal olevat veesammast ja vesi voolab aukudest välja. Järelikult selleks, et anum kannaks vett, ei tohi ta põhjas olla väga suuri auke ja tal peab olema õhutihedalt sulguv kaas.

Ka sõelaga võib vett kanda, kui sõel õhutiheidalt kaanega sulgeda.

34. Kahe purgi liitumine

Võta kaks veerand- või pooleliitrist purki, mis avadega vastamisi asetatult tihedasti kokku lähevad. Ühe purgi sisse pane põlev küünal. Mõne minuti pärast kata purk mitmekordselt kokkumurtud sileda märja paberiga ja suru sellele kummulipööratuna teine purk (joonis 58). Mõne sekundi pärast paber puruneb ja purgid jäävad tugevasti kokku.



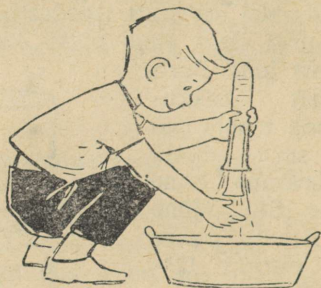
Joon. 58

Nähtus seletub järgmiselt. Purgis olev õhk küünlaleegist soojenes, paisus ja osa õhku lahkus purgist. Kui küünlaleek kustus, siis purki jäänud õhk jahutus ja tõmbus kokku, mille tõttu ta rõhk vähenes. Ülemises purgis oli aga õhk atmosfäärirõhul. Selle rõhu mõjul purunes purke eraldav paber ja mõlemasse purki jäi õhk ühesugusel rõhul, mis oli aga madalam kui õhurõhk väljaspool purke. Õhurõhk väljastpoolt suruski purgid tugevasti teineteise vastu.

35. Katseklaasi tungimine teise katseklaasi sisse

Katse sooritamiseks on vaja kahte katseklaasi, millest üks mahuks teise sisse. Suurem katseklaas vala vett täis. Pista väiksema läbimõõduga katseklaas põhjaga ees poolest saadik suurema sisse

ja pööra mõlemad kausi kohal kummuli (joonis 59). Vesi nõrgub suuremast katseklaasist välja. Samal ajal liigub väiksem katseklaas põhjaga ees



Joon. 59

ülespoole, suurema katseklaasi sisse. Katse sooritamine nõuab teatavat vilumust ja selle saavutamiseks on vaja harjutada. Harjutamisel hoia käsi katseklaaside all, et katse ebaõnnestumisel, kui väiksema läbimõõduga katseklaas kukub suuremast välja, saaksid selle kinni püüda.

Mis jõud lükkab katseklaasi ülespoole?

Vesi voolab suuremast katseklaasist välja, õhk selle asemele tungida ei saa. Seega jääb suurema katseklaasi põhja ruum, kus on atmosfäärirõhust madalam rõhk. Atmosfäärirõhk surubki ühe katseklaasi teise sisse.

36. «Saladuslik» jõud surub kanamuna pudelisse

Keeda kanamuna ära ja puhasta see koorest. Võta pooleliitrine laia kaelaga pudel (piimapudel), mille suust kooritud kanamuna läbi ei mahu.

Süüta paberitükikesi ja viska nad pudelisse. Kui seejärel kanamuna panna pudelisuule nii, nagu on näha jooniselt 60, siis tungib muna pudelisse.

Mis jõud surub muna pudelisse.

Paberitükikeste põlemisel õhk pudelis soojenes ja paisus. Osa õhku tungis pudelist välja. Pärast paberitükikeste kustumist õhk pudelis jahtus ja tõmbus kokku. Seega vähenes õhurõhk pudelis, kuna muna sulges pudeli nii, et väljast õhku pudelisse juurde tulla ei saanud. Atmosfäärirõhk suruski muna pudelisse.

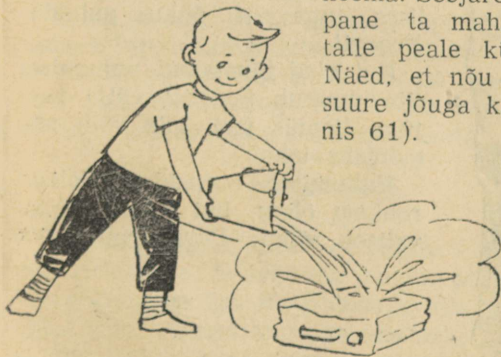


Joon. 60

37. Õhk surub plekkanuma kokku

Me ei tunnegi rõhku, mida õhk avaldab kõigele, mis temas on. Õhurõhu olemasolus võid veenduda, kui korraldad järgmise katse.

Õhukeseseinalisse plekkanumasse, mida saab õhutihedalt sulgeda, vala pisut vett ja aja see keema. Seejärel sule nõu, pane ta maha ja vala talle peale külma vett. Näed, et nõu surutakse suure jõuga kokku (joonis 61).



Joon. 61

Mis jõud pressis nõu kokku?

Vee keemisel tekkis nõus veeauru, mis tõrjus nõust õhu välja. Pärast nõu sulgemist jäi nõusse õhku väga vähe, suuremalt osalt oli seal veeaur. Külm vesi jahutas nõu seinu ja nõus olevat veeauru ning see muutus veeks. Selle tulemusena rõhk nõus vähenes ja välisrõhk (atmosfäärirõhk) surus nõu kokku. Varem, kui nõu oli täidetud kas õhu või veeauruga, rõhk nõu sees oli võrdne ja vastassuunaline väljastpoolt mõjuva õhurõhuga, seepärast ta jäi ka terveks. Tuleb silmas pida, et katse õnnestub ainult õhukeseseinalise plekk anumaga ja anumad pärast enam kasutada ei saa.

38. Pudelisse puhumist karistatakse

Täida pudel poolest saadik veega ja sule õhutihedalt kummikorgiga, millest pane läbi pudeli põhjani ulatuv klaastoru. Klaastoru väljaulatuv ots tõmba peenemaks.



Kas julged niisugusesse pudelisse tugevasti õhku puhuda? Proovil!

Kui oled lõpetanud puhumise, siis purskub pudelist välja veejuga (joonis 62), mis võib näo märjaks teha.

Puhumisel surusid pudelisse rohkem õhku, kui selles on tavalisel rõhul. Pärast puhumise

Joon. 62

lõppemist osutus veepinnale mõjuv rõhk pudelis suuremaks kui välisrõhk ja see suruski vee toru mööda pudelist välja.

39. Purskkaev eetriga

Eetri või kustutamata lubjaga võid valmistada toreda purskkaevu.

Täida pudel või keedukolb poolest saadik leige veega ($35-40^{\circ}\text{C}$). Vala vette pisut eetrit. Sule pudel kiiresti korgiga, millest oled läbi pannud pudeli põhjani ulatuva ühest otsast peenema klaastoru. Pudelist purskub välja veejuga (joonis 63). Kui vesi kohe ei pursku, siis loksuta pudelit, et eeter pääseks veepinnale ja aurustuks.

Eeter aurustub sooja vee pinnal kiiresti või hakkab isegi keema, sest eetri keemistemperatuur on 35°C . Tekkinud eetriaurud rõhuvad veepinnale ja suruvad vee toru kaudu pudelist välja.

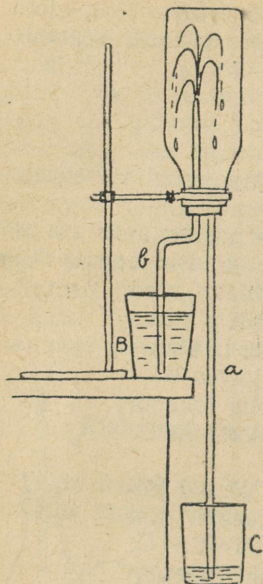
Eetri asemel saab kasutada kustutamata lupja. Lubja intensiivsel ühine misel veega tekivad gaasid, vesi pudelis soojeneb ning torust purskub veejuga samuti nagu eelmisel juhulgi.



Joon. 63

40. Purskkaev piimapudelis

Pikemat aega töötava purskkaevu võid ehitada piimapudelisse. Selleks tee pudelit tihedalt sulgevasse korgisse kas korgipuuriga või tulise oraga kaks auku. Ühest august pista läbi mõnekümne sentimeetri pikkune sirge klaastoru *a* (joonis 64).



Joon. 64

mille pudelisse ulatuv ots olgu ühetasa korgi pinnaga. Teisest august pane läbi kaks korda täisnurga all painutatud klaastoru *b*, mille pudelisse ulatuv ots on leegil peenemaks tõmmatud. See ots ulatugu umbes pudeli keskk kohta. Vala pudelisse pisut vett, sule pudel korgiga ja kinnita ta statiivi näpitsasse, korgiga allapoole. Samal ajal aseta toru *b* ots laual olevasse veeanumasse *B* ja toru *a* põrandale asetatud nõusse *C*.

Vesi hakkab toru *a* kaudu pudelist välja voolama. Selle tagajärjel väheneb õhurõhk pudelis. Atmosfäärirõhk veepinnale anumasse *B*

surub vee toru *b* kaudu pudelisse. Korgi seadmisega saad veejoa vertikaalselt üles juhtida. Purskkaev töötab seni, kuni kogu vesi on anumast *B* välja voolanud.

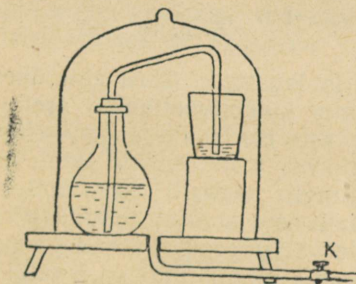
Purskkaev tundub huvitavamana, kui vaataja eest varjata toru *a* ja anumasse *B* valada värvitud vett. Nähtus on efektssem, kui valgustada veejuga tagantpoolt.

41. Vedelik voolab ise ühest anumast teise

Vedelik võib ise voolata ühest anumast teise, ilma et anumat puudutada või sellesse õhku puhuda.

Selleks võta suurem kolb või pudel, millesse vala värvitud vett, jättes veepinna kohale vaba ruumi. Kolb sule tihedalt korkiga, millest on läbi pandud U-kujuliselt painutatud klaastoru. Toru ots ulatugu peaaegu kolvi põhja. Kork vala pealt üle kas sulaparaafiini, -kirjalaki või Mendelejevi kitiga, selleks et kolbi õhutihedalt sulgeda.

Kolb aseta õhupumba kupli alla ja pane toru teise otsa alla, kolvist kõrgemale, klaas, millesse tahad vedelikku valada (joonis 65). Käivitades õhupumba, hakkab vedelik peagi kolvist klaasi voolama. Kui pumpamine lõpetada ja kraan *K* pikkamööda avada, siis voolab vedelik klaasist tagasi kolbi.



Joon. 65

Pumpamise tagajärjel vähenes õhurõhk kupli all, kolvis jäi aga endiseks. Õhurõhk kolvis suruski vedeliku toru kaudu kolvist välja.

42. Iseenda ülespuhumine

Kas suudad ennast üles puhuda? Proovi!
Selleks katseks on vaja jalgpalli õhukummi või meditsiinilist rõngast, pikemat kummivoolikut.



Joon. 66

tükike toru ja lauatükk. Toru abil ühenda jalgpalli õhukumm kummivoolikuga, aseta lauatükk õhukummile, astu ise lauale ja puhu õhku kummivoolikusse (joonis 66). Puhuda tuleb üsna tugevasti. Õhk tungib jalgpalli õhukummi ja see täitub. Rõhk pallis muutub tunduvalt suuremaks rõhust pallile väljastpoolt. Pascali seaduse põhjal annab õhk pallis rõhku edasi ka lauatükile ja see kerkib üles koos ta peal oleva inimesega.

43. Rõhk liikuvast vedelikust ja gaasist

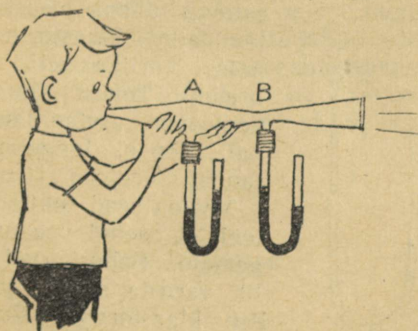
Kõik vedelikud ja gaasid rõhuvad oma raskuse tõttu neis asuvatele pindadele. Kui vedelik või

gaas on paigal, siis avaldab ta ainult staatilist rõhku, mille suurus sõltub pinna kohal oleva vedeliku- või gaasisamba kõrgusest ja vedeliku või gaasi erikaalust ($p = dh$, kus p on rõhk, d — vedeliku või gaasi erikaal ja h — samba kõrgus).

Voolav vesi ja voolav õhk aga avaldavad tugevamat rõhku kui paigalseisvad. Tuul, rõhudes purjele, lükkab laeva edasi, torm murrab maha planke ja puid, voolav liigvesi jõgedes purustab kõik tõkked oma teel. Vedeliku- ja gaasiosakeste liikumisel tekkivat rõhku nimetatakse dünaamiliseks rõhuks. See on võrdeline voolava vedeliku või gaasi tihedusega ja voolamiskiiruse ruuduga.

Staatiline rõhk mõjub igas suunas ühtemoodi (Pascali seadus), dünaamiline rõhk aga mõjub voolamise suunas ja on kõige tugevam voolu suunaga ristiolevale pinnale. Kogurõhk voolavas vedelikus või gaasis on võrdne staatilise ja dünaamilise rõhu summaga.

Rõhkude kohta voolavas vedelikus või gaasis kehtib Bernoulli seadus: kogurõhk voolavas vede-



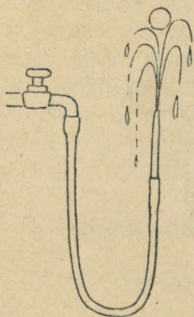
Joon. 67

likus või gaasis on igal pool ühesuurune, kui voolutoru mis tahes ristlõikes voolu kiirus aja jooksul ei muutu.

Staatilise ja dünaamilise rõhu mõju nähtavaks tegemisel tuleb arvestada seda, et voolu suunaga paralleelselt olevale pinnale mõjub ainult staatiline rõhk, dünaamiline rõhk sellele on null. Seejärest tuleb staatilise rõhu mõõtmiseks U-torumanomeetri üks haru ühendada voolutoruga (joonis 67). Ühendades manomeetrid nii voolutoru laiemasse (*A*) kui ka kitsamasse ossa (*B*) ning puhudes läbi toru, võib näha, et osas *A* on staatiline rõhk suurem atmosfäärirõhust (manomeetri lahtisest otsast mõjub atmosfäärirõhk), osas *B*, kus toru on kitsam ja voolu kiirus suurem, on staatiline rõhk väiksem just dünaamilise rõhu suurenemise tõttu, sest Bernoulli seaduse järgi on õhujoa kogurõhk osades *A* ja *B* ühesuurune.

44. Lauatennisepall veejoas ja õhuvoolus

Huvitav on lauatennisepalli tantsimine veejoas. Kinnita veekraani külge kummivoolik ja ühenda sellega ühest otsast peeneks tõmmatud klaastoru. Viimast hoida vertikaalselt ja ava kraan. Torust purskuvasse veejoasse aseta lauatennisepall. See ei lange alla, vaid tantsib veejoas (joonis 68).

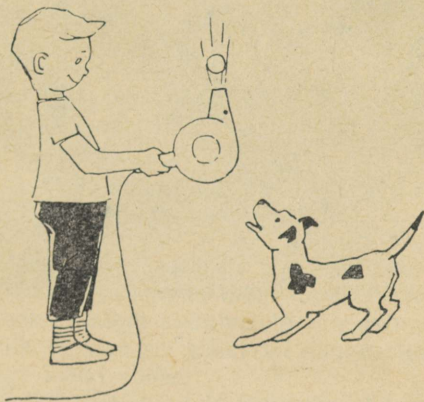


Joon. 68

Veejoa saad tekitada ka sel teel, et asetad veeanuma kõrgemale. Sellest väljuv voolik varustab samuti peeneotsalise klaastoruga. Kummivoolik sule näpitsaga.

Et vee väljavoolamiskiirus ei muutuks, sule pudel korgiga, millest pane läbi klaastoru. Selle ots vutugu 2—3 sentimeetri võrra kõrgemale kui on ava, mille kaudu vesi pudelist väljub.

Torust voolav vesi lase langeda kas laia vanni või kaussi.



Joon. 69, a

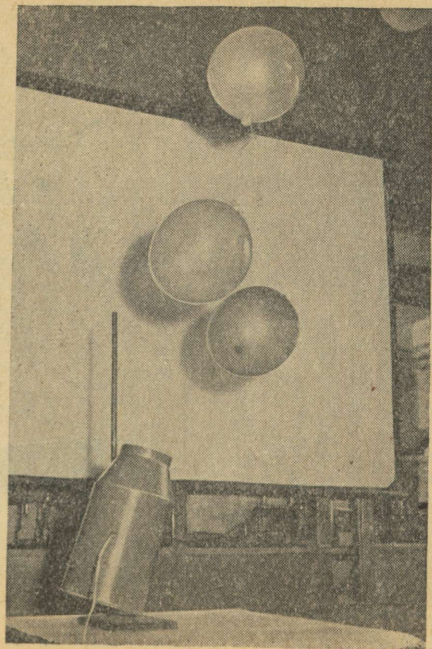
Katse on huvitavam, kui veejoa asemel kasutada õhujuga. Selle saab tekitada kas koolis kasutatava tuuletoru või juuksekuivatamisaparaadi (fööni) abil (joonis 69). Eriti huvitav on õhupallide hõljumine tuuletorust väljuvas õhujoas (joonis 70).

45. Mõned üllatavad katsed

Allpool on toodud rida katseid, mida saab seletada Bernoulli seaduse abil.



Joon 69 b



Joon. 70

1) Kas suudad hästi kerget korki pudelisse puhuda? See näib olevat üsna lihtne.

Vali laia kaelaga täiesti kuiv pudel ja kork, mis vabalt läheb pudelisse. Kork asetada pudeli suule ja hoia pudelit horisontaalasendis. Puhu tugevasti korgile (joonis 71) . . . ja kork hüppab pudelist hoopis välja. Miks?



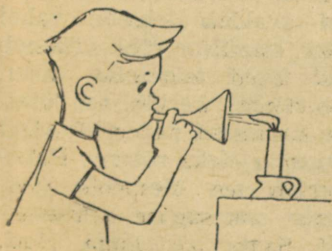
Joon. 71

Puhudes õhku pudelisse suureneb seal õhurõhk, mis tõukabki korki pudelisuust välja.

2) Proovi, kas sa suudad küünlaleeki läbi leetri ära puhuda. Aseta põlev küünal ja lehter nii, nagu näha joonisel 72, ja puhu läbi leetri. Tulemus on üllatav: leek paindub puhumisele vastassuunas — leetri poole. Puhumisel tekkivad õhukeerised toovadki leegi leetri poole.

3) Paberist koonuse väljapuhumine lehtrist.

Tee kõvemast paberist koonus, mis mahub parajasti leetri sisse. Aseta koonus lehtrisse ja püüa tugevasti puhudes koonust lehtrist välja puhuda.



Joon. 72



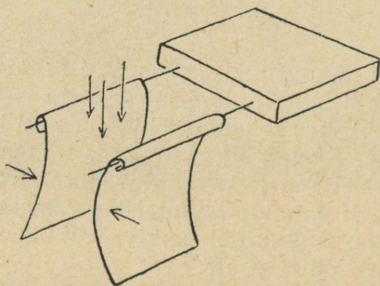
Joon. 73

Vastu ootust koonus ei eraldu, vaid liibub hoopis tihedasti vastu lehtri seinu (joonis 73).

Puhumisel õhurõhk lehtri seinte ja paberist koonuse vahel väheneb ning atmosfäärirõhk surub koonuse vastu lehtrit.

4) Paberilehtede laialipuhumine.

Lõika joonestuspaberist kaks ühesuurust lehte, painuta need pisut kõveraks ja riputa rõhtsate traatide külge kumerate külgedega vastamisi (joonis 74).



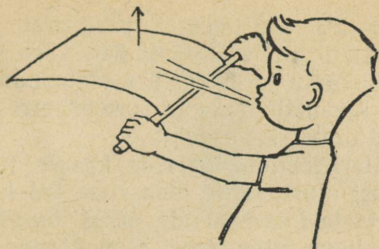
Joon. 74

Kui paberilehtede vahelt läbi puhuda, siis nad ei eemaldu, vaid tõmbuvad teineteise vastu.

Puhumise tagajärjel avaldub lehtede vahel õhujoa dünaamiline rõhk, staatiline rõhk väheneb ja atmosfäärirõhk surub lehed teineteise vastu.

5) Puhudes üle paberilehe, kerkib see üles.

Ühte eelmises katses kasutatud paberilehtedest hoiu nii, et ta kinnitusvarras oleks rõhtne. Puhudes üle paberilehe, kerkib see ülespoole (joonis 75). Siin on tegemist samasuguse nähtusega nagu eelmises katseski. Sama päritoluga jõud, mis tõstab üles kumera paberilehe, kergitab ka

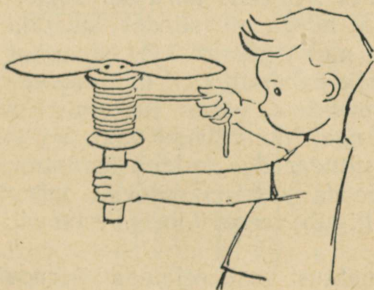


Joon. 75

lennuki kandepinda. Nii lennuki kandepinnad kui ka linnu tiivad on pealtpoolt kumerad. Õhus liikuva kandepinna kumerale küljele on õhurõhk väiksem kui alumisele, nõgusale küljele. Rõhkude vahest põhjustatud jõud tõstabki üles kandepinnad ja koos sellega ka lennuki.

46. Lendav propeller

Lennuk on varustatud propelleriga, mis teda edasi veab. Propelleri võid valmistada ka ise ja panna selle lendama.



Joon. 76

Umbes 20 sentimeetri pikkusest puuliistust lõika välja propeller (joonis 76). Sea ta pliatsi otsale tasakaalu ja märgi ära toetuspunkt. Sellest punktist kummalegi poole sentimeetri kaugusele tee tulise oraga kaks auku.

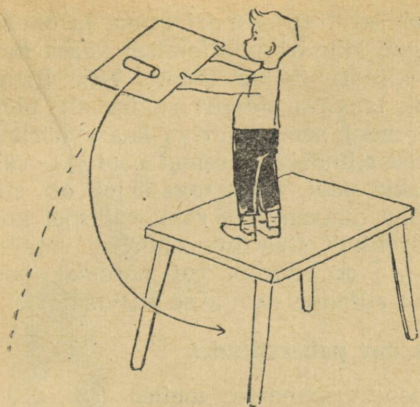
Propelleri lendulaskmiseks kasuta tühja niidirulli puust alust, mille otsa sisse löö kaks peenikest naela ja lõika nende pead tangidega ära. Naelte kaugus teineteisest olgu võrdne propelleri sisse põletatud aukude omavahelise kaugusega. Niidirulli puust alus asetatakse puulati otsa löödud naelale, mille pea on samuti ära lõigatud. Niidirullile keri tugevat, painduvat nööri ja pane kohale propeller. Ühe käega hoia kinni vardast, millel on niidirulli alus, teisega tõmba nöörist. Niidirull koos propelleriga hakkab järjest kiiremini pöörlema ja küllalt suure pöörlemiskiiruse juures lendab propeller üles.

