

Kogerman-Männik-Mahlstein

LOODUSEÕPETUS

Ühtluskooli VI õppeaasta

Viies trükk

Õppekavadele vastav väljaanne

K./Ü. „Loodus“, Tartus

1930

2013 10 12 15:00

58097

Kogerman-Männik-Mahlstein

Looduseõpetus

Ühtluskooli VI õppeaasta

Viies trükk

Haridus- ja Sotsiaalministeeriumi uutele õppekavadele
vastavalt ümber töötatud.

11392

K.-Ü. „Loodus“, Tartus

1930

K.-Ü. „Looduse“ keeleline korrektor H. Pürkop.

2



A-5783

Mõned tähtsamad põllu-umbrohud.

Vaatlused. 1. Korja põllult ohakaid ja kirjelda neid! 2. Juuri ohakas võimalikult tervelt välja! 3. Pane tükk ohakajuurt mulda ja niisuta seda aeg-ajalt! Kirjelda teda mõne aja pärast! 4. Katsu kindlaks teha, kui palju seemneid kannab üks põldohakas. 5. Korja rõigasheina, orasheina, rukki-kasteheina ja lustet ning korda nendega ohaka jaoks antud vaatlused! 6. Kuidas võitleb põllumees nende umbrohtude vastu?

Põldohakas on visa umbrohi niiskel sügava mullaga savikal põllul ja aedades (1. joon.). Sügavale mulda tungiv peajuur on hulga tugevate külgjuurtega sedavõrt elujõuline, et väiksemastki mulda jäänud tükist võrsub uus ohakas. Kõrge haruline vars on süstjate lehtedega, millel palju teravaid okkaid. Iga oksa lõpul on helepurpurne õiekorvike, milles kuni 80 üksikut õiekest. Nii võib üks põldohakas kuni 5000 seemet lisaks anda oma visale paljuaastasele juurele. Okkeline lehtede pind kaitseb teda veistele toiduks langemast.

Põllumehel on tungivalt vajalik ohakaid kõrvaldada põllult, enne veel kui nad õitsele lähevad ja seemet saavad hajutada.

Hävitama peab neid ka põllukraavidelt ja põllu läheduses olevailt risuhunnikuilt, seisumaalt. Noorte põldohakate okkad on alles pehmed ja selles eas väljakitkutult on ohakad loomatoiduks kõlvulised ja väga toidurikkad.

Rõigashein on redisemaiguline, lihava juurega ning valgete karvadega kaetud harulise varrega taim. Lehed on samuti karekarvalised ja võivad puutumisel õrnu nahaalasiid haavata.

Okste otsal on väävelkollaste õite kobar, mis ehituse poolest kapsa omadega sarnanevad (2. joon.). Rõigashein on ristõieline. Õites on rikkalikult mett eritavad meenäärmed, mille tõttu rõigashein on mesilastele paremaks toidumaaks. Seemned on kõtrades, mis seemnete vahekohtadel ahendatud. Munajad seemned sisaldavad rohkesti õli, mis jõuainena



1. joon. Põldohakas. 2 — õis üksikult;
3 — vilj.



2. joon. Rõigashein õite ja
kõtradega.

idanevale rõigasheinale tavalise visaduse annab. Kuhu põllule rõigashein kord sattunud, sealt on teda raske välja tõrjuda. Paremaks võitlusvõtteks temaga on hea puhastatud külviseemne muretsemine.

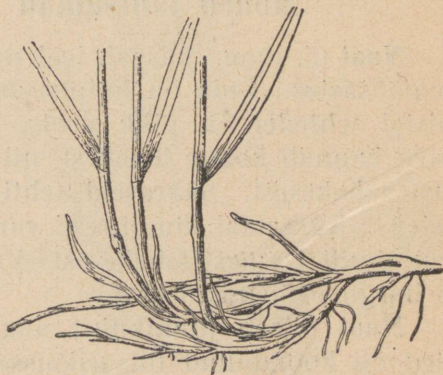
Rukkiluste kasvab niiskeil aastail hulgaliselt rukki- ja nisuväljadel (3. joon.). Varemini olid põllumehed mõnel pool arvamusel, et rohke niiskuse tõttu on rukis ja nisu muutunud lusteks. Ta sirgub vara kevadel ühes rukki- ja nisuorasega, kuid pöörise loomiseni ei erine neist väliselt.

Pööris koostub paljudest peakestest, milles igaühes 8—10 õit. Luste seemned teevad leiva mustaks ja nätskeks.

Rukki-kastehein, mis viljaorasega ühtaegu areneb, on nisu- ja rukkiväljadel veel sagedam kui luste. Ära tunda võib teda hiljemini, kui vili hakkab pead looma. Kaste-



3. joon.
Rukkiluste
pööris; kõrval
üksik õis.



4. joon. Orashein. a — pähik; paremal
pool juurestik ja juurikas.

heina seemned valmivad varem kui kõnesolevad viljad ning varisevad maha — ja järgmisel aastal on põld jälle kasteheina võimuses.

Väga kahjulik on meie niiskeile põldudele **orashein**, mis oma visa juurika varal aastast aastasse elab (4. joon.). Tema kasvukiirus on otse silmatorkav ning seejuures ammutab ta maapinnast määratul hulgal kultuurtaimede toitained. Madalas mullapinnas edasi kasvava juurika ladval on lehed soomustena punga koondunud.