47. Kuidas pabersilinder mööda kaldpinda alla veereb?

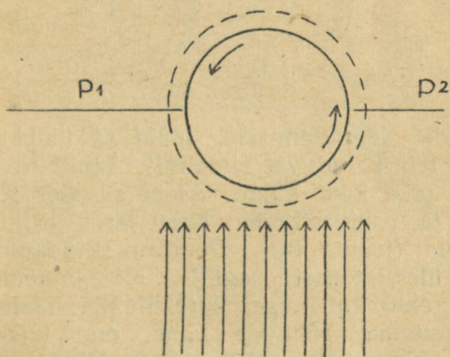
Kleebi joonestuspaberist umbes 25 cm pikkune ja 4-sentimeetrise läbimõõduga silinder. Põrandast umbes 2 meetri kõrgusel hoia rõhtsihi suhtes 45° -se nurga all siledat lauatiükki, vineerilehte või muud (joonis 77). Niisugust kaldpinda mööda lase pabersilindril alla veereda. Iga keha, näiteks puuklots, pärast libisemist mööda kaldpinda langeb punktiiriga näidatud joont mööda. Veerev silinder aga kaldub kaldpinna alla, s. t. liigub mööda joonisel pidevalt märgitud joont.

Miks liigub veerev keha erinevalt libisevast kehast?

Seda nähtust saab seletada Bernoulli seaduse abil.



Joon. 77

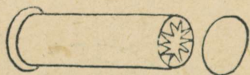


Joon. 78

Hõõrdumise tõttu silindri pinna ja õhuosakeste vahel liigub silindri pöörlemisel käasa ka õhuke õhukiht silindri ümber (joonis 78). Langemisel liigub õhk langeva silindri suhtes alt üles, see tõttu suurendab see silindriga kaasapöörleva õhukihi kiirust silindrist paremal pool ja vähendab seda vasakul pool. Selle tagajärjel on silindrist vasakul õhu dünaamiline rõhk väiksem kui paremal ja järelikult staatiline õhurõhk vasakul pool silindrit (p_1) on suurem kui paremal pool (p_2), mille tõttu silinder surutakse paremale.

48. Lendav pabersilinder

Tee joonestuspaberist umbes 25—30 sentimeetri pikkune ja 6-sentimeetrise läbimõõduga silinder. Silindri põhjadeks kleebi samast paberist kettad, millede läbimõõt on sentimeetri võrra suurem silindri läbimõõdust (joonis 79). Valmis silinder ei tohi kaaluda üle 30 grammi.



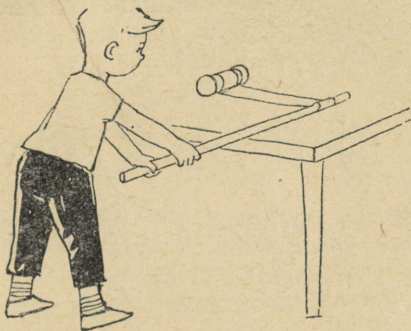
Joon. 79

Silindri lennutamiseks mähi ta ümber mitu keerdu laia painduvat riidelinti. Lindi vaba ots kinnita pika kepi külge. Aseta silinder rõhtsale lauale ja pane silinder kepi järsu liigutusega pöörlema (joonis 80). Pöörlev silinder kerkib laualt üles, tõuseb isegi lae alla ja teeb mitu keerdu, enne kui langeb sujuvalt põrandale.

Samasugune rõhkude vahe, mis viis kaldpinnalt veereva silindri kaldpinna alla, tõstis üles ka pöörleva silindri.

Kui aga lint mähkida vastassuunaliselt ümber silindri, siis lendab silinder allapoole.

Katse õnnestub tavaliselt pärast hoolsat harjutamist.



Joon. 80

49. Bumerang

Austraalia põliselanikud kasutavad jahil viske-riista, mida nimetatakse bumerangiks.

Bumerangi heaks omaduseks on see, et märgist möödalenemise korral tuleb ta viskaja lähedale tagasi. Osavaks bumerangiviskajaks võib saada hoolsa harjutamisega. Jahil kasutatav bumerang on kõvast puust teravate servadega sirbikujuline keha. Tabades jahilindu, vigastab ta seda tugevasti või isegi surmab. Bumerangi haardelaius on umbes 40 sentimeetrit.

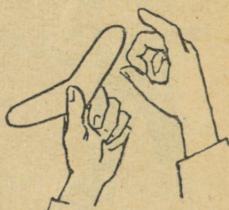
Igaüks võib ise endale kodus teha postkaardist või siledast kartongist väikese bumerangi (joonis 81).

Lennutada tuleb bumerangi nii, nagu on näidatud joonisel 82. Lennutamisel aseta bumerangi

tasapind horisondi suhtes pisut kaldu. Hoia teda küüru kohalt vasaku käe pöidla ja esimese sõrme vahel ning parema käe keskmise sõrmega lase «nipsu» vastu bumerangi haru otsa. Bumerang pöörleb, lendab teatud kaugusele ja tuleb viskekoha lähedale tagasi. Kui esimene lennutamine ei õnnestu, siis korda katset.



Joon. 81



Joon. 82

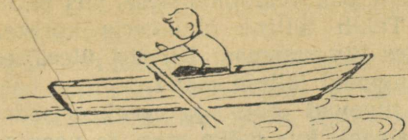
Bumerang lendab õhus nagu propeller ja temale mõjuvad samuti erinevad rõhud nagu pöörlevale pabersilindrile. Sellega ongi seletatav ta tagasipöördumine.

Austraallased ei viska tõelist bumerangi nii, nagu meie seda tegime («nipsu lastes»), vaid heidavad seda ühe käega ja suure jõuga, mistõttu see lendab mitmekümne meetri kaugusele.

50. Keerised

Sõudes võib veepinnal aerude taga näha veekeeriseid (joonis 83).

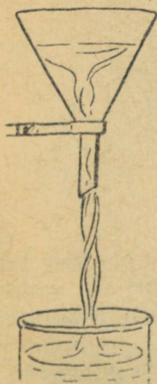
Valades vett läbi lehtri, hakkab vesi lehtris keerlema ja keerleb ka lehtri torust välja voolates (joonis 84).



Joon. 83

Kui tassis on kuum tee, siis näeme, et tee pinnalt tassis kerkib järjest aurukeeriseid (joonis 85).

Ookeani kohal võib niisugune tõusev õhukeeris, mida nimetatakse loheks ehk vesipüksiks, hõlmata suuri alasid ja õhk võib liikuda selles keerises väga kiiresti. Seetõttu on niisugune keeris väga võimas. Et õhk liigub keereldes üles, tekib keerise sees hõredama õhuga ala, millesse imetakse ookeanist vett, kalu ja isegi väikesi kive merepõhjast. Kaugemal sajavad kalad ja kivid jällegi alla. Kui laev satub ni-



Joon. 84



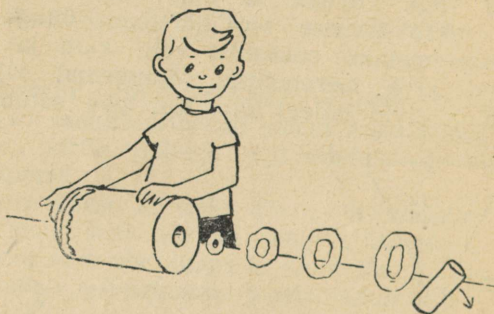
Joon. 85

suguse lohe ehk vesipüksi sisse, siis paisatakse ta ümber. Tekib selline õhukeeris kõrbes, tõuseb selles üles liivasammas. Niiviisi ülestõstetud liiv sajab kaugemal jällegi maha.

Eriti tugevad õhu- ja veekeerised tekivad troopikaaladel, kus päike maa- ja veepinda tugevasti kuumutab. Ka parasvöötmes esineb suurejõulisi keeristorme, mis oma teel murravad maha puid ja tõstavad majadelt katuseid.

Väikeses mastaabis võib õhukeerist demonstreerida ka toas.

Selleks lõika plekkpurgi põhja sisse ringikujuline ava läbimõõduga umbes 2 cm (joonis 86). Sule purk põienaha, tsellofaani või kummikelmega, sidudes selle pingule purgile.



Joon. 86

Süüta pabeross ja pista ta põlev ots kas lehtrisse või kummivoolikusse. Kui lehtri või vooliku teisest otsast nõrgalt puhuda, väljub paberossist tugev suitsujuga. See juhi purki.

Suitsuga täidetud purk aseta horisontaalselt ja löö sõrmedega kummikelmale. Purgist väljub suit-

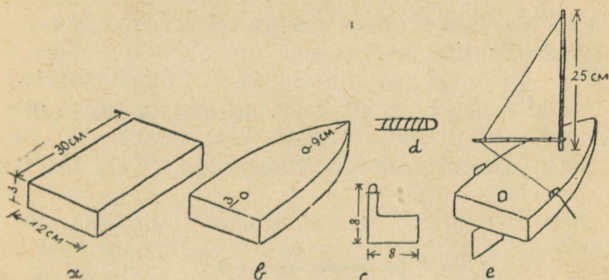
surõngas, mis vahetpidamata keereldes liigub sirgjooneliselt edasi.

Kui meetri kaugusele purgi avast asetada kerge paberist silinder, siis võib suitsurõngas selle ümber paisata. Suitsurõngas võib kustutada tema teele asetatud põleva küünla. Rõngas tekib ka ilma suitsuta, kuid siis me rõngast ei näe. Suits ongi ainult selleks, et keeriseid nähtavaks teha. Viimasel juhul on katse huvitavam.

51. Purjekas

Igaühele on jõukohane ehitada väike mängupurjekas.

Purjeka kere valmista kase- või lepalauast, pikkusega umbes 30, laiusena 12 ja paksusega 2,5—3 sentimeetrit (joonis 87, a). Piki lauda tõmba selle keskele sirge, mis on purjeka teljeks.



Joon. 87

Sellest lauastükist lõika välja joonisel 87, b näidatud laeva kere. Tee see hõõvliga siledaks ja märgi pliiatsiga jällegi laeva telg. Telgjoonele puuri kaks auku: üks tüüri jaoks — 3 sentimeetri

kaugusele laeva pärast — ja teine masti jaoks — laeva ninast 9 sentimeetri kaugusele (joonis 87, b). Edasi löika välja tüür (joonis 87, c). Tüüri telg mahtugu parajasti tema jaoks puuritud auku. Mast vooli puuliistust pikkusega 25 sentimeetrit. Masti külge kinnita poom, mille pikkuseks võta 12 sentimeetrit. Poomi peab saama vabalt ümber masti pöörata. Selleks varusta poomi ots traadist või pajuviitsast aasaga ja kinnita see nööriaga (joonis 87, d).

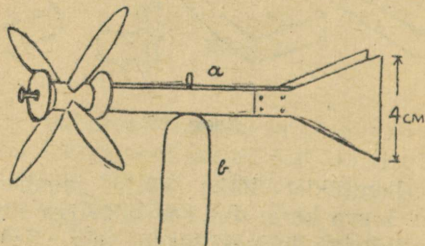
Masti ja poomi külge kinnita niidist aasade abil valgest riidest lõigatud kolmnurkne puri. Poomi vaba otsa külge seo nöör — soot, mille abil saad purje seada tuule järgi. Soodi kinnitamiseks löö mõlemale poole laeva ääre sisse traadist või sindlinaelast aas (joonis 87, e).

Laev värvi kas õli- või nitrovärviga. Tavaliselt värvitakse laeva veetalune osa punaseks ja veepealne osa valgeks.

52. Tuulik

Niidirulli puust alusest võid endale ise tuuliku ehitada.

Kuivast, oksteta puuliistust löika neli tuuliku



Joon. 88

tiiba, nagu on näha jooniselt 88. Noaotsaga tee võrdsete vahede tagant niidirulli puust aluse sisse neli auku, millesse kaseiinliimi abil kinnita tiivad. Kaseiinliim vajab kuivamiseks 24 tundi. Lõika umbes 15 sentimeetri pikkune puuliist *a* ja võimalikult pikk iatt *b*. Liistu *a* ühe otsa külge kinnita väikeste naeltega tühjast konservikarbist lõigatud plekitükk — tüür. Liistu teise otsa löö nael, mis on tiivikule võlliks. Nüüd aseta liist *a* koos tüüride ja tiivikuga kuueta hulisele pliatsile tasakaalu. Pliatsi kohalt puuri liistusse auk ja pista sealt läbi lati *b* otsa sisse löödud nael, millel on pea ära lõigatud. Tuulik ongi valmis.

Nüüd kinnita see õue võimalikult kõrgele nii, et tuul talle vabalt juurde pääseks. Paraja tuulega pöörab tuulik end ise vajalikku suunda ja hakkab tööle.

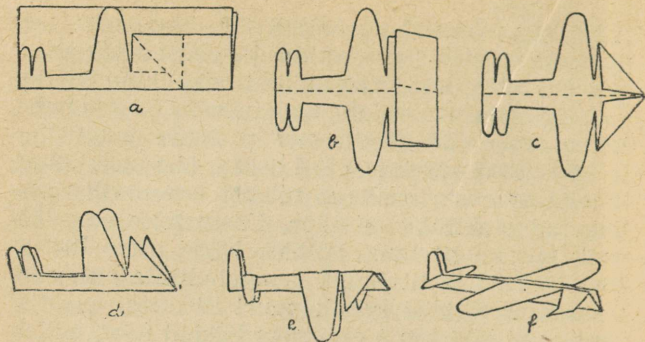
53. Lennuk

Joonestuspaberist valmistatud lennukiga saad iseseisvalt uurida lendamise tehnikat. Lennuki valmistamiskäik on kujutatud joonisel 89.

Alguses murra paber kokku. Sellele kannal sobivas mastaabis lennuki pinnalaotus (joonis 90, *a*). Pidevaid jooni mööda lõika lennukipaberist välja.

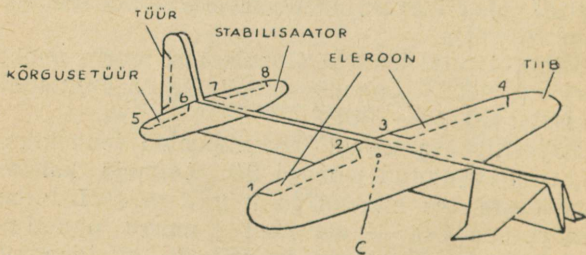
Väljalõigatud lennuki pinnalaotust murra punktiirjooni mööda. Lennuki valmimine on kujutatud joonistel 90, *b* — 90, *f*.

Paberiliimiga kleebi lennukipooled lennukiks, nagu on kujutatud joonisel 90. Lennuki kandepindadesse tee sisselõiked 1, 2, 3 ja 4. Lahtine kandepinna osa — eleroon — murra punktiirjoont mööda. Eleroonid on selleks, et lennukit sõidu ajal pöörata kas vasakule või paremale.



Joon. 89

Lennuki sabaosas on kaks kandepinnaga sarnast pinda. Need on stabilisaatorid. Nendesse lõika kääridega samuti kui kandepindadesse neli lõiget — 5, 6, 7 ja 8. Ka siin murra paberit punktiirjooni mööda. Sel teel saad kõrgustüürid. Saba vertikaalsesse ossa tee kaks lõiget — 9 ja 10 — ning murra sabaosa punktiirjoont mööda. Tekib tüür, mille abil võib lennukit pöörata kas vasakule või paremale.



Joon. 90

Lennuk võib lennata, kui ta raskuskese asub punktis C. Kui raskuskeskmest torgata läbi nõel, siis peab lennuk jääma horisontaalasendisse. Vastasel korral lõika lennuki allapoole vajunud otsast pisut ära.

Lennutamisel võta lennuk kinni kandepinna alt šassii lähedalt ja tõuka ta kergelt õhku (joonis 91).

Kui tahad, et lennuk tõuseks kõrgemale, siis painuta kõrgustüüre ülespoole, laskumisel aga allapoole. Kui tahad, et lennuk pöörduks näiteks paremale, siis painuta sabas olev vertikaalne tüür paremale ja kandepinnas olev parempoolne eleroon üles, vasakpoolne aga alla. Lennuki pööramiseks vasakule on vaja tüür ja eleroonid painutada vastupidiselt.



Joon. 91

Lendamise füüsikalised alused töötas välja kuulus vene teadlane Nikolai Jegorovitš Žukovski (1847—1921), keda Lenin nimetas Vene lennuasjanduse isaks. Žukovski rajas Moskvasse asutuse (praegune Žukovski-nimeline Aerodünaamika Keskinstituut), kus hakati uurima lennunduse füüsikalisi aluseid. Žukovski õpilastest on kasvanud kuulsad nõukogude lendurid ja lennukikonstruktorid.

54. Langevari

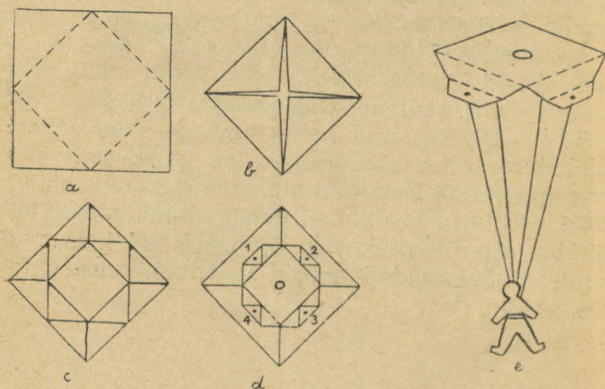
Kui lennukiga juhtub avarii, siis võivad lennukis viibijad päästa end langevarju abil. Pärast lennukist väljahüppamist langevari avaneb ja inimene langeb alla väikese kiirusega — umbes 5 meetrit sekundis. Niisuguse kiirusega maapinnale jõudmine pole enam ohtlik.

Kohtadesse, kuhu lennuk ei saa maanduda, näiteks mägedesse või polaaraladele, ja kus on vaja abistada seal viibivaid inimesi, visatakse toiduga kütteaineid, samuti ka arstimeid alla langevarjudega.

Esimese automaatselt avaneva langevarju ehitasken venelane G. J. Kotelnikov 1911. aastal.

Väikese langevarju ehitamine ei ole raske ülesanne. Selleks on vaja leht siidpaberit (masinakirjapaberit) ja niiti.

Langevarju valmistamise käik on kujutatud joonisel 92. Paberist lõika välja ruut, külje pikku-



Joon. 92

sega umbes 14 sentimeetrit (joonis 92, a). See murra punktiirjooni mööda kokku nii, et ruudu tipud langeksid ruudu keskpunkti (joonis 92, b). Nüüd vii murdmise teel esialgse ruudu tipud saadud ruudu külgede keskpunktidesse (joonis 92, c). Lõpuks murra esialgse ruudu tipud viimasel murdmisel tekkinud ruudu külgede keskpunktidesse (joonis 92, d). Punktidest 1, 2, 3 ja 4 pista läbi niit, mille ühte otsa tee sõlm.

Selleks et langevari langeks sujuvalt, lõika ta keskohta sentimeetrise läbimõõduga auk, millest õhk võib vabalt läbi voolata.

Niitide vabade otste külge seo paberist valmistatud langevarjur (joonis 92, e).

Langevari koos langevarjuriga lase langeda toas võimalikult lae lähedalt. Langevarju langemisel väljas võib tuul ta ümber paisata või kanda liiga kaugele.

K ü s i m u s i j a ü l e s a n d e i d

10. Pudelisse on asetatud väikesi kivikesi, korgi- ja puutükikesi. Pudel täidetakse veega ja pööratakse ta suu allapoole, nii et vesi pudelist välja voolab. Missugused kehakesed lahkuvad pudelist viimastena?

11. Missuguses vedelikus jäätükk vajub põhja ja missuguses terasetükk ujub?

12. Õhupumba kupli alla asetati tühi kinnikorgitud pudel. Miks lendas kork pudelilt ära, kui õhku kupli alt välja pumbati?

13. Juri Gagarin lennul ümber Maakera võis juua pudelist, kuigi kehadel puudus kaal ja vedelik ei voolanud «allapoole». Miks oli joomine kosmilise laeva kabiinis võimalik?

14. Miks pikamaaujudad mõnikord enda keha enne ujumist katavad rasvase kreemiga?

15. Kui surud pöidla vastu veekraani ava ja kraani pisut lahti keerad, siis purskab peenike veejuga kraanist üsna kaugemale. Millega seda seletada?

16. Kui valmistad paberist toru ja puhud sellega õhku kahe küünlaleegi vahelt läbi, siis painduvad leegid teineteise poole. Miks?

V. HÄÄL

55. Kuuleme kella tiksumist seal, kus kella polegi

Kella tiksumise järgi saab otsustada, kus asub kell. Kuid on võimalik ka kõrvapete: me kuuleme küll kella tiksumist, kuid seal, kus seda kuuleme, kella ei ole.

Aseta kaks alumiiniumtaldrikut vertikaalselt teineteisest paari meetri kaugusele, nii nagu on näha jooniselt 93.



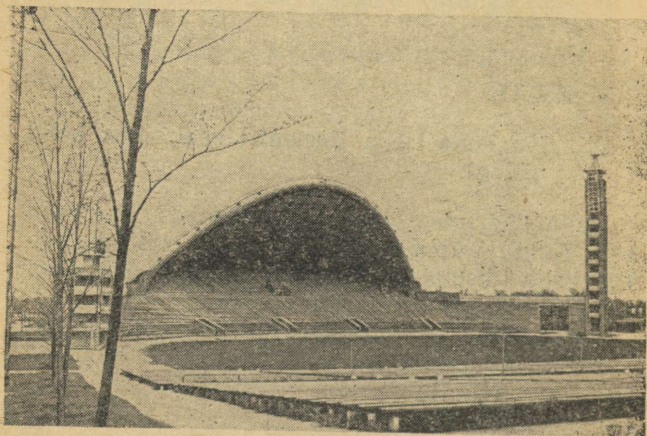
Joon. 93

Ühe taldriku lähedale riputa tiksuv taskukell, teisele taldrikule lähenda paksemast paberist kleebitud kuuldetoru. Toru peenem ots hoiu hästi kõrva lähedal. Nihuta kas kella või kuuldetoru otsa seni, kuni kuuled tiksumist.

Kui katset sooritada pealtvaatajate ees, siis selleks et taskukell ja taldrik, mille ees ta asub, ei

oleks näha, võid neid varjata mõne esemega, kuid nii, et taldrikute vaheline ala jääb vabaks.

Taldrikud on nagu nõguspeeglid, millelt hääl peegeldub.



Joon. 94

Hääle peegeldumisega tuleb arvestada kõlakodade, kontserdisaalide jne. ehitamisel. Need tuleb ehitada nii, et kõlakoja või saali seintelt ja lagedelt peegelduks hääl kuulajate kõrvu. Joonisel 94 näete Tallinna laululava, mille ehitamisel arvestati ka hääle peegeldumist.

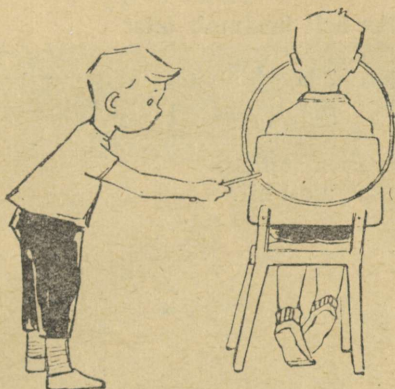
56. Kuidas kuulmise abil on võimalik otsustada, mis suunast tuleb hääl

Sageli otsustame kuulmise järgi, missugusest suunast tuleb hääl.

Kuidas on see võimalik?

Vastuse sellele küsimusele annab järgmine katse.

Võta pikem kummivoolik, mille keskkoha tee kriidiga märk. Vali üks kaaslastest ja pane ta



Joon. 95

istuma seljaga pealtvaatajate poole. Kummivooliku üks ots pista kaaslase ühte, teine teise kõrva. Kummivoolik aseta tema selja taha, nagu on näha jooniselt 95. Nüüd löö pliiatsiga kergelt vastu voolikut selle keskkohast kas pisut vasakule või paremale poole. Toolilistuja suudab alati eksimatuks öelda, kummale poole keskkohast löid. Seda saab ta teha ainult kuulmise järgi, sest löömist ta ei näe.

On selge, kuidas kuulmise abil määrame suuna, kust hääl tuleb: selle järgi, kumba kõrva hääl varem jõuab, otsustame, kui palju on üks kõrv hääle tekitajale lähemal kui teine.

Arvestades seda, et hääl levib umbes 330 meetrit sekundis, saame ettekujutuse, kui väikesi ajavahemike erinevusi oleme suutelised tajuma.

57. Üks heli kustutab teist

Kahe laulja kooslaulmisel kuuleme helisid valjemana kui ühe laulja puhul. Näib, et kui ühe helihargi asemel panna helisema kaks, siis kuuleme ka valjemat heli.

Kas on see alati nii?



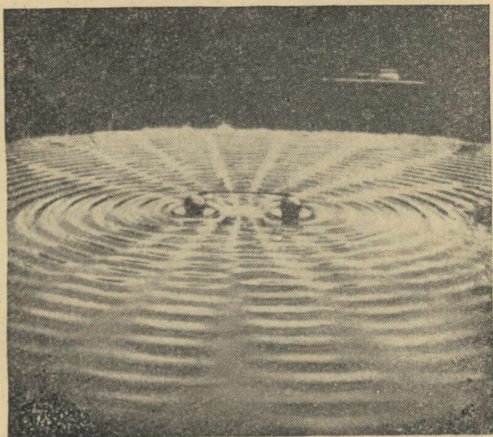
Joon. 96

Aseta kaks kastikestele kinnitatud heliharki teineteisest umbes meetri kaugusele (joonis 96). Lüües kummivasaraga kummagi helihargi harude vastu, pane nad helisema. Sammudes heliharkide eest läbi, kuuled heliharkide heli mõnes kohas tugevamana, teises kohas aga nõrgemana. Ruumis on nagu tugevama ja nõrgema heliga alad.

Hääl on õhu lainetusnähtus. Nii nagu veepinnal kahest punktist levivad lained võivad kokkusaatsumisel mõnes punktis teineteist tugevdada, teises aga nõrgendada (joonis 97), nii sünnib ka häälelainetega. Ühe helihargi tekitatud häälelained, sattudes kokku teise helihargi tekitatud häälelainetega, mõnes punktis tugevdavad, mõnes nõrgendavad teineteist. Sellepärast kuulemegi

ühes kohas kahe helihargi heli valjemana, teises aga nõrgemana.

Kahe helihargi tekitatud häälelainete koosmõjul tekkivat hääle tugevnemist ja nõrgenemist võid märgata ka järgmisel katsel.



Joon. 97

Soojenda piirituslambi leegil ühte eelmises kates kasutatud heliharkidest. Pane mõlemad helihargid üheaegselt helisema ja sa kuuled, et heliharkide tekitatud heli tugevneb ja nõrgeneb perioodiliselt mitu korda sekundi vältel.

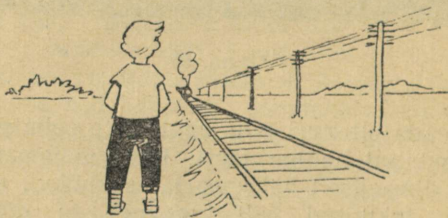
Põhjus on siin selles, et soojenemisel helihargi harud pikenesid, seetõttu võnguvad nad nüüd aeglasemalt kui soojendamata helihargi harud. Aeglasemalt võnkuvast helihargist levivad pikemad, kiiremini võnkuvast — lühemad lained. Teatud arvu lainete tagant ühe helihargi tekitatud hääle-

laine tugevdab teise helihargi tekitatud häälelaine ning sel hetkel kuuleme heliharkide heli tugevamana. Järgmisel hetkel aga üks laine nõrgendab teist ning heli nõrgeneb. Niisuguseid rütmilisi heli tugevnemisi ja nõrgenemisi nimetatakse tuiklemisteks. Sekundis kuuleme nii mitut tuiklemist, kui mitu võnget teeb üks helihark sekundis rohkem kui teine.

Küsimusi ja ülesandeid

17. Mis otstarve on ruuporil, millega suurtel rahvapidustustel antakse mõnikord teateid ja käsklusi?

18. Tuulevaikse ilmaga seisis Peeter sirge raudteetammi ääres (joonis 98) ja nägi läheneva rongi veduri vilest väljuvat auru. 6 sekundi pärast kuulis ta vilet ja 2 minuti pärast jõudis vedur tema kohale. Õhutemperatuur oli 0°C . Kui kiiresti liikus rong?



Joon. 98

19. Pane helihark helisema ja hoia seda kõrva ääres püstasendis (joonis 99). Pööra aeglaselt heliharki ümber ta püsttelje. Miks helihargi heli kord tugevneb, kord nõrgeneb?



Joon. 99

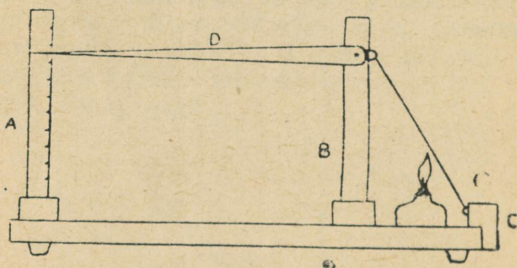
20. Kahte viiulit häälestati toas. Üks viiulitest viidi välja külma kätte. Kas mängides kõlavad nüüd mõlemad viiulid kokku?

21. Hoia helisev helihark kõrva lähedal. Kata ta üks haru kartongist silindriga, nii et see ei puudutaks heliharki. Seleta, miks muutus heli nüüd valjemaks.

VI. SOOJUS

58. Katseriistu ja katseid kehade soojuspaisumise kohta

1) Metallvarraste või -traatide pikenemist nende soojenemisel võid näha järgmise lihtsa katseriista abil.

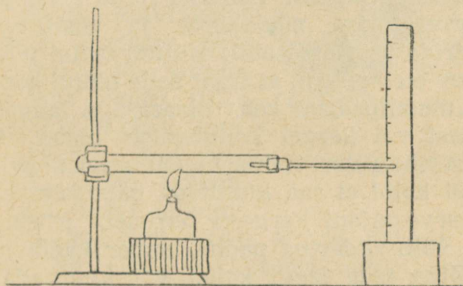


Joon. 100

Valmista vähemalt 40 sentimeetri pikkune laudalus, nagu on näha jooniselt 100. Laua ühele otsale, kahe puuklotsi vahele, kinnita vertikaalasendis jaotuskriipsudega varustatud puuliist *A*. Laua teisest otsast umbes 10—12 sentimeetri kaugusele kinnita vertikaalne tugi *B*. Laua teise otsa külge kinnita 6—10 sentimeetri pikkune puuklots *C*. Osutina *D* kasuta vähemalt 30 sentimeetri

pikkust puuliistu, mille jämedama otsa lähedale puuritud august pane läbi nael ja löö see keskmise püsttoe sisse. Osuti jämedama otsa sisse löö traadist aas ja klotsi C sisse naelast tehtud konks. Konksu ja aasa vahele aseta kas vasest, rauast või alumiiniumist sirge traat. Traati soojenda piirituslambi- või peeruleegil. Sellest, et osuti ots langeb allapoole, näeme, et traat soojenedes pikenes.

Kui osuti varustada kahe aasaga ja klots C kahe konksuga, siis võid nende vahele asetada rööbiti kaks erinevast metallist traati. Sel korral saad jälgida, kumb traatidest pikeneb ühesugusel soojenemisel rohkem.



Joon. 101

2) Klaastoru kõverdub soojenemisel. Võta tükk klaastoru või katseklaas, mis sulle korgiga. Puuri läbi korgi auk ja pane sellest läbi sirge õlekõrs või puuvarras (joonis 101). Toru teine ots kinnita kas kahe korgitüki vahele statiivi näpitsasse või mingil teisel viisil. Õlekõrre või varda vaba otsa juurde aseta vertikaalne joonlaud. Kui klaastoru

leegis soojendada, siis kerkib osuti ots ülespoole. See näitab, et leegist soojenenud toru külj pikes, toru kõverdus ja tulemusena nihkus varda vaba ots ülespoole.

59. Keedukolb elektrilambi klaaskestast

Hea keedukolvi võid valmistada vanast, tarvitamiskõlbmatust elektrilambist.

Elektrilambi klaaskesta peenemale osale tee viiliga umbes poole sentimeetri pikkune kriimustus. Sellelt kohalt mähi lambi ümber üks keerd küttespiraali traati, nii et traadi keerud ei puutuks kokku. Voolu saad kas akumulaatorite patareist või valgustusvõrgust. Viimasel juhul tuleb pinget transformaatoriga madaldada ja voolutugevust reguleerida reostaadi abil. Küttetraadist juhi läbi nii tugev elektrivool, et traat selle mõjul hõõguks. Lambi metallpadrun koos klaasosaga langeb kas iseenesest või kergel koputamisel maha. Vahel aitab ka vee piserdamine kuumutatud kohale.

Sellist kolbi ei saa kinnitada näpitsatesse, sest et ta surve mõjul kergesti puruneb. Niisugusele kolvile võib riideriba panna ümber kaela ja sellega hoida teda leegi kohal või kinnitada riba otsad näpitsasse.

Keedukolvi, mida saad kinnitada näpitsate vahele ja millega võid demonstreerida ka vee keemist madalal rõhul, saad valmistada samuti vanast elektrilambist. Selleks eemalda padrun, kuumutades seda leegil, kuni mass, millega padrun on klaasile kinnitatud, muutub vedelaks. Siis langeb padrun klaaskestalt ära. Mingi terava esemega (nael, viilisaba) löö katki lambi sisemusse ulatava klaastoru põhi, siis on võimalik kolbi valada vett. Küttetraadi ja klaasi tükid jäävad aga kolbi.

60. Keetmine külma vee abil

Elektrilambi klaaskestast valmistatud kolvi abil võid näidata, kuidas vett külma vee abil keeta.

Otsi paras kummikork, mis tihedalt suleks elektrilambi klaasõõnsuse.

Niiviisi valmistatud kolb täida poolest saadik veega ja aja vesi tulel keema. Ei pruugi karta, et kolb leegil puruneks.

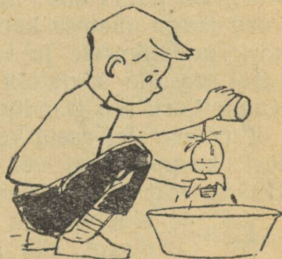
Lase vett mõnda aega keeda, võta siis tulelt ja sule kolb kiiresti korgiga. Mähi riidelapp ümber korgi ja kolvi kaela ning pööra kolvi põhi ülespoole. Laiema anuma kohal vala kolvile külma vett (joonis 102).

Vesi kolvis hakkab tugevasti keema. Kui vee keemine kolvis lakkab, siis vala kolvi põhjale

uesti külma vett. Vesi kolvis hakkab jällegi keema. Nii võid vett kolvis mitu korda ikka uuesti keema ajada, kasutades selleks ainult külma vett.

Millega seda seletada?

Keemisel surub tekkiv veeaur õhu kolvist välja. Külma vee valamisel kolvile veeaur kondenseerub ja selle tagajärjel väheneb rõhk veepinnale. Madalama rõhu puhul keeb vesi aga madalamal temperatuuril kui 100°C .



Joon. 102

61. Termomeetri ehitamine

Termomeetri ehitamiseks on vaja umbes 100-kuupsentimeetrist pudelikest, 25—30 sentimeetri pikkust ja 0,8-sentimeetrise läbimõõduga klaastoru, tihedat korki või kummikorki ja kirjalakki või Mendelejevi kitti.

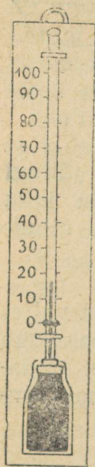
Pudelike täida ääretasa kas värvitud petrooleumi, tärpentini või denatureeritud piiritusega. Korgisse puuri auk, millest pista läbi klaastoru. Toru jäägu ühetasa korgi alumise pinnaga. Aseta kork pudelikesele ja tavalise korgi kasutamisel vala see üle kirjalaki või Mendelejevi kitiga. Kummikork seo traadiga tugevasti pudelisuule.

Termomeeter aseta vette ja soojenda vett. Piiritust kasutades ei või vett soojendada üle 70 kraadi, sest piiritus keeb juba 79 kraadi juures.

Kui vedelik torus on tõusnud ülemise otsani, siis sule toru korgiga ja vala see üle kas kirjalaki või Mendelejevi kitiga. Toru ots peab olema suletud õhukindlalt.

Traatide abil kinnita termomeeter lauakese külge, millesse on tehtud auk pudelikesse jaoks. Lauakese ülemisse otsa kinnita aas termomeetri ülesriputamiseks.

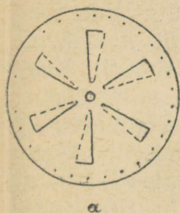
Kraadid saad uuele termomeetrile märkida järgmiselt: pane kauplusest ostetud ja omavalmistatud termomeetrid mõlemad vette. Uuele termomeetrile märgi samad näidud, mida hetkel näitab valmis termomeeter. Lõpuks saad niisuguse termomeetri, nagu on kujutatud joonisel 103.



Joon. 103

62. Pöörlev lambikuppel

Valmista umbes 20-sentimeetrise läbimõõduga plekist ketas, millesse tee raadiusesihilised sisse-
löiked, nagu on näidatud joonisel 104, *a* pideva
joonega. Punkteeritud jooni mööda painuta löike-
servad väljapoole. Piirituslambi leegil jooda peene
klaastoru ots kinni ja kinnita see ketta keskk kohta
tehtud auku kas kirjalaki või Mendelejevi kitiga.



Joon. 104

Ketta ääre sisse torka naaskliga auke, millest
pista läbi paindud traat või jämedam nõör ja kin-
nita selle abil joonistuspaberist valmistatud lambi-
kuppel.

Elektrilambile aseta kuplialuseks traadist kee-
ratud spiraal (joonis 104, *b*). Spiraali ots painuta
üles ja tee teravaks. Teravikule aseta klaastoru
koos kupliga (joonis 104, *c*).

Elektrilambi poolt soojendatud õhk tõuseb üles
ja, tungides läbi ketta avade, avaldab tiivakestele
reaktiivjõudu. Selle mõjul hakkab kuppel pöör-
lema.

Kuppel on huvitavam, kui sellele peale joonis-
tada liikuvad inimesed ja loomad.

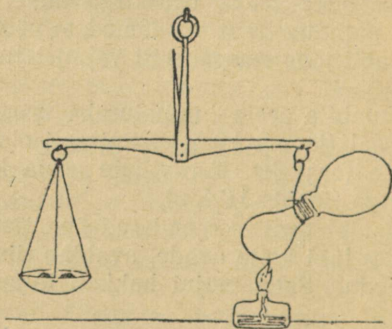
63. Kas keha kaal muutub soojenemisel?

Kas keha kaal muutub soojenemisel? Kontrolli seda katsega.

Katseks on vaja: korralikke kangkaalusid, mingeid koormusi keha tasakaalustamiseks (naelad, liiv), suuremat elektrilambi klaaskesta (150—200 vatti), millel on sokkel küljes, täispuhutavat laste õhupalli ja piirituslampi. Lambi klaaskesta avamiseks on purustatud selle põhjas olev värviline klaasikiht.

Kõrvalda teine kaalukauss ja riputa selle asemele nõõri otsa seotud elektrilambi klaaskest. Selle otsa tõmba laste õhupall (joonis 105). Kaalud tasakaalusta raskuste abil. Süüta piirituslamp ja soojenda selle leegil elektrilampi. Seejuures on vaja olla ettevaatlik, et ei süttiks õhupall. Aegamööda pall täitub õhuga. Samal ajal võid märgata, et kaalud ei jää enam tasakaalu. See kaalu õlg, millel ripub soojendatav elektrilamp, kerkib üles, järelikult on ta «kergemaks» muutunud.

Kui piirituslamp eemaldada, siis lähevad kaa-



Joon. 105

lud pikkamööda jällegi tasakaalu. Näib, nagu keha kaal soojenemisel väheneks.

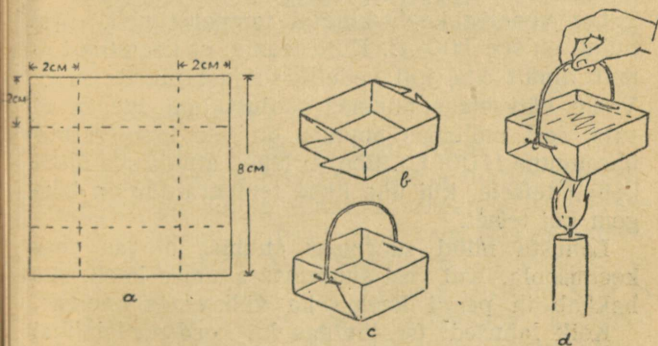
Vaatleme, mis siin siis tõeliselt toimus.

Elektrilambis olev õhk paisus soojenemisel ning tungis õhupalli. See täitus ja ta ruumala suurenes. Suurema ruumalaga kehale avaldab õhk ka suuremat üleslükkejõudu, sest üleslükkejõud on võrdne keha ruumala ja õhu erikaalu korrutisega. Seepärast kerkibki õhupall koos elektrilambi klaaskestaga üles — muutub «kergemaks».

64. Vee keetmine paberist anumam

Harilikult keedetakse vett metall- ja klaasanumates. Ent kuigi paber on kergesti süttiv materjal, võib ka paberist valmistatud anumam keeta vett.

Ruudukujulisest pergament- või kirjutuspaberi tükist, mille külje pikkus on umbes 8 sentimeetrit, valmista vann. Töökäik on kujutatud joonisel 106, *a—c* (paber murra mööda punktiirjooni).



Joon. 106

Paberi nurgad kinnita nõela ja niidi abil. Niitdest torka läbi traadist aas.

Täida vann veega ja hoia seda küünlaleegil (joonis 106, d). Umbes 10 minuti möödumisel hakkab vesi vannis keema.

Miks paber ei sütti?

Kui küünlaleegile asetada tühi pabervann, siis süttib see kohe. Vannis olev vesi aga jahutab paberit ja paberi temperatuur kogu katse vältel ei tõuse üle 100°C — vee keemistemperatuuri. Niisugusel temperatuuril aga paber veel ei sütti

65. Vee keetmine magedas ja soolases vees

Kas hakkab vesi keema anumask, kui anum koos veega asetada keevasse vette?

Aseta väike plekkanum või katseklaas keeva veega tulel olevasse suuremasse anumasse, milles vesi tugevasti keeb. Vaatamata sellele, et vesi suuremas anumask keeb, ei hakka ta keema väiksemas anumask. Kui viimases mõõta vee temperatuuri, siis näed, et see on 100°C .

Miks vesi aga siiski ei kee?

Iga vedelik keeb kindlal temperatuuril. Vee puhul on see 100°C . Kuid teame, et keemine toimub ainult siis, kui vedelik soojust juurde saab. Veele väiksemas anumask soojust aga juurde ei tule, sest mõlemas anumask on vee temperatuur ühesugune (100°C). Soojus läheb ainult siis ühelt kehalt teisele, kui ühe keha temperatuur on kõrgem kui teisel.

Lahusta nüüd suuremas anumask olevas vees keedusoola. Kui vesi suuremas anumask keeb, siis hakkab ta peagi keema ka väiksemas anumask.

Kõik lahused (sealhuigas ka keedusoolalahus) keevad kõrgemal temperatuuril kui puhtad vede-

likud. Seega on keedusoolalahuse keemistemperatuur üle 100°C . Väiksemas anumal oleval magedal veel on keemistemperatuur endiselt 100°C . Järelikult saab väiksemas anumal olev vesi nüüd soojust juurde ja võib keeda.

66. Salakiri, mis soojendamisel muutub nähtavaks

Pealtvaatajate ees võid esineda elevust tekitava numbriga. Näita neile tavalist valget paberilehte, triigi seda kuuma triikrauaga või aseta ta kuumale pliidirauale, ja otsekohe ilmub nähtavale kiri või joonis.

Paber tuleb aga varem ette valmistada. Kirjuta paberile sidrunimahla, kasutades täiesti puhast sulge, ja pärast mahla täielikku kuivamist pole paberil midagi märgata, sest sidrunimahl on täiesti värvitu vedelik.

Sidrunimahla asemel võid kasutada ka keedusoolalahust. Paberit tuleb kuumutada kuni kerge pruunistumiseni, siis ilmub nähtavale tumedama tooniga kiri.

Mõlemal juhul söestub paber kirja kohalt varem kui mujalt, seepärast ilmubki kiri nähtavale.

67. Lumi põleb

Näib uskumatuna, et lumi põleb.

Pane teeklaasi lund ja sellesse tükike kamprit. Kamper on valge, lumega sarnanev omapärase lõhnaga aine. Väliselt pole teda kerge lumest eraldada. Süüta see. Pealtvaatajatele näib, et põleb klaasis olev lumi. Lumest sulanud vesi ei kustuta leeki, sest vesi «põgeneb» kamprist eemale — kamper vähendab vee pindpinevust.

68. Ämber külmub soojas toas laua külge

Teame, et vesi ei külmu jääks ega jää ei sula, kui temperatuur on null kraadi. Siiski võime veel lasta jääks külmuda ka soojas toas.

Võta plekkämber või suurem konservipurk ja täida see jahutava seguga. Niisuguse segu saad, kui võtad ühe kolmandiku keedusoola ja kaks kolmandikku lund või jäätükikesi. Sega kõik hästi läbi, tee lauatuukk märjaks ja aseta sellele ämber jahutava seguga. Mõne aja möödumisel tõsta ämber üles — lauatuukk on ta põhja külge kinni külmunud.

Kui jahutavasse segusse asetad anuma veega, siis muutub vesi selles peagi jääks.

Jahutavas segus lastakse külmuda ka jäätisel. Piimast, šokolaadist, suhkrust ja mitmesugustest maitseainetest valmistatud segu valatakse metalltrumlisse, mis paigutatakse jahutavasse segusse. Trummel pannakse pöörlema. Selle tagajärjel segu temas pidevalt liigub. Vedelik puutub kokku trumli külmade seintega ja külmub jäätiseks.

Miks langeb lume ja keedusoola segu temperatuur?

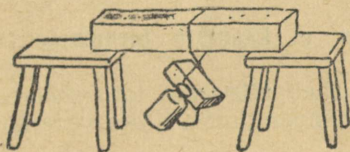
Mage vesi muutub jääks 0°C juures, kuid vesi, milles on lahustunud keedusoola, külmub jääks null kraadist madalamal temperatuuril. Kange soolalahus külmub jääks alles -20°C juures. Lume ja keedusoola segu puhul on meil tegemist niisuguse seguga, mille külmumistemperatuur, järelikult ka sulamistemperatuur, on -20°C . Kui näiteks õhutemperatuur toas on $+20^{\circ}\text{C}$, siis hakkab lumi selles segus kiiresti sulama, sest ta sulamistemperatuur on tunduvalt madalam. Sulamiseks aga on vaja soojust

80 kalorit iga grammi lume kohta. See soojus saadakse lume ja keedusoola segust endast, mille tagajärjel segu temperatuur langeb kuni -18°C .

69. Jäätüki läbilõikamine traadiga, nii et jäätükk jääks terveks

Jäätüki läbilõikamine, nii et ta seejuures jääks terveks, näib olevat võimatu.

Aseta tükk jääd kahele toele, näiteks taburetile (joonis 107). Üle jäätüki pane peenike, kuid tugev traat (kitarrikel), mille otsad sõlmi kokku, ja koorma see suurema raskusega — kaaluvihtide, telliskivide või muuga. Varsti näed, et traat on vajunud jäätüki sisse, kuid jää traadi kohal on terve.



Joon. 107

Traadi all olevale jääle avaldab traat koos temal rippuva koormaga suurt rõhku, sest traadi kokkupuutepind jääga on väga väike. Suure rõhu all olles aga sulab jää madalamal temperatuuril kui 0°C ja seepärast sulab ta ka traadi all. Kui aga jääst tekkinud vesi vabaneb rõhu alt, siis külmub see kohe jääks. Nüüd rõhub traat uut jääkihti, ka see sulab ja tekkinud vesi tuleb traadi peale, kus ta jälle silmapilkselt külmub. See protsess kestab seni, kuni traat on vajunud jääst läbi, kuid jäätükk on jäänud terveks.

Uisutamisel rõhume oma keha kaaluga uiskude all olevale väikesele pindalale. Seetõttu on jääle avaldatav rõhk väga suur ja jää muutub veeks isegi siis, kui ta temperatuur on tunduvalt alla 0°C . Uisutamisel libiseme seega mööda veepinda, tähendab, liigume väga väikese hõõrdumisega. Niipea kui oleme libisenud teise kohta, külmub uiskude alt vabanenud vesi uuesti jääks.

Jääliustikud polaaraladel ja mägedes on aeglaselt nihkuvad jäävoolud. Jäämassid liiguvad seepärast, et tohutu jääkoorma rõhu tõttu muutuvad alumised jääkihid vedelaks ja nende peal liigub kõva jää. Tekkinud vesi muutub rõhu alt vabanedes uuesti jääks.

K ü s i m u s i j a ü l e s a n d e i d

22. Miks ei kasutata termomeetriverdelikuna vett?

23. Kas saab niisuguse termomeetriga mõõta vee keemistemperatuuri, milles vedelikuks on piiritus?

24. Mõnikord jahutatakse masinaosade kinnitamiseks kasutatavaid polte enne kohaleasetamist vedelas õhus, mille temperatuur on umbes -180°C . Miks?

25. Veega täidetud kolb on suletud korgiga, millest on läbi pandud klaastoru. Kolbi soojendatakse leegil. Kuidas muutub rõhk kolvi põhjale?

26. Puhudes kätele nõrgalt, on meil soe, puhudes aga tugevasti, on külm. Kuidas seda seletada?

27. Miks puhume põlevale tikule, kui tahame seda kustutada? Me puhume ka lõkkele, kui tahame, et see paremini põleks. Kuidas seda seletada?

28. Plekitükisse on tehtud auk, millest nõel läbi ei lähe. Kas mahub nõel sellest august läbi, kui plekitükki soojendada?

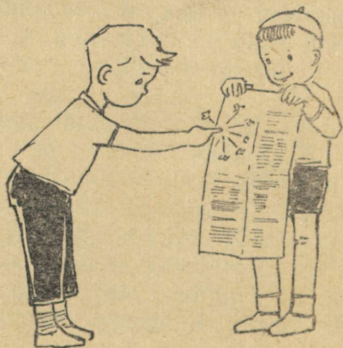
29. Miks on koormatud kelku tugeva pakasega raskem vedada kui paraja külmaga?

30. Kas saab termomeetri abil mingil viisil otsustada õhurõhu suuruse üle?

VII. ELEKTER

70. Valgustandev ajaleht

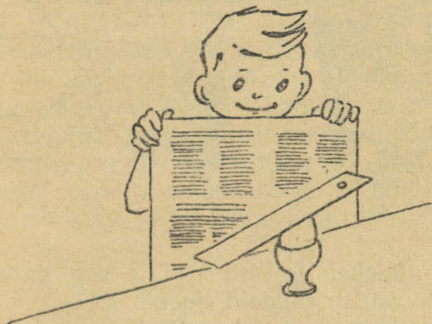
Talvel külmaga, kui tuba on soojaks köetud, võib elektrivalgust saada ka ajalehe abil. Kuivata ajaleht hoolikalt kas kuuma pliidi kohal, triikrauaga või hoides vastu sooja ahju (ahi ei tohi olla metallkestaga). Siis hõõru kuiva ajalehte riideharjaga. Püüdes hõõrutud ajalehte eemaldada ahjust või lauast, millel teda hõõrusid, märkad, et ajaleht on nagu kleepunud aluse külge. Ajalehe eemaldamisel on kuulda praginat, ja kui tuba on pime, siis näed ajalehe ja aluse pinna vahel sädemeid. Ajaleht on elektriseeritud.



Joon. 108

Elektriseeritud ajalehega võid korraldada mitu huvitavat katset.

1) Lähendades elektriseeritud ajalehele sõrme või mingi metallteraviku, näed sõrme ja ajalehe vahel sädemeid hüppamas (joonis 108), seejuures on kuulda ka nõrka praginat.



Joon. 109

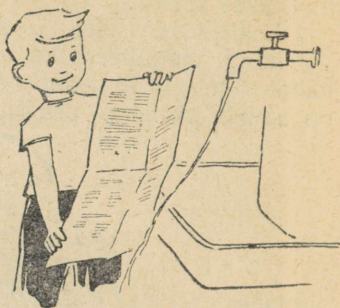
2) Aseta puuvarras või joonlaud mingile kumemale esemele, näiteks kanamunale, lambikuplile jm., tasakaalu. Lähenda varda ühele otsale elektriseeritud ajaleht. Varras hakkab pöörlema ja tõmbub ajalehe poole (joonis 109). On näha, et elektriseerimata keha ja elektriseeritud keha vastastikku tõmbuvad.

3) Rebi elektriseeritud ajaleht pooleks ja hoi a tükke otsapidi käes. Näed, et ajalehepooled tõukuvad teineteisest eemale (joonis 110), s. t. samanimeliselt elektriseeritud kehad tõukavad teineteist.

4) Lähenda elektriseeritud ajaleht kraanist voolavale veejoale. Viimane tõmbub ajalehe poole. Viies ajalehte järjest kaugemale, järgneb



Joon. 110

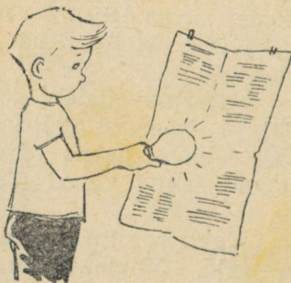


Joon. 111

veejuga ajalehele ja võib voolata isegi mitte kraanikaussi, vaid põrandale (joonis 111).

Kui vesivarustust pole, siis lase peenike veejuga voolata leetri otsa tõmmatud kummivoolikust. Viimase külge kinnita peenikese otsaga klaastoru. Veejoa reguleerimiseks varusta voolik näpitsaga.

5) Hoida lambipirni (võimsus on alla 50 W) soklist ja lähenda ta elektriseeritud ajalehele.

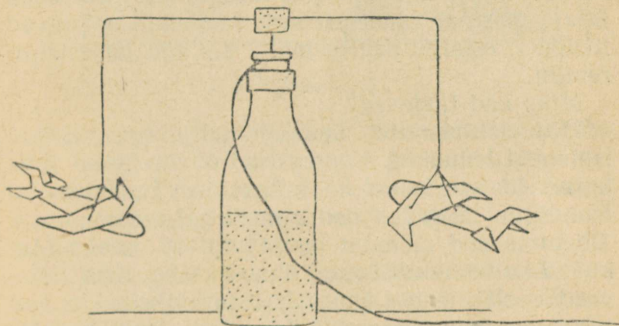


Joon. 112

Lamp lööb hetkeks helendama (joonis 112). Helendamist on hea jälgida pimedas toas. Oluline on just see, et lamp oleks õhutuhi, seejuures võib ta olla ka läbipõlenud.

71. Karussell reaktiivlennukitega

Mõjuelektrimasina või sädeinduktori abil võid näidata huvitavat karusselli reaktiivlennukitega. Selleks vajad veel pudelit, kahte korki, väikest plekk-karbi kaant või pudeli metallsulgurit, peenikest traati, paarikümne sentimeetri pikkust tükki jämedamat traati, sukanõela ja stanniolpaberit, mida saad vanast plokk-kondensaatorist, šokolaadi ümbert vm.



Joon. 113

Stanniolpaberist meisterda kaks ühesugust reaktiivlennukit. Nende kere tagumised osad — tiibade, tüüri ja saba otsad — tee teravaks. Pista korgist läbi jäme traat, mille mõlemad otsad painuta konksuks, nagu on näha jooniselt 113. Kumagi konksu otsa riputa ühepikkuste peenikeste

traatide abil lennukid nii, et nad püsiksid rõhtasendis ja võiksid tiirelda ühes suunas. Selleks et lennuk ripuks rõhtsalt, kinnita ta traadi külge kolme lühema traadiga.

Et pudel seisaks paremini püsti, täida ta poolest saadik kuiva liivaga. Sule pudel korgiga, millesse on tehtud soon juhtme jaoks, mida mööda elektrilaengud pääsevad elektriseerimismasinast korgini. Pudelit sulgevale korgile, tihedalt vastu traatjuhtme otsa, pigista plekk-karbi kaas.

Korgisse torka vertikaalselt, silmaga ees, sukanoël, kuni ta puudutab traati. Nõela teravik toeta korgi vastu surutud plekk-karbi kaanele ja tasakaalusta karussell, nii et nõel püsiks vertikaalasendis. On tasakaal saavutatud, siis ühenda korki läbiv juhe mõjuelektrimasina ühe poolusega ja aja masinat vändast ringi. Lennukid hakkavad tiirlema, esialgu aeglasemalt, siis aga järjest kiiremini.

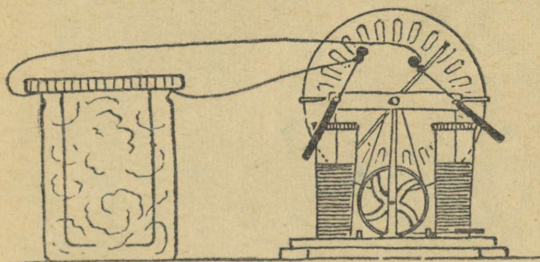
Miks nad tiirlevad?

Mõjuelektrimasin laeb metalljuhtme kaudu mõlemad lennukid. Neutraalsed õhuosakesed tõmbuvad laetud lennukite külge. Kokkupuutumisel lennukiga laaduvad nad viimasega ühenimeliselt. Ühenimelised laengud aga tõukuvad, seega tõukuvad ka lennukilt laetud õhuosakesed. Eriti tugevasti voolab laetud õhuosakesi teravikelt, kus nad tekitavad tuult, mis võib kustutada isegi küünla-leegi. Õhujoa reaktsiooni mõjul hakkavadki lennukid tiirlema.

72. Elektri-õhupuhastaja

Aseta klaaspurki kaks traati, mille otsad painuta kõveraks, nii et nad jääksid teineteisest 2—3 sentimeetri kaugusele (joonis 114). Purk

täida suitsu või tolmuse õhuga ja kata pealt vineeri- või papitükiga. Nüüd ühenda purki minevate juhtmete otsad kas mõjuelektrimasina või sädeinduktori poolustega, mille tagajärjel tekib traadi otste vahel purgis elektrisäde. 2—3 sekundi jooksul on purgis olev õhk muutunud täiesti puhtaks.



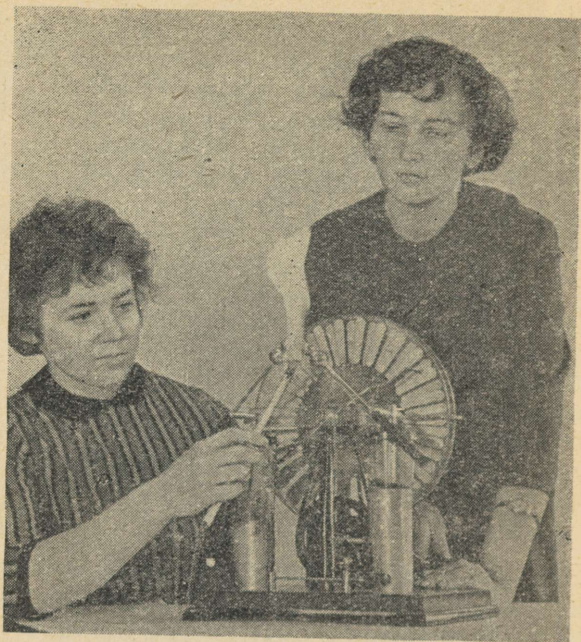
Joon. 114

Sädemete toimel tekivad õhumolekulidest ioonid, mis tõmbuvad tolmu- ja suitsukübemete külge. Need osutuvad nüüd laetuks ja tõmbuvad vastu neutraalseid purgi seinu. Purgi seinad katuvad tolmu ja tahmaga.

Kirjeldatud võtet kasutatakse tööstuses õhu puhastamiseks tahmast ja vedelatest lisanditest. Samuti saab sel teel vältida rahvamajandusele väärtuslike saaduste (väävelhappe, värviliste metallide jm.) kadusid, mis muidu tonnide viisi kasutult õhku hajuksid.

73. Tule süütamine sõrmeotsast

Astu isoleerivale alusele, näiteks neljale kummulil pööratud teeklaasile pandud lauaticile. Võta ühe käega kinni mõjuelektrimasina ühest



Joon. 115

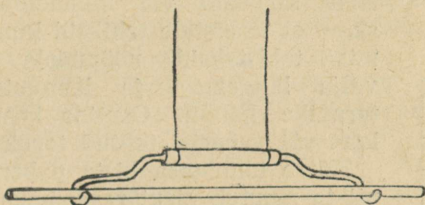
nupust. Su kaaslane hoidku traadi otsas eetriga niisutatud vatitükki või kinnita see statiivi näpitsasse.

Ajades elektrimasinat vändast ringi ja puudutades sõrmega vatitükki, süütab säde eetriauru sõrme ja vatitüki vahel ning vatitükk hakkab põlema.

Eetriga niisutatud vatitükk süttib ka siis, kui asetada see traadi või pulga otsa ja hoida mõju-elektrimasina nuppude vahel (joonis 115).

74. Haak elektriseeritud kehade ja magnetpulkade ülesriputamiseks

Elektriseeritud kehade ja magnetpulkade ülesriputamiseks on hea kasutada joonisel 116 kujutatud haaki.



Joon. 116

Selleks painuta umbes kahemillimeetrise läbimõõduga metallvarrast joonisel näidatud viisil. Enne lükka varda keskk kohta tükike kummivoolikut, mis on isolaatoriks. Kummivooliku külgesõlmi siidniidi otsad, mille abil saad haagi üles riputada. Ülesriputatult peab haak jääma horisontaalasendisse.

75. Elektroskoop

Elektrostaatika katseteks on vaja kaht täiesti ühesugust elektroskoopi. Lahtist elektroskoopi on lihtne valmistada ja tal on mõned eelised pudelisse asetatud elektroskoobi ees: lahtises elektroskoobis on osuti kaldumine hästi näha, seda ei sega läikiv klaas.

Lahtine omatehtud elektroskoop on näha joonisel 117. Hark *a* painuta umbes 2-millimeetrise läbimõõduga traadist. Traadi üks ots jäta pike-



Joon. 117

maks ja pista see läbi pudelile asetatud korgi. Selleks et pudel ei läheks ümber, täida ta poolest saadik liivaga. Hargi keskkohast puuri augud ja pista sealt läbi nõõpnõel, mis on teljeks osutile *b*. Nõõpnõela otsad kasta sula kirjalaki või Mendelejevi kiti sisse, et ta otstele tekiks kuulikesed, mis takistaksid nõõpnõela hargist välja langemast ja laengute kadu teravike kaudu. Osutina kasuta õlekõrt või paberist tehtud torukest.

Kõrre ühte otsa pista paberitükike: nii ta muutub pisut raskemaks ja jääb elektroskoobi neutraalses olekus vertikaalseks. Kui see ots läks liiga raskes ja elektroskoobi tundlikkus seega liiga väikeseks, siis tõuka osutisse pistetud paberitükike teljele lähemale või lükka ka kõrre teisest otsast sisse paberitükike. Nii võib reguleerida elektroskoobi tundlikkust (hälbe suurust).

Traat *c* ei lase osutil täispööret teha.

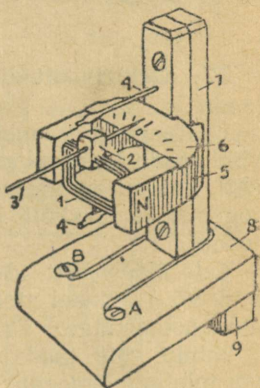
76. Pöörleva pooliga galvanoskoobi mudel

Elektrivooluga katsetamisel on väga vajalikuks katseriistaks galvanoskoop. Joonisel 118 on kujutatud tundlik omatehtud galvanoskoop. Selleks vajatakse U-kujulist magnetit, lakk- või puuvillisolatsiooniga jämedamat metallvarrast ja mõnda puukruvi. Korgitüki 2 sisse tee kas korgipuuri või tulise oraga auk. Lakkisolatsiooniga juhtmest mähi 5—6 keeruga pool, pistes iga keeru läbi korgi sisse puuritud august. Hiljem tilguta sellesse auku sula parafiini, mis liidab

juhtmekeerud pooliga. Korgi vastas olev pooli külge mähi üle niidi või isoleerpaelaga, mis takistab pooli hargnemist. Pooli mähise otsad jäta umbes 1 sentimeetri pikkuselt vabaks ja tee nad viili või luisu abil teravaks. Need otsad moodustavad telje, mille ümber pool saab pöörelda.

Jämedamatesse vask- või alumiiniumvarrastesse (läbimõõt 2—3 millimeetrit) löö kas naaskli või terava naelaga koonilised süvendid, milles mähise teritatud otsad võivad vabalt pöörelda.

Aluse 8 alla kinnita puukruvide või naeltega liist 9, nii et alus jääks 20—30 kraadi võrra kaldu. Risti alusega kinnita kahest liistust tehtud sammast 7, milles on õnarus magneti 5 jaoks. Kui magnet on kohale asetatud, kruvi sammast moodustavad liistud puukruvidega kokku. Samba külge kinnita ka metallvardad 4 ja too neist juhtmed alusele kinnitatud klemmide A ja B alla. Klemmide aset võivad täita ka naela- või kruvipead. Sambasse



Joon. 118

saetud prakku kinnita plekist või papist skaalaga varustatud leht 6.

Skaala keskohta märgi arv null. Soovi korral võid skaala milliampermeetri abil varustada astmikuga.

Korgitükist 2 pista läbi peenike traat 3, mis jääb osutiks. Et pool oleks püsivas tasakaalus, peab varras skaala vastasküljel 10—15 sentimeetri võrra korgist välja ulatuma.

Vardaid 4 pisut laiali painutades aseta pool nende vahele ning jälgi, et see võiks magneti harude vahel vabalt pöörelda.

Lülitades sellise riista väikese voolutugevusega alalisvooluringi, pöördub pool. Pooli pöördumist on kerge jälgida osuti liikumise järgi skaalal.

Ühendades klemmid *A* ja *B* traadiga (šundiga), mille takistus on teada, saame sellest galvanomeetrist ampermeetri. Skaala varustamisel amperastmikuga tuleb ampermeeter ja meie riist lülitada järjestikku alalisvooluringi. Gradueerimisel muudame lükatreostaadi abil pidevalt voolutugevust.

77. Elektrivooluallikad

1) *Kaevuvesi annab elektrivoolu.* Elektrivoolu võid saada ka tavalise kaevuvee ja metallplaatide abil, kui sul on olemas mõõduriist voolu kindlaks-tegemiseks (ükskõik kas omatehtud või vabriku toode).

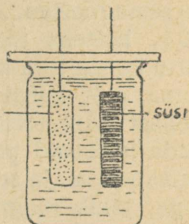
Vala klaasi vett, aseta sinna tsinkplaat ja söepulk või raudnael ning ühenda need juhtmete abil galvanomeetriga. Galvanomeeter näitab voolu.

Tsinki võid saada vanast taskulambipatareist või telefonielemendist. Kõlbab ka tsingiga kaetud plekitükk.

Tavalises vees on alati lahustunud soolasid ja happed, mis mõjuvad tsingile. Tekib keemiline reaktsioon, millega kaasneb ka elektrienergia.

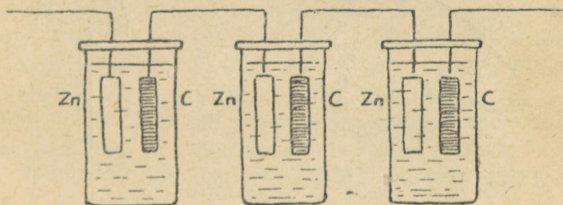
2) *Omavalmistatud galvaanielement.* Kõikides galvaanielementides saadakse elektrienergiat keemilisest energiast. Paljudele metallidele mõjuvad keemiliselt hapete, aluste ja soolade vesilahused. Hästi reageerivateks metallideks on tsink ja seatina.

Omavalmistatud galvaanielemendi üheks elekt-
roodiks võta kas tsink- või seatinaplaat, teiseks
elektroodiks võib olla ka süsi (tarvitamiskõlbma-
tust taskulambipatareist või
telefoni kuivelemendist),
raudnael, vaskplaat või
muu. Elektroodid kinnita
puidust või papist kaane
sisse ja pane nad keedu-
soolalahusega täidetud pur-
ki (joonis 119). Niisuguse
elemendiga saad pinget
umbes 1 volt. Kui teha mi-
tu niisugust elementi ja
ühendada nad järjestikku



Joon. 119

(see tähendab nii, et ühe elemendi tsingi ühen-
dad teise söega, teise tsingi — kolmanda söega,
kusjuures vabaks jääb ühe elemendi süsi ja kol-
manda tsink), siis võid saada nii mitu korda kõr-

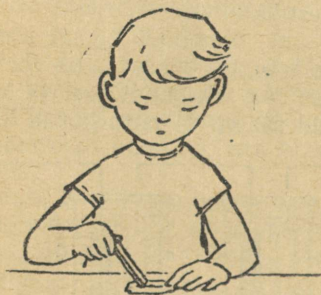


Joon. 120

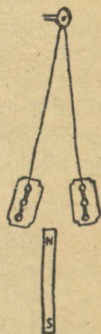
gemat pinget, kui mitu elementi oled järjestikku
ühendanud (joonis 120). Mitme elemendi ühenda-
misel saad elementide patarei. Nii võid neljast
järjestikku ühendatud elemendist koosneva patarei
vooluga panna hõõguma taskulambipirni. Kestvat
voolu aga niisugune element ega patarei ei anna.

78. Katseid magnetitega

1) Magnetiseeri kaks žiletitera, hõõrudes neid terasmagnetiga, nii nagu on näidatud joonisel 121. Esiteks tõmba näiteks põhjapoolusega (N) mitu korda tera keskelt kuni ühe otsani ja seejärel sama arv kordi lõunapoolusega (S) tera keskkohest kuni teise otsani. Sellesse žiletitera otsa, mida hõõrusid põhjapoolusega, tekib magnetiline lõunapoolus, ja sellesse, mida hõõrusid lõunapoolusega, tekib magnetiline põhjapoolus.



Joon. 121

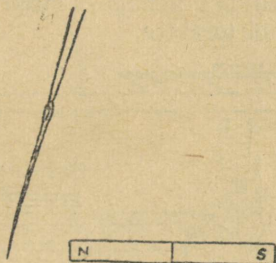


Joon. 122

Riputa niitide otsa kaks magnetiseeritud žiletitera ühenimeliste poolustega allapoole. Kui alt-poolt lähendada žiletiteradele terasmagneti samanimelist poolust, siis tõukuvad žiletiterad sellest eemale (joonis 122). Kui aga terasmagneti samanimeline poolus jõuab žiletiterade vahel juba nende keskkoha, siis tõmbab magnetpulk žiletiteri enda külge.

Sellest näed, et magnetiline mõju on koandu-

nud žiletiterade otste lähedale, žiletitera keskkohht aga pole magnetiline. Seal on nn. neutraalne vöö ja seda tõmbab terasmagnet külge nagu tavalist magnetiseerimata terast.



Joon. 123

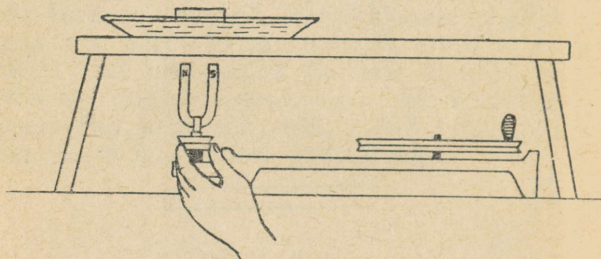
2) Magnetiseeri terasest sukanõel (või žiletitera) ja riputa see niidiga üles (joonis 123). Lähenda nõelale niisugune terasmagneti poolus, et nõel seda tõukaks. Soojenda nõela piirituslambi leegil kuni hõõgumiseni. Pärast jahtumist lähenda talle uuesti sama magnetpoolus, mis enne, ja selgub, et nõel tõmbub terasmagneti külge.

Järelikult kaotas magnetiseeritud terasnõel kuumutamisel magnetilised omadused. Samuti kaotab teras magnetilised omadused tugeval põrutamisel.

3) Magnetiseeri mitu žiletitera. Paiguta nad tikutoosi, nii et kõikide terade ühenimelised poolused oleksid ühel pool. Pannes toosi taldrikusse veepinnale ujuma, pöörduv see alati ühe otsaga põhja, teiseaga aga lõuna poole.

Kui pealtvaatajate ees katsetada, siis võid taldriku tikutoosiga panna laual olevale pingikesele. Pingikese all pööra U-kujulist terasmagnetit.

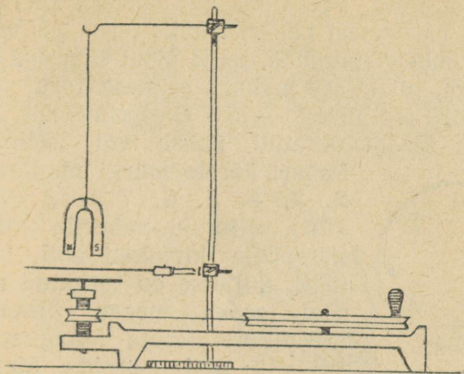
Magnet ja seda pöörav käsi tuleb pealtvaatajate pilkude eest varjata. Pööreldes paneb magnet pöörlema ka tikutoosi. Viimase võib asendada ka huvitavama kujuga kehaga, mille sisse peida magnetiseeritud terasese.



Joon. 124

4) U-kujulise magneti saab panna pöörlema ilma seda puudutamata. Selleks riputa magnet niidi otsa, nii nagu see on näidatud joonisel 125. Magnetit alla aseta mingi metallketas (näiteks alumiiniumketas pööratavate plaatidega kondensaatorist; raudketast kasutada ei tohi) ja ühenda see tsentrifugaalmasina külge. Ketta ja magneti vahele kinnita statiivi abil klaasi- või vineerileht, nii et see ei puudutaks metallkettast ega magnetit. Kui paned metallketta pöörlema, siis hakkab pöörlema ka ülesriputatud magnet ja seejuures samas suunas, milles pöörleb ketas. Klaasi- või vineerileht väldib magneti pöörlema hakkamist ketta pöörlemisest tekkinud õhuvoolu mõjul.

Magnetväljas pöörlevas metallkettas tekivad induksioonvoolud, mis püüavad takistada voolu tekitavat liikumist — ketta pöörlemist. Et takistav jõud ei suuda pöörlevat kettast seisma panna, siis hakkab magnet ise kaasa pöörlema.



Joon. 125

79. Tark tuletikk

Kerge on teha niisugust tarka tuletikku, mis veepinnal ujudes näitab ühe otsaga alati põhja, teisega lõuna suunas. Lõika tuletikk pooleks, uurista nootsaga tiku pooltesse õõnsused ja pane sinna sisse magnetiseeritud nõel. Tikupooled liimi kaseiinliimiga kokku.

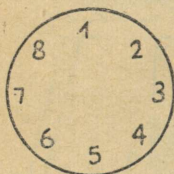
Pärast liimi kuivamist pane tuletikk veepinnale ujuma. Tuletiku see ots, kus asub magnetiseeritud nõela põhjapoolus, pöördub alati põhja poole.

Mitmest niisugusest tuletikust saad veepinnale moodustada korrapäraseid geomeetrilisi kujundeid.

80. Maagiline pikksilm

Pealtvaatajaid võid üllatada pikksilmaga, mille abil saab lugeda läbi vineeri- või papilehe tähti

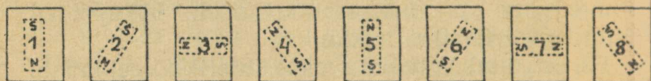
ning numbreid. Pikksilma ehitamiseks keera pappi või paksemast paberist kaks toru, üks umbes 30 sentimeetri pikkune, teine pisut suurema läbimõõduga, nii et see mahuks esimese toru peale. Teine toru tee lühike — 5—6 sentimeetrit. Selle põhjaks kleebi õlitatud paber või tsellofaan.



Joon. 126

Paberi äärel märki numbrid 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ja 8 (joonis 126). Õlitatud paberile kinnita sissepoole kirjalaki abil korgitükk, millesse on torgatud nõõpnõel terava otsaga ülespoole. Teravikule aseta magnetnõel, mis võib seal pöörelda. Magnetnõela ühele otsale, näiteks põhjapoolusele, tee värviline märk.

«Maagilise pikksilma» abil loetavad numbrid valmistatakse järjekorras. Ühesuurustele ristkülikukujulistele papitükkidele joonista numbrid 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ja 8. Iga papitüki tagumisele küljele kleebi kas kirjalaki või liimiga magnetpulgad, nagu on näha jooniselt 127. Risttahuka tagumisele küljele



Joon. 127

liimi pappi või paber, nii et väljastpoolt poleks näha papitükile kinnitatud terasmagnetit ja et kõik risttahukad oleksid ühesuguse välimusega. Terasmagneteid võid valmistada näiteks kitsa saelehe tükkidest, hõõrudes neid terasmagnetiga.

Keegi pealtvaatajatest koostagu laual risttahu-

katel olevatest numbritest mingi arv, näiteks 425, ja katku ta papitükiga. Ilmub pikksilmaga varustatud vaatleja, kes hakkab pikksilma otsa numbrilt numbrile suunama. Pikksilma tuleb hoida vertikaalselt (joonis 128), et magnetnõel võiks



Joon. 128

vabalt pöörelda. Pikksilmas asuva magnetnõela põhjapoolus, millele on tehtud märk, näitab numbril all olevale lõunapoolusele, seega näitab ta õlitatud paberile tehtud numbrile 4. Nihutades pikksilma edasi, näitab magnetnõela märgitud ots numbrile 2 ja edasi liikudes jääb seisma numbril 5 juurde. Nii võib «maagilise pikksilmaga» «näha» ja «lugeda» numbreid läbi papi- või vineerilehe ning üllatada pealtvaatajaid.

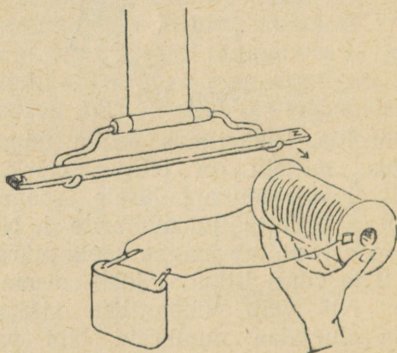
81. Elektromagnet

Elektromagnet on riist, mida vajame mitme katse juures ja samuti elektrikõlisti ning telegraafi töötava mudeli ehitamiseks.

Esmalt valmista puidust või papist pool — umbes 14 sentimeetri pikkune ja 1—2-sentimeetrise läbimõõduga toru. Toru kummassegi otsa kinnita umbes 6-sentimeetrise läbimõõduga papp- või puuketas, mille keskel on toru läbimõõduga võrdne ava.

Poolile keri vähemalt 100 keerdu puuvill- või lakkisolatsiooniga traati. Mähise otsad ühenda pooli otste külge kinnitatud klemmide alla. Kui sul klemme pole, siis tõmba mähitud traadi otsad paar korda läbi pooli otstesse tehtud aukude, selleks et traat poolilt maha ei keriks.

Ühendades mähise otsad kas taskulambipatareiga või mingi teise alalisvooluallikaga, märkad, et poolil on nüüd põhja- ja lõunapoolus, sest ta tõmbab või tõukab ülesriputatud terasmagnetit (joonis 129).



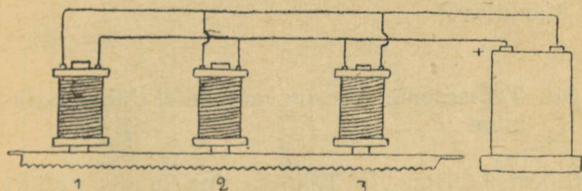
Joon. 129

Asetades sellesse pooli raudpulga või kimbu kokkupandud ühepikkusi raudtraaditükke ja lastes poolist voolu läbi, tõmbab selle südamik külge

raudnaelu. Niipea kui vool katkestada, kaob raua magnetism ja naelad kukuvad maha. Kuid siiski jääb mõni väike naelake veel südamikule külge püsima. Selle nähtuse põhjuseks on nn. jääkmagnetismi olemasolu. Kui pooli südamikuks võtta teraspulk, siis pärast elektrivoolu katkestamist jääb teraspulk püsivmagnetiks. Teraspulk magnetiseerub paremini, kui voolu läbimise ajal teda puuhaamriga kergelt koputada, sest pooli läbiva elektrivoolu toimel teraspulga molekulid hakkavad korrastuma, koputamine aga soodustab seda. Kirjeldatud viisil võid elektrivoolu abil saada endale püsivaid terasmagneteid. Terasmagnetiteks võid muuta näiteks sukavardad, käärid, viili jne.

82. Korrapäratu magnetiseerimine ja magnetofoni töötamise põhimõte

Tavaliselt tekib teraseseme magnetiseerimisel eseme ühte otsa magnetiline põhjapoolus, teise otsa — magnetiline lõunapoolus. Kuid teraseseme võib magnetiseerida ka nii, et isegi selle keskel tekivad magnetpoolused.



Joon. 130

Võta pikem terasese, näiteks saeleht, ja mõned pehmest rauast südamikega poolid (joonis 130). Voolu suund üksikutes poolides on vabalt valitav.

Nii näiteks võid teraseseme poole pöörata poolide 1 ja 2 põhjapoolused, aga pooli 3 lõunapooluse. Läbigu vool üheaegselt kõiki elektromagnetite mähiseid 1 — 2 minuti vältel. Sel ajal koputa puuesemega magnetiseeritavale terasesemele. Siis katkesta vool, laota magnetiseeritud esemele päberileht ja puista sellele rauapuru. Tekib väga omapärane magnetspekter, kusjuures kaks ühenimelist poolust võivad asetseda isegi kõrvuti.

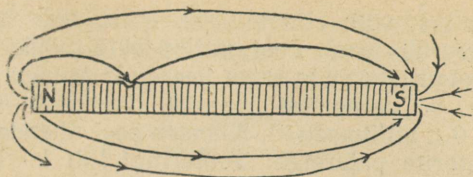
Korrapäratu magnetiseerumisega on tegemist heli jäädvustamisel magnetofoni lindile. Painduv lint liigub mööda elektromagneti raudsüdamikust, mille ergutusvoolu tugevus muutub koos heli võnkesageduse muutumisega. Seetõttu tekivad magnetofoni lindis vastavalt helivõngetele erineva tugevusega magnetpoolused.

Heli taastekitamisel liigub magnetiseeritud lint mööda samasugusest elektromagnetist, mille mähises tekib helisageduse taktis muutuv elektrivool. See võimendatakse ja suunatakse valjuhääldajasse.

Heli magnetilist ülesmärkimist soovitas juba 1895. aastal rootslane Paulsen. Heli ülesmärkimise alal magnetilisel teel töötasid edukalt nõukogude leidurid S. Vitkovski, J. Goldovski ja N. Manuilov.

83. Terasesemetes esinevate defektide avastamine

Siberi Füüsika ja Tehnika Instituudis ehitati esimene elektromagnetilisel induksioonil põhinev vigadeotsija, mille abil tehakse kindlaks pragusid ja seesmisi defekte näiteks raudteerööbastes, võllides ja terasvarrastes. See viis leiab praegu laialdast kasutamist rahvamajanduses.

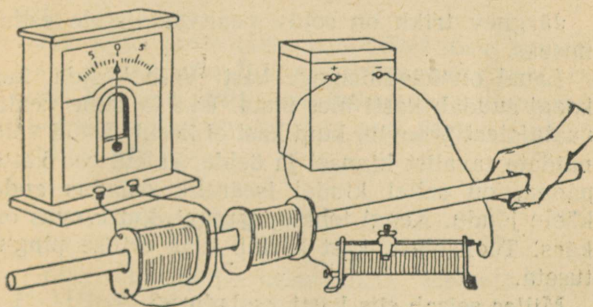


Joon. 131

Alalisvoolu abil muudetakse uuritav terasese elektromagnetiks. Esemes oleva prao või teise defekti kohalt väljuvad magnetjõujooned (joonis 131). Kui need jõujooned lõikavad mingi suletud vooluringis oleva pooli keerde, siis indutseeritakse vooluringis induksioonvool, mida näitab vooluringi lülitatud galvanomeeter.

Tööstuses korraldatakse nii, et tekkinud induksioonvool rakendab töösse värvipritsi, mis vigasele kohale teeb värviga märgi.

Vigadeotsija tööpõhimõtet võid hõlpsasti näidata joonisel 132 kujutatud katsega. Selleks on vaja kahte pooli. Pool, millega terasvarras tuleb muuta



Joon. 132

magnetiks, võib olla ükskõik missugune 300—500 keeruga pool. Pool, milles tekib induktsioonvool, olgu ligikaudu sama keerdude arvuga, kuid lühem ja peenemast traadist (läbimõõt umbes 0,1—0,2 millimeetrit). Esimene pool ühenda akumulaatorite patareiga. Vooluringi lüli ka lükatreostaat. Teine pool ühenda galvanomeetri klemmidega.

Mõlemast poolist pista läbi 1—2 meetri pikkune terasvarras, millesse on saetud või viilitud pragu. Võib kasutada ka kahest tükist kokkukruvitud universaalstatiivi varrast. Tõmba varras aeglaselt poolidest läbi. Momendil, kui defektiga koht läbib galvanomeetriga ühendatud pooli, tekib vooluringis induktsioonvool ja galvanomeeter näitab hälvet. Kui varda terve osa läbib pooli, siis galvanomeeter mingit hälvet ei näita.

Katset võid muuta, kattes defektiga varda värviga, nii et defekti kohta ei saa väljastpoolt märgata. Galvanomeeter avastab ka sel juhul vigase koha.

84. Imelik kinnas, mis teeb käe tugevaks

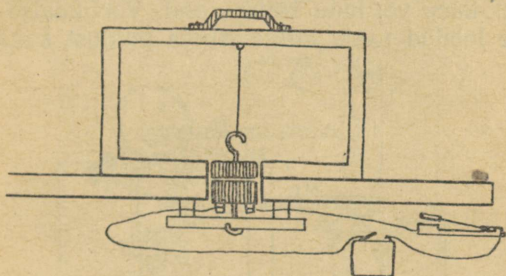
Järgnev trikk on sobiv pealtvaatajatele esitamiseks.

Laul on käepidemega kast. Võib küsida, kas keegi suudab kasti üles tõsta. Üks ja teine pealtvaatajatest proovib, kuid kast ei kerki. Nüüd võib näidata tavalist kinnast ja öelda, et kui see kätte panna, on sellel kindal iseäralik omadus anda käele jõudu. Keegi tehkuigi proovi, kui kinnas on käes. Tõepoolest, kast kerkib ilma erilise pingutusega.

Milles seisab siis kasti «saladus»?

Kast on tühi või on selles paar telliskivi. Kasti

põhja keskkohas on auk, millesse parajasti mahub kellakujulise elektromagneti ankur (joonis 133). Ankur tuleb tugevasti kinnitada kasti kaane külge.



Joon. 133

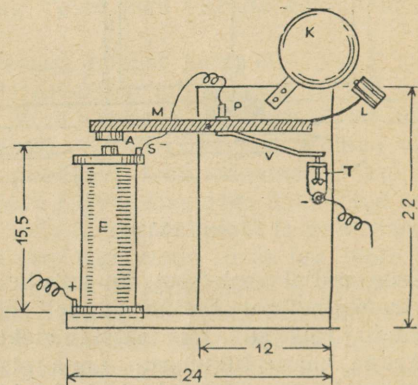
Laua sees, millel asub kast, on auk kellakujulise elektromagnetiga. Elektromagneti konksust on läbi pandud raudpulk, mis takistab elektromagnetit ankruga kaasa liikumast. Laua plaadi alt vii elektromagneti juhtmed taskulambipatarei klemmide juurde. Vooluringi lüli ka katkesti ja paiguta see oma jala juurde, et oleks võimalik tähelepanematult vooluringi sulgeda ja katkestada.

Kui kasti proovitakse laualt üles tõsta kinnastamata käega, siis lüli elektromagneti mähistesse vool. Kui aga kasti proovitakse tõsta kinnastatud käega, siis katkesta vool ja kast kerkib ilma jõupingutusega.

85. Elektrikõlisti

Elektromagnetit kasutatakse elektrikõlistites. Elektrikõlisti ehitust ja töötamist selgitab joonisel 134 kujutatud mudel.

Võta aluseks paksem lauätükk ja kinnita selle ühte otsa vertikaalne lauake. Selle külge kruvi kellakauss *K* (näiteks jalgrattakella kuppel, mingi plekk-karp või muu kõlisev ese). Vertikaalse laua sisse löödud naela külge riputa puidust kang *M*.

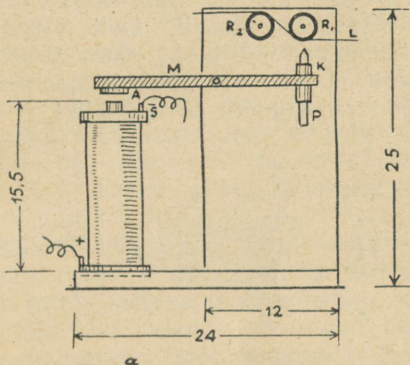


Joon. 134

Kangile kinnita vasar *L*. Kui vasar on tehtud puust, siis löö sellesse nael, et kõlisti annaks tugevamat heli. Kangi küljes on veel kontaktvedru *V* ja raudankur *A*. Vasara ja vedruga varustatud kangi osa peab olema raskem kui kangi raudankuruga osa, et kontaktvedru tavalises olekus puutuks vastu kruvi *T*. Kruvi *T* läbib vertikaalse laua külge kinnitatud metallplaadi, millel on klemmjuhtme ühendamiseks. Vedru kangi külge kinnitatud ots on ühendatud teise klemmiga *P*, mis võimaldab luua ühendust pooli ülemise klemmiga *S*. Selleks et pool püsiks aluslaual kindlalt paigal, tee sinna vastav süvend.

86. Elektritelegraaf

Telegraafi mudeli juures saab kasutada sama elektromagnetit nagu elektrikõlisti juureski.



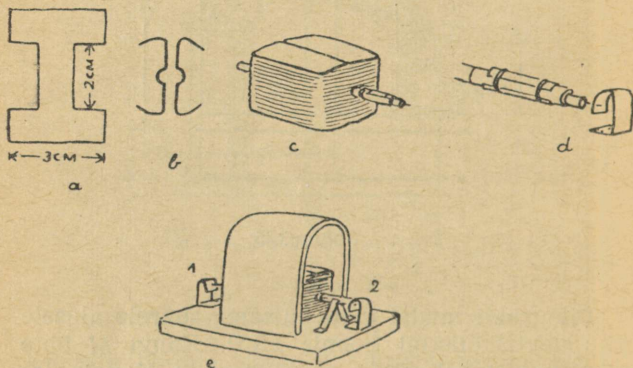
Joon. 135

Telegraafi mudel ehita niisama suurele alusele kui elektrikõlistigi (joonis 135). Kangi *M* ühte otsa tee pliiatsihoidja — plekktor *K*. Kangi teise otsa külge kinnita, samuti nagu elektrikõlisti puhul, raudankur *A*. Ka telegraafi juures peab kangi parempoolne osa olema raskem vasakpoolsest. Vertikaalse laua ülemise osa külge kinnita kaks pöörlevat rulli *R*₁ ja *R*₂, mille vahelt tõmba läbi pabeririba *L* — telegraafilint.

Telegraafivõtmena kasuta kahte lauale monteeritud plekiriba. Ribade ühed otsad vii klemmide alla, teised jäta vabaks. Ülemise riba külge kinnita nupp, millest telegrafeerimisel on mugav kinni hoida.

87. Lihtne elektrimootor

Mootori ehitamiseks vajatakse järgmisi materjale: raudplekki (seda saab kas konservipurgist või saapakreemikarbist), sirget puupulka võlliks, kahte nõõpnõela, kahte kummivooliku otsast lõigatud rõngast või siidniiti, kuni 2 sentimeetri pikkust kummivooliku tükki, parafiiniga immutatud paberit, puuvill- või lakkisolatsiooniga traati, U-kujulist terasmagnetit ja lauaticki.



Joon. 136

Lõika raudplekist kaks ühesugust tükki (joonis 136, a). Punktiirjoonte kohalt painuta plekiribad ära, nagu on näidatud joonisel 136, b (vaade servalt). Tõmba umbes 20 sentimeetri pikkune ja 4 sentimeetri laiune õhukesest paberist riba läbi sulaparafiini ning mähi sellega painutatud plekiribad kokku ankru südamikuks. Nende vahele jäänud õõnsusest pista läbi sirge puupulk — telg.

Mähi raudsüdamikule mõnikümmend keerdu puuvill- või lakkisolatsiooniga traati, jättes kum- mastki otsast umbes 10 sentimeetrit vabaks. See sõlmi nii, et mähis lahti ei hargneks (joonis 136, c).

Võlli pikemale otsale tõmba kummivoolik ja sellele kinnita kummirõngaste või siidniidiga kaks plekist poolsilindrit — lamelli (joonis 136, d). Ankrü mähise otsad puhasta isolatsioonist ja mustusest ning pista üks ots ühe, teine teise lamelli alla või, mis veel parem, jooda need tinaga lamel- lide külge. Mõlema plekiriba ühte otsa torka naaskliga auk, painuta ribad kõveraks ja kinnita nad puust aluse külge (joonis 136, e_{1,2}). Võlli otstesse löödud nõõpnõelte või väikeste naelte abil toeta ankur nendele plekiribadele kui tugeledele.

Ankur tuleb hoolega tasakaalustada, s. t. üks pool ei tohi olla raskem kui teine. Ühe poole raskuse muutmiseks topi südamiku plekiribade vahele paras plekiriba või tilguta mähise keer- dudele parafiini.

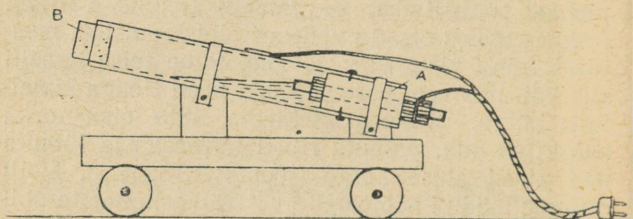
Lõika õhukesest plekist kaks riba harjadeks ja kinnita need kruvide või naeltega aluse külge, nii et ribad libiseksid mööda lamelle.

Mootori ankur aseta U-kujulise terasmagneti harude vahele (joonis 136, e). Ühenda mootori juhtmete otsad taskulambipatarei või akumulaa- tori klemmidega, anna ankrule kerge tõuge — ja mootor hakkab tööle.

Ehitamisel puhasta noa või liivapaberiga hooli- kalt kõik juhtmete ühenduskohad, lamellid ja harjade otsad. Lamellide kinnitamisel võllile jälgi, et voolu suund ankrü mähises muutuks just sel hetkel, kui ankrul ja väljamagnetil on kohakuti isenimelised poolused.

88. Elektrikahur

Kasutades elektrivoolu soojuslikku toimet, võid ehitada elektrikahuri (joonis 137). Võta 10—12 sentimeetri pikkune ja paari sentimeetri jämedune metalltoru *A*. Toru ühe otsa lähedale puuri seina sisse kaks väikese läbimõõduga auku,



Joon. 137

üks ühele, teine teisele poole toru. Sule see toru ots tihedalt kummikorgiga, kinnitades selle aukudest läbipandud puukruvide või naeltega. Eelnevalt puuri kummikorgisse mööda selle telge auk ja pista sealt läbi vaskvarras, nii et see tihedalt täidab augu. Vardale löika peale keere ja keera mõlemale poole korki mutrid. Väljapoole korki kruvi kaks mutrit. Viimase mutri alla pigista ühe juhtme ots, teise juhtme ots jooda toru külge.

Kahuritoru kinnita ratastele paigutatud lauake-sele.

Laskmisel vala kahuritorusse pisut vett ja sule toru eesots kummikorgiga *B*. Juhtmete otsad ühenda vooluvõrguga (220 volti), ja kork lendab kahuritorust välja. Juhul kui rattad liiguvad väikese hõõrdumisega, siis korgi väljalendamisel liigub kahur tagasi.

Miks lendab kork torust välja?

Tavaline vesi juhib elektrit, kuid ta takistus on suur. Seepärast vesi torus soojeneb ja hakkab kohe keema. Tekkinud auru rõhk kasvab kiiresti ja aur tõukab korgi torust välja.

89. Värvilise pildi joonistamine raudnaelaga

Huvitava füüsika õhtul võid näidata, et oskad kirjutada ja joonistada paberile ka tavalise raudnaelaga.

Kasta tükk joonistuspaperit keedusoolalahusesse ja pärast seda vedelikku, mille valmistamiseks lahusta 4 tabletti purgeeni 50 grammis piirituses. Niiviisi ettevalmistatud paber aseta plekitükile ja ühenda see alalisvooluallika anoodiga. Raudnael ühenda katoodiga. Vooluallikaks võib olla kas akumulaatorite patarei või alaldaja, nii et pinge oleks 20 — 30 volti.

Naelaga pikkamisi mööda paberit vedades jätab see paberile punakasroosa jälje.

Lase paberit kuivada, kuni see on veel õige pisut niiske, ja suru vooluallika katoodiga ühendatud metallraha vastu paberit. Kui raha paari minuti pärast paberilt ära võtad, siis näed paberil punakasroosat jälge.

Kui keedusoolalahuse asemel võtta kollase vere-soola lahus, siis jätab vooluallika anoodiga ühendatud nael paberile roheline jälje. Kui aga vool nii ümber lülida, et nael jääb katoodiks, siis jääb paberile punakasroosa jälg. Nii võid ühe ja sama naelaga joonistada roheliste piirjoontega põõsa, voolu suuna muutmiseaga aga sellele ka punased õied või õunapuu otsa punased õunad.

Nähtuse põhjuseks on elektrolüüs. Soolalahuses niisutatud paber muutub juhiks. Elektrivoolu toimel keedusool laguneb. Lagunemisel tekkinud

naatrium ühineb lahustiga (veega) ja annab seebikivi (leelise). Leelise toimetel purgeenis olev fenoolftaleiin värvub punakasroosaks. Sama nähtusega on tegemist ka siis, kui vool läbib kollase vere-soolalahusega immutatud paberit.

90. Salakiri

Purgeeni piirituslahusega kirjuta tavalisele kirjutuspaberile, kuid mitte väga tihedalt. Pärast kirja kuivamist ei jää paberile mingit jälge. Aseta nüüd paberileht kahe keedusoolalahuses niisutatud kuivatuspaberi lehe vahele ja need omakorda plekitükile või metallaldrikule. Suru paberilehed käega tihedalt vastu plekki. Paberilehtedele aseta sile plekitükk, suru see käega vastu paberit ja ühenda taskulambipatarei katoodiga (pikem plekiriba). Alumine plekitükk või metallaldrik ühenda taskulambipatarei anoodiga (lühem plekiriba). Paremaid tagajärgi saab, kui vooluallikana kasutada akumulaatorite patareid.

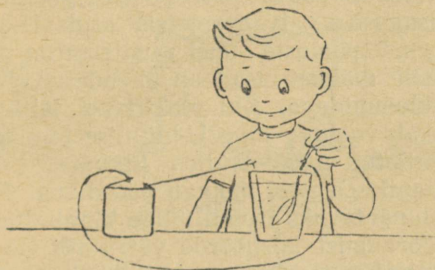
Lastes voolul mõni minut mõjuda, võta paberileht, millele kirjutasid salatindiga, ettevaatlikult plekkide ja märgade paberilehtede vahelt välja. Nähtamatu kiri on muutunud karminpunaseks ja on loetav.

Ka siin toimus elektrolüüs. Elektrolüüdiks oli paberitesse imbunud soolalahus ja elektrodideks metallplaadid. Elektrolüüsi tulemusena tekkis seebikivi vesilahus, mis värvis purgeenilahuse karminpunaseks.

Katset võib ka varieerida. Näiteks joonista paberile pliiatsiga rohelised puud ja põõsad, puudele aga salatindiga õied või õunad. Talitades pildiga nii nagu enne kirjaga, ilmuvad puudele ja põõsastele kas punased õied või õunad.

91. «Marjamahla» valmistamine teelusika abil

Kui sul on olemas teelusikas ja alalisvooluallikas, võid «marjamahla» valmistada ka ainult soolveest.



Joon. 138

Lahusta klaasitäies vees paar teelusikatäit soola ja lisa lahusele juurde 10 — 15 tilka purgeeni piirituslahust. Soolalahusesse pista raudnael või mingi muu metallese ja ühenda see alalisvooluallika anoodiga. Katood ühenda teelusikaga, millega segad soolalahust (joonis 138). Vedelik teelusika ümber värvub karminpunaseks ja tuletab välimusest meelde marjamahla.

Kuidas nähtust seletada?

Elektrivoolu toimel tekib klaasis keedusoolalahuse elektrolüüs. Keedusoola molekul laguneb naatriumi ja kloori ioniks. Positiivse laenguga naatriumiioon suundub elektrivälja toimel katoodile (teelusikale), siin neutraliseerub katoodi negatiivse laengu mõjul ning samal momendil ühineb veest võetud hüdroksüülrühmaga (OH) seebikiviks. Seebikivi mõjul värvub purgeen punaseks.

92. Induktsioonvoolu tekitamine galvanomeetriga

Galvanomeeter mõõdab elektrivoolu, kuid temaga võib voolu ka tekitada. Seda võid näha järgmisest katsest.

Võta kaks ühesugust pöördpooliga galvanomeetrit. Niisuguses galvanomeetris asub U-kujulise terasmagneti pooluste vahel raudtrumlile mähitud pool. Selle mähise otsad on ühendatud galvanomeetri klemmidega. Kui elektrivool läbib pooli, siis hakkab vooluga juhe U-kujulise terasmagneti poolt tekitatud magnetväljas liikuma, tähendab raudsüdamikuga pool hakkab pöörduma. Pöördumise teeb nähtavaks trumli külge kinnitatud osuti. Pooli pöördumist täispöörde võrra või isegi rohkem takistab spiraalvedru, mis lubab poolil teha mitte üle veerandpöörde.

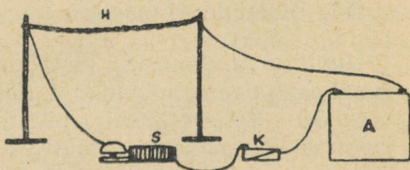
Kui aga juheta liigutada magnetväljas, siis tekib juhtme löikumisel magnetvälja jõujoontega elektrivool.

Katse sooritamiseks ühenda kahe galvanomeetri klemmid nii, et tekib vooluring kahest galvanomeetrist. Ühel galvanomeetril kõrvalda kate ja liigutades tema osutit ühele või teisele poole, näed, et ka teise galvanomeetri osuti võngub samas taktis.

Juhtme liikumise tõttu magnetväljas tekib esimese galvanomeetri mähises elektrivool, mis juhtmete kaudu läheb teise galvanomeetri mähisesse ja pöörab seda. Esimene galvanomeeter töötab generaatorina, teine aga elektrimootorina. Sellest katsest näeme ka, et alalisvoolu generaator ja mootor on pööratavad: generaator võib töötada mootorina ja mootor — generaatorina.

93. Popovi katse

Raadio leiutaja, kuulus vene teadlane Aleksander Stepanovitš Popov demonstreeris oma õpilastele katset, mille abil ta näitas elektromagnetiliste lainete ehk raadiolainete olemasolu.



Joon. 139

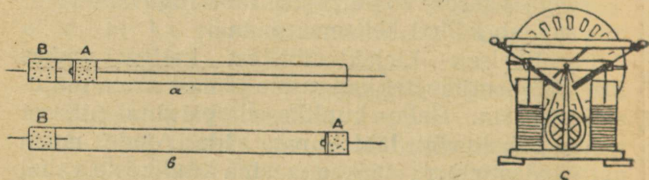
Koosta vooluring nii, nagu on näha jooniselt 139. Siin *A* on akumulaatorite patarei, *K* — katkesti, *S* — elektrikõlisti ja *H* kirjaklambritest või raudtraadi aasadest koostatud kett. Viimane pinguta statiivide vahele parajasti nii, et kõlisti veel ei helise, kuid kohe helisema hakkab, kui ketti pisut rohkem pingutada. Pingutamise tagajärjel puutuvad kirjaklambrid paremini üksteise vastu ja seega pääseb vooluringist läbi tugevam vool, mis suudab kõlisti helisema panna.

Paralleelselt kirjaklambritest ketiga umbes 20 — 30 sentimeetri kaugusele temast aseta mõju-elektrimasin. Selle kuulikesed paiguta nii, et nende vahelt võib läbi hüpata säde. Ajades masinat vändast ringi, märkad masina kuulikeste vahel sädemeid ja kõlisti, mis on lülitatud masinaga ühendamata vooluringi, hakkab helisema. Kui masin seisma jätta, siis katkeb tavaliselt ka helin. Vahel on aga vaja kirjaklambritest ketti raputada, et helin lakkaks.

Selle katse abil võid veenduda, et elektrisädemest levib ruumi kiirgus, mis, langedes kirjaklambritest ketile, vähendab selle takistust. Väiksema takistuse puhul pääseb vooluringist läbi tugevam vool, mis suudab helisema panna elektrikölisti.

94. Helenduv klaastoru

Huvitav on klaastoru, mida elektrilaengute läbimisel saab panna helenduma. Selle valmistamiseks võta 50—80 sentimeetri pikkune ja 1—2-sentimeetrise läbimõõduga klaastoru. Vali kaks kummikorki ja viili parajaks, nii et nad sobiksid tihedalt klaastorusse. Kummagi korgi sisse puuri korgipuoriga või põleta kuuma traadiga auk. Ühest korgist pista läbi traadiots, teisest aga traat, mis on klaastorust pikem. Traat peab sulgema korgisse tehtud augu tihedalt. Korgist läbiulatuv pikema traadi ots keera aasaks ning pane selle alla vastu korki metallseib, mis võimaldab korki tõmmata läbi toru (joonis 140, *a*). Selleks et korgid libiseksid torus kergemini, määri neid vase-liini või õliga.



Joon. 140

Toru valmistamisel lükka kork *A* (joonis 140, *a*) läbi klaastoru selle teise otsa lähedale. Toru samast otsast pista sisse lühema traadiotsaga kork.

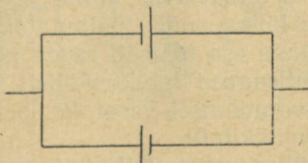
Hoides toru tugevasti kinni, tõmba pikema traadiga varustatud kork A kuni toru otsani (joonis 140, b). Klaastorusse jääb tugevasti hõrendatud õhk. Korgist A läbiulatuv pikk traat lõika tangidega lühemaks.

Et toru hakkaks helenduma, aja mõjuelektrimasinat vändast ringi. Kui korkidest väljaulatuvate traadi otstega puudutada masina nuppe (elektroode) (joonis 140, c), siis helendub torus olev hõrendatud gaas sinakalt. Helendumine on hästi nähtav pimedas või hämaras ruumis. Kui mõjuelektrimasinat pole, siis võib klaastoru panna helendama ka sädeinduktori abil.

Selle nähtuse tekitab hõrendatud õhku läbiv elektrivool. Sellist elektrilahendust nimetatakse huumlahenduseks. Nii helenduvad hõrendatud gaasiga täidetud klaastorud, mida kasutatakse valgusreklaamis. Neis torudes helendub kas neon, argoon või mingi muu gaas.

Küsimusi ja ülesandeid

31. Õpilane ühendas kaks täiesti ühesugust galvaanielementi patareiks joonisel 141 kujutatud skeemi järgi. Anna selle ühendusviisi kohta oma hinnang. Kus on patarei katood, kus anood? Kui suur on saadud patarei pinge, võrreldes üksiku elemendi pingega?



Joon. 141

32. Mitmeks võrdseks tükiks tuleb lõigata 25-oomise takistusega juhe, et kogutakistus nende tükide paralleelsel ühendamisel oleks 1 oom?

33. Liuvälja valgustamisel ühendati 220-voltilisse vooluringi järjestikku 44 lampi, millest igaüks helendus normaalselt pingel 5 volti. Kaks lampi põlesid läbi. Et selliseid lampe polnud tagavaraks, siis ühendati ülejäänud 42 lampi järjestikku. Kuidas muutus sellest liuvälja valgustamiseks tarvitava voolu võimsus?

34. Lamp, millele on kirjutatud 150 W ja 220 V, on lülitatud vooluvõrku järjestikku lambiga, millele on märgitud 40 W ja 220 V. Võrgupinge on 220 V. Kumb lampidest helendub tugevamini? Põhjenda oma arvamist.

35. Joonisel 142 on kujutatud elektriõpetusest tuntud kolm mõõtühikut, mis on väljendatud teiste füüsikast tuntud mõõtühikute kaudu. Kõik pildil kujutatud mõõtühikud kannavad kuulsate füüsikute nimesid. Milliseid mõõtühikuid on joonisel kujutatud?

36. Kaks vasktraaditükki on üheraskused. Üks on teisest 10 korda pikem. Kummal traaditükil on suurem elektriline takistus? Mitu korda on ühel takistus suurem kui teisel?

37. Kas on Maakeral olemas niisugune koht, kus kompassinõela põhjapoolus näitab lõuna poole?

38. Peenike terasvarras, mille ühes otsas on põhja-, teises lõunapoolus, painutatakse rõngaks. Missugune rõnga osa tõmbab rauda külge?

39. Tee niisuguse elektrikõlisti skeem, et selle nupule vajutamisel vasarake lööks vaid ühe korra vastu kellakuplit.

40. Kaks ühesuurust ja kujult sarnast teras-magnetit alustavad lülitust ühekõrguselt ühel



=



x



=



x



=



x



Joon. 142

ja samal hetkel. Üks magnetitest langeb läbi pooli, mille mähise otsad on omavahel ühendatud. Kas jõuavad mõlemad terasmagnetid üheaegselt maha?

41. On valmistatud kaks täiesti ühesugust teraspulka, ainult üks neist on magnetiseeritud. Kuidas kindlaks teha, kumb teraspulkadest on magnetiseeritud, kui käepärast pole midagi peale teraspulkade?

42. Kohtadesse, kus elektritramm sõidab läbi pargi, riputatakse sügisel trammijuhtidele hoia- tuseks sildid: «Ettevaatust, langevad lehed!» Miks on langevad lehed trammile ohtlikud?

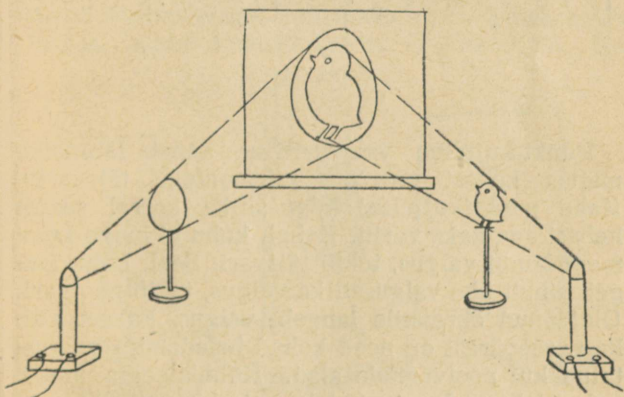
43. Joonista skeem elektrikõlistist, ühest ele- mentide patareist ja kahest katkestist, nii et kõlistit saab helisema panna kahest kohast.

44. Alalisvoolu juhe kulgeb põhjast lõunasse. Juhtme alla asetatud kompassinõela lõunapoolus kaldub lääne poole. Missugune on voolu suund juhtmes?

VIII. OPTIKA

95. Tibu munas

Lõika papist välja kanamuna ja tibu. Aseta kumbki neist eri alusele. Mattklaasist või paberist ekraanile tekita ühele ja samale kohale ühe lambi abil muna vari, teise abil aga tibu vari. Seejuures olgu muna ja tibu ekraani taga sellest ühekaugusel (joonis 143). Muna, tibu ja lambid tuleb pealtvaatajate silmade eest varjata.

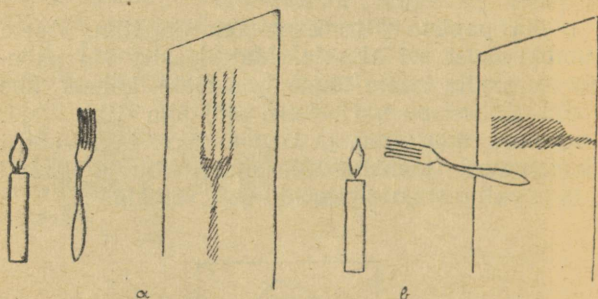


Joon. 143

96. Kahvli vari

Küünlaleegi valguses võid kahvlist saada kaks teineteisest hoopis erinevat varju. Kui hoiad kahvlit küünlaleegi lähedal püsti, siis näed kahvli harudega paralleelsel ekraanil kahvli varju, kus harud on selgesti näha (joonis 144, *a*). Kui aga hoiad kahvlit rõhtasendis, siis sulavad varjud ühiseks poolvarjuks ja üksikute harude varje pole näha (joonis 144, *b*).

Millest see tuleb?



Joon. 144

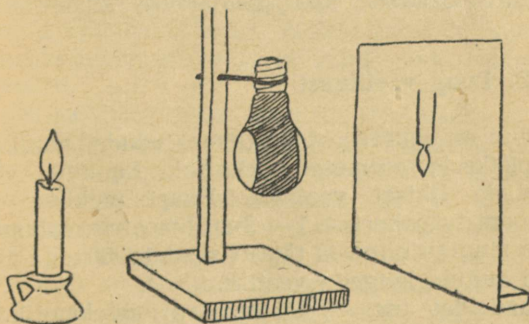
Punktikujuline valgusallikas annab läbipaistmatust kehast teravate piirjoontega täisvarju. Kahe punktikujulise valgusallika korral saame kehast aga kaks varju. Kohal, kuhu ei lange kummagi lambi valgus, tekib täisvari. Seal, kuhu langeb ainult ühe valgusallika valgus, tekib poolvari. Ülejäänud ekraanile langeb valgus kahest allikast, seepärast on need kohad heledamini valgustatud kui poolvarjude alad. Küünlaleegis annab valgust kogu leegi pindala, mis koosneb lõpmata hulgast valgust andvatest punktidest. Seepärast

on iga keha varjul k unlaleegi valguses täisvarju ja poolvarju piirkond.

K unlaleek asetseb vertikaalselt ja on pikliku kujuga. Järelikult on ka keha poolvari p stsihis suurema ulatusega kui r htsihis. Kui kahvel on rõhtsalt, siis harude taga ei teki üldse täisvarju ja harude poolvarjud sulavad ühte ühiseks poolvarjuks. Kahvli p stasendi korral on harude varjude m otmed r htsihis väikesed ja iga haru taga näeme nii täisvarju kui ka kitsast poolvarju. Poolvarjud on aga üksteisest eraldatud.

95. Elektrilambist l atts

Purusta vasara pinniga läbipõlenud elektri-
lambi sokli põhjas olev värviline klaasikiht.
Terava metallesemega, näiteks viilisabaga, l o
katki sokli sees olev klaastoru ja kõrvalda lambist
h ogniit ning seda hoidev klaasvarb. Klaaskest
kata musta nitrovärviga, jättes värvist vabaks
4—5-sentimeetrise l bim oduga ümmargused
laigud lambi vastaskülgedel (joonis 145). Kui



Joon. 145

klaasi pind pärast ühekordset värviga katmist ei ole veel täiesti läbipaistmatu, siis kata see veel kord. Teistkordsel katmisel ei tohi pintsliga nühdida edasi-tagasi, vaid pintsel liikugu tihedalt eelmise tõmbe kõrval. Vastasel korral eelmine värvikiht sulab ja lamp muutub triibuliseks. Lambi kest täida puhta veega. Ava sule korgiga. Lambi sokli ümber keera traat ja kinnita ta selle abil statiivi külge.

Hoides ühel pool «läätse» põlevat küünalt või helenduvat elektrilampi, teisel pool parajal kaugusel aga valget ekraani (selleks võib olla ka valge sein), saad ekraanile tekitada küünlaleegi või elektrilambi ümberpööratud kujutise. Viies küünla «läätsest» kaugemale, muutub kujutis väiksemaks. Selleks et kujutis ekraanil oleks terav, tuleb nihutada kas küünalt või ekraani. Niiviisi võid ise uurida läätsega tekitatavaid kujutisi.

Mõnest hästivalgustatud esemest, näiteks aknast, võid saada seinal või ekraanil vähendatud kujutise. Samal viisil saadakse vähendatud kujutis fotoaparaadis, kus kasutatakse kumerläätsi.

98. Luup veetilgast

Luup on suureks abiks taimekiudude, putukate ja pisikeste esemete uurimisel. Luubina võid kasutada lihtsat veetilka. Puuri plekisse või tee joonistuspaberisse 1—2-millimeetrise läbimõõduga ringikujuline ja täiesti siledate äärtega auk. Lase augule langeda veetilk.

Vaadeldav ese — läbipaistev puuleht, tükike putukatiivast, terava noaga lõigatud õhuke laast taimekoest või muust uuritavast materjalist —

aseta puhtale klaasile või tselluloidile. Vaatle seda preparaati vesiluubiga. Vaatlemisel hoia «luupi» ühe silma ees ja nihuta klaas preparaadiga parajale kaugusele, nii et preparaat oleks kõige selgemi- näha. Seejuures hoia pabe- ri- või plekitükki rõhtasendis, et vältida tilga kuju muutumist raskuse mõjul.



Joon. 146

Vesiluubile võid anda käsitse- miseks mugavama kuju. Selleks puuri umbes 10 sentimeetri pik- kusesse plekiribasse kaks auku; üks ühe otsa lähe- dale, läbimõõduga 1—2 millimeetrit, teine teise otsa lähedale, läbimõõduga kuni 1 sentimeeter. Plekiriba painuta U-kujuliseks (joonis 146). Väiksemasse avasse lasse langeda veetilk, kuna suurema ava peale aseta klaas koos preparaadiga.

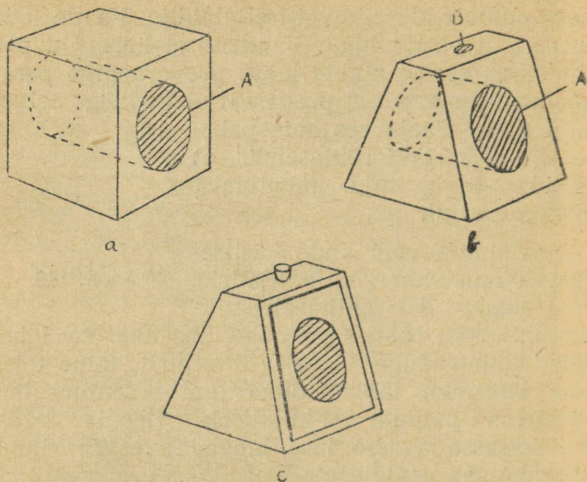
99. Vedelikprisma

Kodus katsetamiseks on vaja prismat. Klaas- prismat ise valmistada pole võimalik. Katseteks sobib aga ka prisma, milles valgust murdvaks keskkonnaks on vesi või mõni muu läbipaistev vedelik.

Niisugune prisma valmista järgmiselt.

Tee jämeda puuriga mingi tihedama puutüki sisse auk (joonis 147, *a*), sae puutükk kolmetähu- lise prisma kujuliseks (joonis 147, *b*). Peenikese puuriga tee prismasse kanal *B*, mis on risti kana- liga *A*. Kanal *B* ulatugu ainult kuni kanalini *A*. Joonisel on kanalid märgitud punktiirjoontega.

Kampolist ja meevahast sulata segu, millega määri kanali *A* seinad. Aknaklaasist lõika para- jad tükid ja sule kanal *A* nendega kahelt poolt.



Joon. 147

Klaas kleebi puule samuti vahast ja kampoist valmistatud kuuma seguga.

Kanali *B* kaudu täida prisma olev õõnsus puhta veega ja sule kanal korgiga. Valmis prisma on kujutatud joonisel 147, *c*.

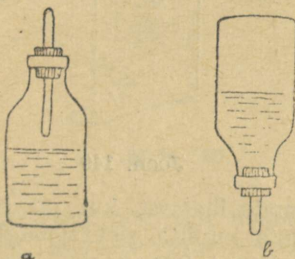
Niisugune prisma murrab valgust nagu klaasprisma. Tema abil saab tekitada spektri, ainult et see spekter on lühem kui klaasprisma abil saadav spekter.

100. Nähtamatu klaaspulk

Üsna lihtsalt võid valmistada huvitava omadusega läbipaistva vedeliku. Sulata leegil 10 kaa-

luosa kloraalhüdraati ja lisa sellele 1 kaaluosa veeta glütseriini. Kui lasta seda vedelikku jahtuda ja asetada sellesse mingi klaasese, siis muutub ese nähtamatuks, kuigi vedelik ise on läbipaistev.

Põhjus on selles, et niisugusel vedelikul on klaasiga ühesugune murdumisnäitaja (umbes 1,5). Iga läbipaistev keha on aga nähtamatu niisuguses keskkonnas, millel on keha ainega ühesugune murdumisnäitaja. Sellelt kehalt ei peegeldu üksi valguskiir ja valgus sellesse sisenedes ei murdu. Järelikult ei lange temalt valguskiiri ka meie silma, seepärast me niisugust keha ei näe.



Joon. 148

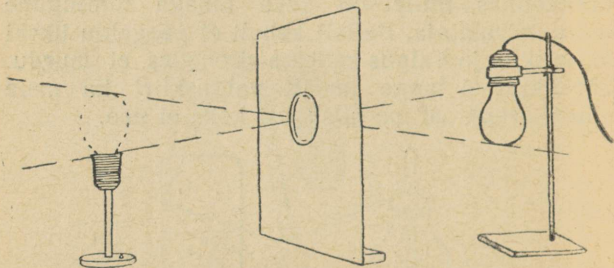
Seistes vedelik kristalliseerub ja seepärast tuleb seda enne kasutamist hoida kuumas vees, kuni kristallid sulavad, ja siis uuesti lasta jahtuda.

Vala vedelik väikesesse klaaspudelis. Pudelike sule korgiga, millest läbi, kuni poole pudelini, ulatub klaaspulk või klaastoru (joonis 148, a). Täida pudelike ainult poolest saadik vedelikuga.

Pöörates pudelike korgiga allapoole, muutub klaaspulk nähtamatuks (joonis 148, b). Kui pudelike on pööratud korgiga ülespoole, siis näeme klaaspulka.

101. Silmapete elektrilambiga

Pealtvaatajaid hämmastab kindlasti järgmine katse. Võimalikult suurde vineeri- või papitahv- lisse tee auk, mille diameeter on võrdne lääts- läbimõõduga. Sellesse auku kinnita lääts. Pealt- vaatajate suhtes teisele poole vineeritahvlit, kaks



Joon. 149

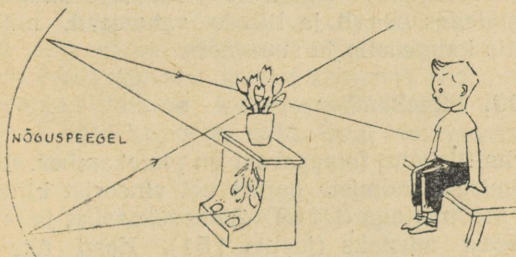
korda kaugemale läätsesest kui on selle fookuse kaugus, paiguta kuplita elektrihõõglamp sokliga ülespoole. Pealtvaatajate poole, läätsesest niisama kaugele kui on lamp, aseta tühi lambipesa (joo- nis 149). Saades ekraanil lambi kujutise, regu- leeri kaugusi nii, et lambi kujutis langeks täpselt lambipesa kohale ja oleks lambiga ühesuurune.

Ruumis viibijad, kes istuvad lambipesa taga, näevad lampi pesas põlevat. Osa pealtvaatajatest, kes istuvad kõrval, näevad ainult tühja lambipesa. Mulje on seda hämmastavam, mida paremini on vaatajate eest varjatud otse lambist tulev valgus. Kõige efektssem on katse siis, kui lamp põleb hoopis teises toas ja kumerlääts asub vaheseinas ole- vas avas.

Kui lambipesa asetada paralleelsete seintega akvaariumisse, siis paistab, et lamp põleb vees.

102. Lillekimbu «nõidumine» vaasi

Katselauale või madalale kapile aseta tühi lillevaas. Laua taha, selle ääre alla, riputa kimp lilli õitega allapoole (joonis 150) või kinnikorgitud veepudel, kork allapoole. Valgusta lillekimpu kahe võimsa lambiga.



Joon. 150

Seinale katselaua taha pane nõguspeegel, nii et lilled oleksid nõguspeeglile vastava kera raadiuse kaugusel. Teine õpilane pööraku peeglit nii, et vaadates ruumist üle vaasi peegli poole paistaks lillede kujutis olevat klaasi kohal. Seejuures nihuta ka vaasi, kuni lilled näivad olevat vaasis õiget pidi. Kui kasutad veepudelit, siis paistab, et pudel on laual, kork ülespoole, kuid vesi pudelis ei ole vajunud põhja, vaid on tõusnud üles korgi alla.

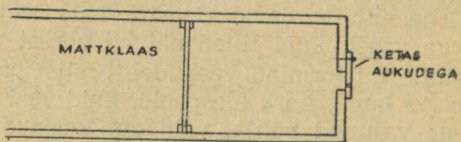
Katset demonstreeri kaetud akendega ruumis. Nõguspeegel ja lilled sea enne katset õigesse asendisse ja märgi laual ka vaasi asukoht. Katse sooritamisel aseta kohale vaas, süüta lambid, mis valgustavad lillekimpu, ja kustuta ruumis kõrvaline valgus.

Lilli näevad vaasis olevatena ainult vaatlejad, kes istuvad nõguspeeglit peegeldunud valgusvihus. Need, kes istuvad sellest valgusvihust väljaspool, näevad ainult tühja vaasi.

Nõguspeegliga saame esemetest, mele juhul lilledest, tõelise ümberpööratud kujutise. Kujutis on esemega ühesuurune, kui mõlemad asuvad peeglist sellele vastava kera raadiuse kaugusel. Vähendades peegli ja lillede vahemaad, nihkub kujutis kaugemale ja suureneb.

103. Pimekamber

Primitiivseim fotoaparaat on pimekamber. Selle ehitamiseks valmista papist või vineerist kinnine kast, mõõtmetega $8 \times 12 \times 25$ sentimeetrit ja värvi see seest mustaks (joonis 151). Kasti üks ots jäta lahti. Teise otsa sisse tee ava läbimõõduga 1 sentimeeter. Selle ava ette kinnita puukruvi abil ketas, millesse põleta tulise traadi ja nõelaga mitu erineva läbimõõduga auku. Ketta pööramisega saab ava ette kasti otsas pöörata sobiva läbimõõduga augu.



Joon. 151

Kasti keskele puu- või papillistude vahele kinnita mattklaas. Klaasi saad muuta matiks, hõõrudes seda mõlemalt poolt liivapaberiga.

Hoides kasti lahtist otsa silmade ees, vaata matt-

klaasile. Sellel näed vähendatud ja ümberpööratud esemete ja inimeste kujutisi. Valides väiksema ava, saad teravamad kujutised, kuid need on nõrgemini valgustatud.

Pimekambrina võid kasutada ka tuba, mille aknad on kaetud valgust mitteläbilaskvate kateega. Ühe akna kattesse tee väike auk. Akna vastasseinal ilmub aknast paistva ümbruse vähendatud ja ümberpööratud kujutis. Kui aknast paistab sisse päike, siis saad valgel ekraanil, mida hoia avast umbes 1 meetri kaugusel risti päikesekiirtega, päikese kujutise. Küllaldase teravuse korral võid kujutisel näha isegi suuremaid päikese laiike.

104. Kaugusemõõtja peeglitega

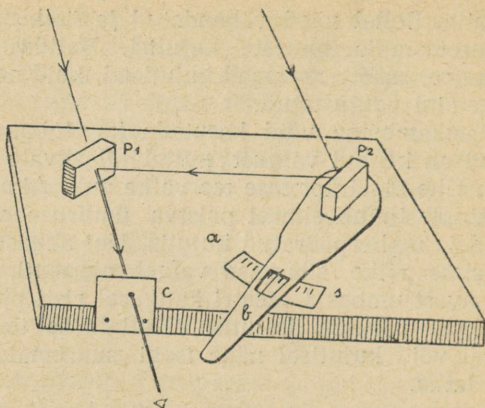
Mõnikord, näiteks fotografeerimisel, on vaja kiiresti teada mingi eseme kaugust. Sel juhul on sobiv kasutada kaugusemõõtjat.

Kaugusemõõtja ehitamiseks on vaja: laud mõõtmetega $60 \times 30 \times 2$ sentimeetrit, kaks puuliistu ($10 \times 3 \times 1$ sentimeetrit), tükk vineeri või tugevat pappi, kaks peeglriba, plekki, tükike tselluloidi, naelu ja polt mutriga.

Valmis kaugusemõõtja on kujutatud joonisel 152.

Sae vineerist (või lõika papist) umbes 40—50 sentimeetri pikkune käepidemega varustatud lauake *b*, mida kutsutakse alidaadiks. Sellesse tee ruudukujuline aken.

Aluslaua *a* ääre külge kinnita aluslauaga risti olev vineeri- või plekitükk *c*, millesse puuri auk läbimõõduga umbes 15 millimeetrit. Selle läbi vaadeldakse objekti, mille kaugust tahetakse mõõta. Augu kohale aluslauale kinnita puulist,



Joon. 152

millele kirjalakiga kleebi peeglriba P_1 nii, et selle peegeldav pind moodustaks laua pikema serva nurga 45° .

Alidaad kinnita poldi ja mutri abil aluslauale. Polt pane läbi alidaadi ümmarguse osa keskpunkti. Poldi pea ei tohi ulatuda aluslauast välja.

Aluslauale kleebi skaala s , nii et alidaadis olevast aknast oleks see näha. Skaalale saad märkida mõõdetavad kaugused.

Alidaadile kinnita naelte abil puuliist ja selle külge kleebi kirjalakiga vertikaalselt peeglriba P_2 , nii et peegeldav pind läbiks poldi telje ja oleks paigaloleva peegli pinna vastas.

Alidaadi ruudukujuline aken kata tselluloiditükiga, millele tõmba alidaadi telje sihis joon, mis kergendab kauguste lugemist skaalalt.

Mõlemad peeglid olgu aluslaua äärest ühekaugusel (umbes 6 sentimeetrit).

Kaugused saad skaalale sel teel, et lööd

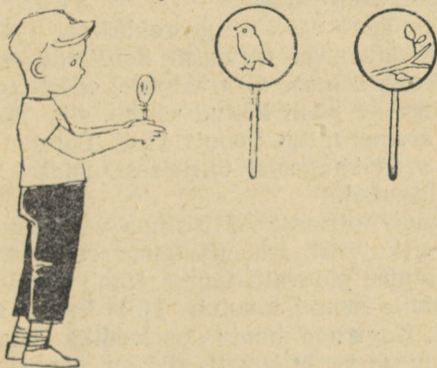
maasse täpselt mõõdetud kaugusele tikku. Vaatle seda läbi kaugusemõõtja. Peeglit P_2 koos alidaadiga pööra seni, kuni vahetult tikust silmas tekiv kujutis ühtib kujutisega, mida saad kahelt peeglit peegeldunud kiirte abil. Skaala kohale, kus on alidaadi aknal olev joon, märgi tikku kaugus.

Niisuguse riistaga saab kergesti mõõta kaugusi kuni 25 meetrini. Kui tahad ehitada kaugusemõõtjat, millega on täpselt võimalik mõõta suuremaid kaugusi, siis tuleb aluslaud võtta pikem ja asetada ka peeglid teineteisest kaugemale.

Kaugusemõõtjat on mugav käes hoida, kui selle aluslauda alumisele küljele kinnitad käepideme.

105. Lind lendab pildil olevale oksale

Joonista paberile lind ja sellest eraldi puuks. Lõika need pildid paberist välja ja kleebi üks pilt pappketta ühele, teine teisele poolele. Pappkettas kinnita puust varda otsa. Kui hoiad papp-



Joon. 153

ketast käte vahel nii, nagu on kujutatud joonisel 153, ja paned ketta pöörlema, siis näed lindu oksal istuvat.

Võid teha pappketta, mille ühel pool on linnu, teisel aga puuri pilt. Pannes ketta samuti liikuma nagu varem, näed lindu puuris.

Nähtus on seletatav nägemismulje kestusega silmas. Puu kujutis säilib silmas umbes $\frac{1}{10}$ sekundit. Et ketas pöörleb, siis tekib selle aja sees võrkkestale ka linnu kujutis. Seega on võrkkestal üheaegselt nii linnu kui ka oksa kujutis. Kui linnu pilt on puuksa pildiga ühekõrgusel, siis näib, et lind istub puuksal.

106. Mõned silmapetted

Õeldakse: «Oma silm on kuningas.» Selle lausega väljendatakse mõtet, et silmaga näeme asju ja sündmusi nii, nagu nad tõeliselt on. Allpool on toodud mõned katsed, mille sooritamisel veendud, et ka silm võib petta.

1) Linnades näed valgusreклаame — värviliselt helenduvatest torudest koostatud tähti ja sõnu. Kui niisuguse toru valgusel edasi-tagasi kiiresti liigutad püsti hoitud sõrme, siis näed ühe sõrme asemel mitut (joonis 154). Sõrmed näivad olevat seda kaugemal üksteisest, mida kiiremini sõrme liigutad.

Liikuvast sõrmest tekib silma võrkkestale rida üksikuid kujutisi, sest niisugune reklaamtoru ei anna valgust pidevalt. Lamp töötab vahelduvvooluga, mille suund muutub 100 korda sekundi jooksul. Kogu aeg muutub perioodiliselt ka pinge. Kui muutub voolu suund, siis on pinge väärtus null, seejärel pinge kasvab, saavutab suurima



Joon. 154

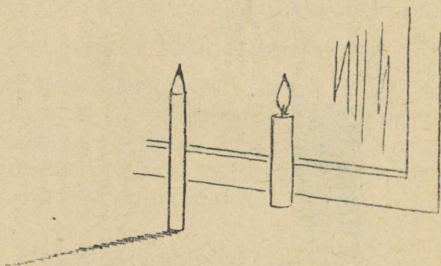
väärtuse ja hakkab uuesti kahanema, jõudes lõpuks nullini. Siis voolu suund muutub, pinge jällegi kasvab, saavutab maksimaalse väärtuse ja kahaneb ning muutub jällegi nulliks jne. Kindla pinge puhul hakkab gaas reklaamtorus helenduma ja kindla pinge juures jällegi kustub. Teatava aja, kui pinge on lähedane nullile, reklaamtoru ei helendu.

Selle aja jooksul, kui toru ei helendu, liigub sõrm edasi. Hetkel, kui toru helendub, näeme sõrme, kuid juba teises kohas. Silmast aga ei kustu võrkkestal tekkinud pilt kohe, vaid säilib veel 0,1 sekundit. Selle aja jooksul jõuab valgus torus mitu korda süttida ja kustuda. Seepärast näedki mitut sõrme üksteise lähedal.

Samasugust nähtust võid tähele panna ka iga gaaslahendus- ehk huumlambi valgusel, sest ka

neis lampides hakkab gaas helenduma ja kustub 100 korda sekundis.

2) Kui süüta õhtul hämaras akna lähedal küünla ja hoiad valgel paberilehel vertikaalselt pliiatsit, siis näed, et pliiatsi vari on sinine (joonis 155).



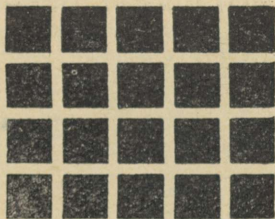
Joon. 155

Paberilehele (ka pliiatsi varjule) langeb päeva- valgus. Välja arvatud pliiatsi varju kohale, langeb paberilehele ka küünlavalgus. Küünlavalguses on ülekaalus kollane värvus. See peegeldub paberilehelt ka meie silma. Et silm saab küllaldaselt kollast valgust, siis väsisvad meie silmanärvi rakud kollase valguse suhtes. Kui siis nägemis- närvi rakkudele langeb pliiatsi varju piirkonnast ainult päevavalgus, mis sisaldab kõiki värvusi, ei reageeri silm enam kuigi hästi kollasele värvu- sele, vaid näeb varju kollase täiendvärvuses — sinises.

Talveõhtul ja -hommikul, kui päike on madalal, paistavad puude ja põõsaste varjud lumel sinis- tena. Siis peavad päikesekiired läbima siniseid kiiri neelavas õhkkonnas pikema tee, nii et val- guses on ülekaalus punane ja kollane värvus

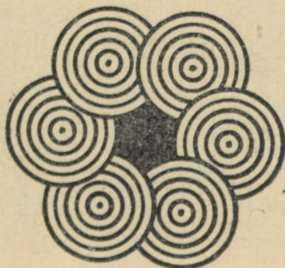
samuti nagu küünlavalguseski. Seetõttu näeme ka varjusid lumel sinistena.

3) Vaatle teraselt joonist 156. Seal, kus valgus triibud lõikuvad, näed hõljuvat halle täppe. Kui ühte neist hakkad terasemalt silmitsema, siis see kaob, kuid vaatesihi kõrval näed neid ikkagi. Neid halle täppe ei ole joonisel olemas, vaid see on jällegi silmapete.



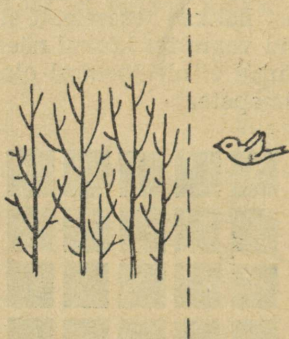
Joon. 156

4) Vaatle joonist 157 ja liiguta raamatut, tehes sellega väikesi ringe. Kuus ringiderühma hakkavad pöörlema samas suunas, milles liigutad raamatut. Mida kiiremini seda liigutad, seda kiiremini liiguvad ka ringid.



Joon. 157

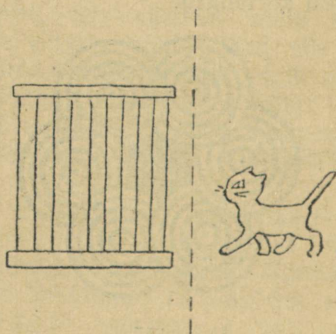
5) Hoia punktiirjoonel (joonis 158) postkaarti risti raamatulehega. Hoides nina kaardi kohal, näed vasaku silmaga ainult metsa ja paremaga lindu. Kui mõlemad silmad on avatud ja ninaotsa



Joon. 158

lähendada postkaardi servale, siis näivad pildid ühtesulanutena. Seejuures lendab lind aeglaselt läbi metsa.

Kui samal viisil vaadelda joonist 159, siis näed, et kiisu liigub läbi puuri.



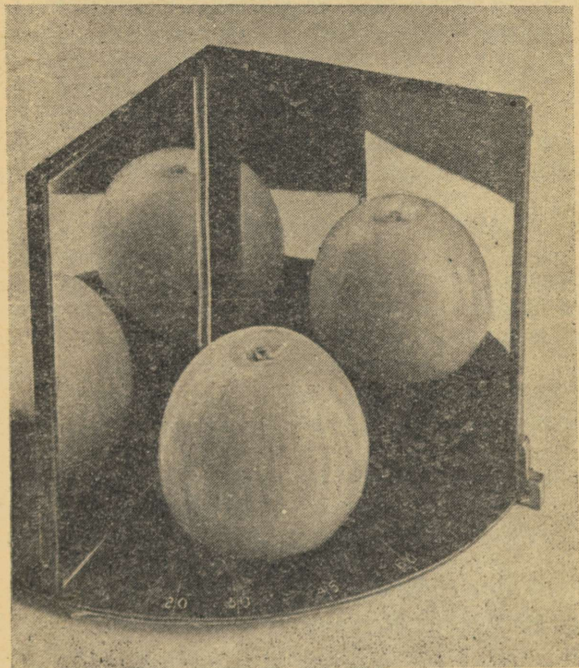
Joon. 159

Küsimusi ja ülesandeid

45. Missuguses ilmakaares ei ole kunagi näha vikerkaart ja miks?

46. Kas võib mingi eseme kujutist tasapeeglis fotografeerida?

47. Kui kõrge peab vähemalt olema vertikaalselt ülesriputatud peegel, et näeksid end selles üleni?



Joon. 160

48. Tasapeegli ette on asetatud laualamp. Kui palju muutub kaugus lambi ja ta kujutise vahel, kui peeglit nihutada lambist 10 sentimeetri võrra kaugemale?

49. Seisa peegli ees ja vaata sellesse ühe silmaga. Milline koht peeglil tuleb kinni katta, et ei oleks näha teise silma kujutist?

50. Mitu õuna on joonisel 160 söödavad?

VASTUSED KÜSIMUSTELE JA ÜLES- ANNETELE

1. Väravaposti kõrgus on kaks korda suurem jalgratta ratta läbimõõdust. Täiskasvanu jalgratta ratta läbimõõt on 76 sentimeetrit.
2. Telliskivi kaalub 4 kilogrammi.
3. Kruusis on pool liitrit piima.
4. Alumistel äärmistel kummalgi 30 kG, keskmisel 60 kG ja kummalgi teise rea poisil 20 kG.
5. Ligikaudu 16 mm võrra.
6. Ei jää.
7. Ei saanud; saia jämedam ots oli raskem.
8. Peetril tuli enda ülestõstmiseks rakendada oma kaalust kaks korda väiksemat jõudu, sest ta raskus jagunes kahele köie harule.
9. Suure massi tõttu on alasil ka suur inerts, seepärast ei anna ta vasarahoobi mõju tunduvalt edasi.
10. Viimastena lahkuvad pudelist korgitüki-kesed, sest nad ujuvad veepinnal.
11. Jäätükk vajub põhja näiteks petrooleumis ja terasetükk ujub elavhõbedas.
12. Õhurõhk pudelis jäi endiseks, kuna kupli all see vähenes. Tugevam rõhk pudelis tõukaski korgi pudelilt.
13. Joomisel tekitame suus madalama õhurõhu, kui see on pudelis. Kõrgem õhurõhk pudelis surub

vedeliku meie suhu. Kuigi kosmilise laeva kabii-
nis kehadel puudub kaal, on seal ikkagi normaalne
õhurõhk, mistõttu oligi võimalik juua pudelist.

14. Selleks et vesi ujuja keha ei määrgaks.
Mittemäärguv keha püsib veepinnal paremini ja
samuti takistab rasvakiht ujuja keha kiiret jahtu-
mist vees.

15. Põial kitsendab vee vooluteed, seetõttu
kasvab kitsas kohas veevoolu kiirus. Vedeliku ja
gaaside voolamise kiirused on pöördvõrdelised
toru ristlõikepindaladega.

16. Puhudes leekide vahele, kasvab seal dü-
naamiline rõhk, järelkult väheneb staatiline rõhk.
Atmosfäärirõhk surubki leegid teineteise poole.

17. Ruupõri seintelt peegeldunud häälelained
suunatakse ühes suunas, seetõttu on kõne ka kau-
gel hästi kuuldav.

18. Hääle levimise kiirus nullkraadises õhus
on umbes $\frac{1}{3}$ kilomeetrit sekundis. Et hääle jõudis
Peetrini 6 sekundiga, siis oli vedur vilistamise
hetkel 2 kilomeetri kaugusel. Vedur läbis selle
vahemaa 2 minutiga, seega sõitis ta kiirusega
60 kilomeetrit tunnis.

19. Helihargi pööramisel püsttelje ümber muu-
tuvad ta harude kaugused meie kõrvast. Kum-
mastki helihargi harust levivad häälelained, mis
koos mõjudes teineteist kas tugevdavad või nõr-
gendavad.

20. Külma käes viiulikeeled tõmbuvad kokku,
selle tagajärjel nad pingulduvad ja annavad kõr-
gemaid toone.

21. Häälelained, mis levivad kummastki heli-
hargi harust, nõrgendavad üksteist. Kui silindri
abil summutada ühe helihargi tekitatud lained,
siis kuuleme teise tekitatud laineid tugevamatenä,
s. o. summutamatutena.

22. Termomeetrivedelikuna ei saa kasutada vett sellepärast, et vesi paisub soojenemisel väga ebahühtlaselt: soojenedes null kraadist kuni nelja kraadini, ta ruumala väheneb, edasisel soojenemisel paisub ta algul vähem, kõrgemal temperatuuril aga rohkem. Null kraadi juures külmub vesi jääks ja seejuures paisudes purustaks ta termomeetri.

23. Ei saa, sest piiritus keeb madalamal temperatuuril (78°C) kui vesi (100°C). Keevasse vette asetatult võib piirituse keemisel tekkiv aur purustada termomeetritoru.

24. Vedelas õhus polt jahtub, ta läbimõõt väheneb ja ta läheb vabalt auku sisse. Uuesti soojenedes polt paisub, täidab augu tihedalt ja püsib seega kindlalt kohal.

25. Vedelik kolvis paisub ja ta nivoo torus tõuseb. Vedeliku rõhk anuma põhjale on võrdeline vedelikusamba kõrguse ja vedeliku erikaaluga. Kuigi soojenemisel väheneb ka vedeliku erikaal, ületab nivoo tõusust põhjustatud rõhu suurenemine siiski erikaalu vähenemisest tingitud rõhu vähenemise, sest rõhk anuma põhjale ei sõltu vedeliku hulgast, vaid vedelikusamba kõrgusest.

26. Puhudes nõrgalt kätele, jääb suust välja-voolav soojem õhk käte lähedusse ja soojendab neid. Puhudes aga tugevasti, ei jää soe õhk käte juurde, vaid eemaldub ja viib käte juurest kaasa ka seal olnud soojema õhu. Selle asemele voolab ümbrusest jahedam õhk.

27. Puhudes põlevale tikule, eemaldame põlemisest soojenenud õhu, mille asemele voolab jahe õhk. Põlemiseks on äga vaja kindlat temperatuuri, seepärast põlev tikk kustubki. Lõkkele puhudes ei suuda me eemaldada nii palju kuuma õhku ja põlemisel tekkinud tuliseid gaase, et temperatuur langeks alla süttimistemperatuuri. Puhumisel

viime lõkkesse hapnikurikast õhku ja eemaldame põlemisel tekkinud ja põlemist takistava süsihappesgaasi. Selle tagajärjel põlemine koguni intensiivistub.

28. Mahub, sest plekitüki soojenemisel suurenevad kõik ta mõõtmed ja ka augu läbimõõt.

29. Rõhu tõttu, mida kelk avaldab lumele jalaste all, hakkab lumi sulama madalamal temperatuuril kui null kraadi ja kelk libiseb kergesti mööda veekihti. Pakasega ei muutu lumi kelgu jalaste all veeks, sest rõhk lumele ei suuda lume sulamistemperatuuri viia niivõrd madalale, kui vaja.

30. Saab, sest madalamal õhurõhul keeb vesi madalamal temperatuuril kui 100°C , kõrgemal aga temperatuuril üle 100°C .

31. Joonisel 141 antud skeemi järgi elemente patareiks ühendada ei tohi. Sellise ühendusviisi korral on tegemist lühisega.

32. Viieks tükiks.

33. Järjestikusel ühendamisel on 42 lambil takistus väiksem kui 44 lambil, seega läbis 42 lampi tugevam vool kui 44; pinge jäi aga endiseks (220 V). Et voolu võimsus jääva pinge puhul on võrdeline voolu tugevusega, siis teisel juhul on lampide poolt tarbitav võimsus suurem.

34. Ühesugusele pingele määratud, kuid erinevat võimsust vajavatest lampidest on 150-vatise lambi takistus tunduvalt väiksem kui 40-vatise oma. Pinge ühe või teise lambi klemmidel on võrdeline ta takistusega. Seega on väiksema võimsuse jaoks ettenähtud lambi klemmidel pinge tunduvalt suurem kui suuremal lambil ja tal jääb nimipingest vähem puudu kui suurel. Seepärast helendubki 40-vatine lamp tugevamini kui 150-vatine.

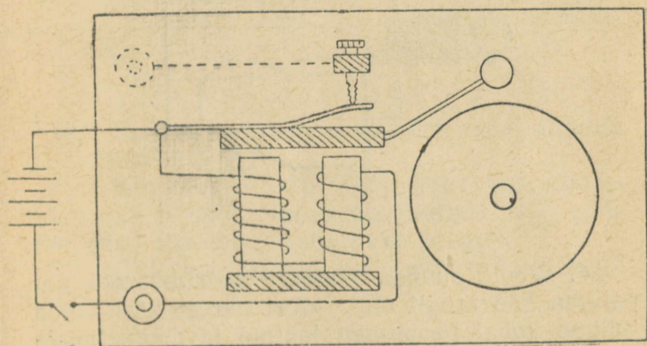
35. Joonisel *a* on kujutatud võimsuse ühikut vatti, mis on $\text{volt} \times \text{amper}$, joonisel *b* — pinge ühikut volti, mis on $\text{oom} \times \text{amper}$ ja joonisel *c* — tööühikut džauli, mis on $\text{volt} \times \text{kulon}$.

36. Pikema traaditüki takistus on 100 korda suurem.

37. Geograafiline põhja- ja magnetiline lõunapoolus ei asu ühes ja samas maakera punktis. Kompassinõela põhjapoolus näitab lõuna poole geograafilise põhjapooluse ja magnetilise lõunapooluse vahel.

38. Ükski koht rõngal ei tõmba külge rauda.

39. Ühendades elektrikõlisti vooluringiga joonisel 161 kujutatud skeemi järgi, lööb vasarake vastu kellakuplit ainult ühe korra. Punktiiriga on märgitud juhe tavalise ühendusviisi puhul.



Joon. 161

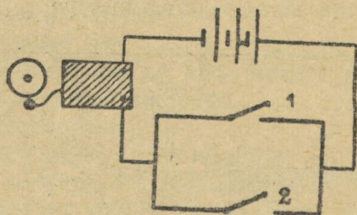
40. Terasmagnet, mis langeb läbi pooli, mille mähise otsad on omavahel ühendatud, jõuab hiljem maapinnale, sest langemisel indutseerib ta poolis niisuguse suunaga voolu, et see takistab

voolu tekitavat liikumist, s. t. terasmagneti lan-
gemist.

41. Kui ühe teraspulga otsa lähendamisel teise keskkohale on märgata tõmbumist, siis see pulk, mille ots tõmbab teise keskkoha, on magnetiseeritud, sest magnetiseeritud teraspulgal tõmbavad külge ainult otsad.

42. Elektritrhammi mootori üheks toiteliiniks on õhus olev juhe, teiseks aga rööbas. Kuivad puulehed, langedes hulgaliselt trammirööbastele, võivad rööpad isoleerida tramm ratastest, vooluring katkeb ja tramm jääb seisma.

43. Ühendades elektrikõlisti vooluringi joonisel 162 toodud skeemi järgi, võib kõlistit helisema panna, vajutades kas nupule 1 või 2.



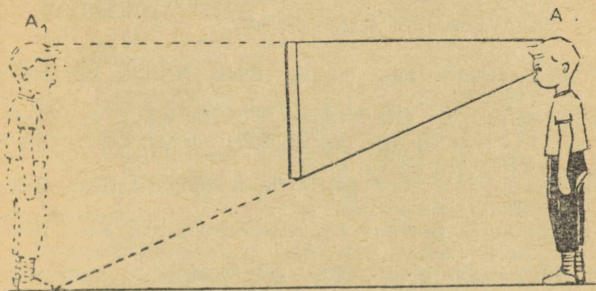
Joon. 162

44. Voolu suunda juhtmes saab määrata nn. parema käe reegli abil: «Kui parem käsi hoida juhtme kohal peopesaga juhtme ja magnetnõela poole ning väljasirutatud sõrmed näitavad voolu suunda, siis väljasirutatud põial näitab magnetnõela põhjapooluse kõrvalekaldumise suunda.» Kui magnetnõela lõunapoolus kaldus lääne poole, siis põhjapoolus kaldus itta. Seega oli voolu suund juhtmes põhjast lõunasse.

45. Lõuna pool ei ole kunagi näha vikerkaart.

46. Võib, sest pildi tekitavad peeglilt peegeldunud ja fotoaparaadi objektiivil abil filmilindile koondatud kiired.

47. Peegli pikkus peab olema pool inimese pikkusest, sest kujutis A_1 (joonis 163) tekib niisama kaugel peegli taga ja on niisama pikk kui inimene peegli ees.



Joon. 163

48. Kaugus lambi ja ta kujutise vahel muutub 20 sentimeetri võrra.

49. Kui peeglil katta kinni koht, kus silmast tõmmatud ristjoon lõikab peeglipinda või selle pikendust, siis ei näe seda silma peeglist.

50. Üks õun. Teised on ainult selle peegelpildid.

SOOVITATAV KIRJANDUS

1. Pioneerijuhi käsiraamat, Eesti Riiklik Kirjastus, 1949. a.
2. Kisseljov, L., Mikirtumov, E., Hlebnikov, P., Tšestnov, E., Noore tehniku käsiraamat, Eesti Riiklik Kirjastus, 1950. a.
3. Vardja, D. ja Vannas, E., Noor elektrik, Eesti Riiklik Kirjastus, 1951. a.
4. Vardja, D. ja Agur, U., Amatöörelektrik, Eesti Riiklik Kirjastus, 1955. a.
5. Gorjatškin, J. N., Füüsika õpetamise meetodika seitsmeklassilises koolis, III köide, Eesti Riiklik Kirjastus, 1954. a.
6. Perelman, J. I., Huvitav füüsika, I ja II, RK Teaduslik Kirjandus, 1948, 1949.
7. Албычев П. В., Самодельные приборы по физике, Учпедгиз, 1950.
8. Державина М. С., Вечера физики и техники в средней школе, Учпедгиз, 1960.
9. Глазырин А. И., Самодельные приборы по физике, Учпедгиз, 1960.
10. Карпинский, Ю. К., Внеклассная работа по физике, Издательство Академии Педагогических Наук РСФСР, 1951.
11. Смирнов В., Опыты и самоделки по физике. Госуд. Изд. Детской литературы, Ленинград, 1955.
12. Юров С. И., Домашние экспериментальные работы учащихся по физике, Учпедгиз, 1954.

SISUKORD

Sissejuhatus	3
I. Töövõtteid ja kasulikke nõuandeid	
1. Klaasitöid. 2. Plekitöid. 3. Korgi ja kummi kasutamisest. 4. Kleepainetest. 5. Vedelike värvimine. 6. Materjalide nimekiri	3
II. Mõõtmine	
1. Kas silm meid ei peta?	17
2. Kas oled hommikul pikem kui õhtul?	18
3. Kuidas mõõta kasvava puu kõrgust?	19
4. Mõõtekiil	20
5. Kangkaalud	21
III. Jõud ja liikumine	
6. Pliiats — tasakaalukunstnik	24
7. Traadil seisev kartulist inimene	25
8. Tasakaalukunstnikud tsirkuses	26
9. Omapärane kast	27
10. Kõndiv part	27
11. Keha, mis veereb kaldpinda mööda üles	29
12. Kang	30
13. Väike, aga tugev	31
14. Tugev tikutoos	32
15. Kas saab nõelaga mündi sisse auku teha?	32
16. Inimese ülestõstmine sõrmeotstega	33
17. Resonants	35
18. Tantsiv äratuskell	36
19. Tagasilöök laskmisel	37
20. Reaktiivliikumine	39
21. Veepinnal liikuv kanamuna	39
22. Reaktiivmootoriga paat	40
23. Pöörlev katseklaas	41

IV. Vedelikud ja gaasid. Öhurõhk

24. Kas õhk on keha?	45
25. Augud aine sees	46
26. Mõnda vedeliku pinnast	47
27. Kehadest, mis vette kastmisel jäävad kuivaks	50
28. Mitu nõöpnõela mahub ääreni veega täidetud teeklaasi?	53
29. Mänge tuletikkude ja paberitükikestega	53
30. Mõistlik kartul	54
31. Iseäralik kork	55
32. Sõnakuulelik tuuker	56
33. Vee kandmine aukliku põhjaga anumast	58
34. Kahe purgi liitumine	59
35. Katseklaasi tungimine teise katseklaasi sisse	59
36. «Saladuslik» jõud surub kanamuna pudelisse	60
37. Öhk surub plekkanuma kokku	61
38. Pudelisse puhumist karistatakse	62
39. Purskkaev eetriga	63
40. Purskkaev piimapudelis	63
41. Vedelik voolab ise ühest anumast teise	65
42. Iseenda ülespuhumine	66
43. Rõhk liikuvast vedelikus ja gaasis	66
44. Lauatennise pall veejoast ja õhuvoolust	68
45. Mõned üllatavad katsed	69
46. Lendav propeller	73
47. Kuidas pabersilinder mööda kaldpinda alla veereb?	74
48. Lendav pabersilinder	76
49. Bumerang	77
50. Keerised	78
51. Purjekas	81
52. Tuulik	82
53. Lennuk	83
54. Langevari	86

V. Hääl

55. Kuuleme kella tiksumist seal, kus kella polegi	89
56. Kuidas kuulmise abil on võimalik otsustada, mis suunast tuleb hääl	90
57. Üks heli kustutab teist	92

VI. Soojus

58. Katseriistu ja katseid kehade soojuspaisumise kohta	96
59. Keedukolb elektrilambi klaaskestast	98
60. Keetmine külma vee abil	99
61. Termomeetri ehitamine	100
62. Pöörlev lambikuppel	101
63. Kas keha kaal muutub soojenemisel?	102
64. Vee keetmine paberist anumast	103
65. Vee keetmine magedas ja soolases vees	104
66. Salakiri, mis soojendamisel muutub nähtavaks	105
67. Lumi põleb	105
68. Amber külmub soojas toas laua külge	106
69. Jäätüki läbilõikamine traadiga, nii et jäätükk jääks terveks	107

VII. Elekter

70. Valgustandev ajaleht	110
71. Karussell reaktiivlennukitega	113
72. Elektri-õhupuhastaja	114
73. Tule süütamine sõrmeotsast	115
74. Haak elektriseeritud kehade ja magnetpulkade ülesriputamiseks	117
75. Elektroskoop	117
76. Pöörleva pooliga galvanoskoobi mudel	118
77. Elektrivooluallikad	120
78. Katseid magnetitega	122
79. Tark tuletikk	125
80. Maagiline pikksilm	125
81. Elektromagnet	127
82. Ebakorrapärane magnetiseerimine ja magnetofoni töötamise põhimõte	129
83. Terasesemetes esinevate defektide avastamine	130
84. Imelik kinnas, mis teeb käe tugevaks	132
85. Elektrikõlisti	133
86. Elektritelegraaf	135
87. Lihtne elektrimootor	136
88. Elektrikahur	138
89. Värvilise pildi joonistamine raudnaelaga	139
90. Salakiri	140
91. «Marjamahla» valmistamine teelusika abil	141
92. Induktsioonvoolu tekitamine galvanomeetriga	142

93. Popovi katse
94. Helenduv klaastoru

VIII. Optika

95. Tibu munas
96. Kahvli vari
97. Elektrilambist lääts
98. Luup veetilgast
99. Vedelikprisma
100. Nähtamatu klaaspulk
101. Silmapete elektrilambiga
102. Lillekimbu «nõidumine» vaasi
103. Pimekamber
104. Kaugusemõõtja peeglitega
105. Lind lendab pildil olevale oksale
106. Mõned silmapetted

Vastused küsimustele ja ülesannetele
Soovitatav kirjandus

Эммо Александр Юревич
ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ ПО ФИЗИКЕ
На эстонском языке

Оформление Э. Тали
Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

*

Toimetaja H. Korpmann
Kunstiline toimetaja V. Kotkas
Tehniline toimetaja N. Põldvere
Korrektorid E. Bitter ja Ü. Rattur

Ladumisele antud 15. VII 1961. Trükkimisele antud
21. IX 1961. Paber 70×90, 1/32. Trükipoognaid 5,625. Fo
maadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 6,58. Arvutu
poognaid 5,86. Trükiarv 6000. MB-06852. Tellimuse nr. 655
Hans Heidemanni nim. trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19.

Hind 34 kop.

23597



34 kop.

A-24099

TARTU ÜLIKOOLI RAAMATUKOGU



1 0300 00099173 9