Ta on valgusearmastaja taim. Sellepärast on kõige parem temaga võidelda taimede varal, mis ise väga palju valgust nõuavad, nagu kiirestikasvavad laialehised juurviljad. Tulus on orasheina kõrvaldamiseks põllu sügav künd ja orasheina väljakitkumine.

Vähem kahjulikkude umbrohtudena on üldiselt tuntud rukkililled ja harilikud jaanikakrad.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kirjelda umbrohtude vastu võitlemise viise, mida teie pool nende kõrvaldamiseks aedades ja põllul tarvitatakse! 2. Miks on umbrohud põllule kahjulikud? 3. Kirjelda põllu-umbrohtude rändamise nähtusi! 4. Miks on raudtee ja sadamate läheduses palju kaugelt võõrsilt sisse rännanud umbrohte?

Mõned tähtsamad aia-umbrohud.

Naat (5. joon.) kasvab igal pool aedades, plankude ääres ja põsastes. Teda on hõlpus ära tunda lehtede järgi. Alumistel lehtedel on pikk roots, mis hargneb kolmeks. Iga haru kannab kolme lehekest, nii et kogu leht koostub üheksast lehekesest. Sääraseid lehti nimetatakse kaheli-kolmetisteks. Kõrgemal kinnituvad varre külge lehed, mis koostuvad ainult kolmest lehekesest. Vars kasvab 50—100 m pikaks ja hargneb ülemises osas.

Naat õitseb juunikuust augustikuuni. Väikesed valged õied on koondunud liitsarikaisse nagu porgandil.

Naat on mitmeaastane taim. Maa sees on tal juurikad, mis talveks ära ei sure, vaid kevadel uued võsud ajavad. Selle tagajärjel on naat väga tülikas umbrohi, mida raske hävitada. Et temast lahti saada, tuleb aed ümber kaevata ja kõik naadi juurikad mullast välja noppida.

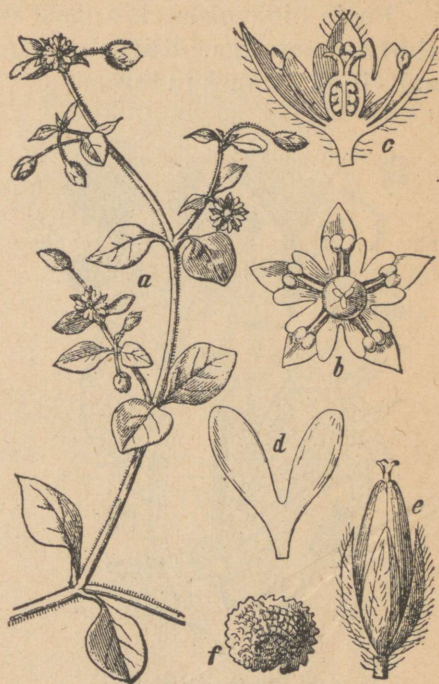
Vesihein (6. joon.) on harilik umbrohi aedades, prügi-hunnikutel ja teede ääres. Tema vars on pehme ning nõrk ja lamab maas. Taime nimetus tuleb sellest, et vars palju vett sisaldab. Vesiheina noori oksid söövad meeleldi puurilinnud.

Õied on väikesed. Tupp ja kroon koostuvad kumbki viiest lehest. Kroonlehed hargnevad kaheks ja paistavad vähe silma, sest tupplehed on sama pikad kui kroonlehed.

Vesihein on üheaastane taim ja paljuneb ainult seemnete kaudu. Kui tahame teda aiast hävitada, siis peame ta välja kitkuma, enne kui seemned on jõudnud valmida.



5. joon. Naat.



6. joon. Vesihein.

a. oks, b. õis, c. õis pikilõikes, d. kroonleht, e. vili, f. seeme.

Päris-piimohakas (7. joon.) on sama harilik aia umbrohi nagu vesihein. Tema vars kasvab 30—100 sm pikaks ja on seest õõnes. Alumiste lehtedē labad jagunevad sügavate väljalõigetega paarikaupa asetatud osadeks, kusjuures lehe tipu moodustab üksik suurem leheosa. Ülemised lehed on terved ja kinnituvad varre külge rootsuta. Lehtede serv on hambuline: hambad on teravate tipetega, aga sääbud nende vahel ümmarikud. Vars hargneb ja harud kannavad tipus õisi.

Õied on kollase värvusega ja väikesed, kuid asuvad hulgakaupa koos, moodustades õisikud. See, mis pealiskaud-

sel vaatlemisel paistab olevat õis, on tõepoolest õisik. Õisikut ümbritseb alt väikeste roheliste katelehtede kogu. Säärase ehitusega õisikut nimetatakse korvõisikuks. Pärspiimohakas õitseb juunist oktoobrini.

Peale õitsemist tekib igast õiest väike vilj, mis on varustatud karvatutiga. Karvatutt on lennuaparaadiks, mille abil tuul viljad laiali kannab.



7. joon. Pärspiimohakas.



8. joon. Linnukapsas.

a — üksik õis, b — rohelised lehekesed õisiku ümber, c — vilj.

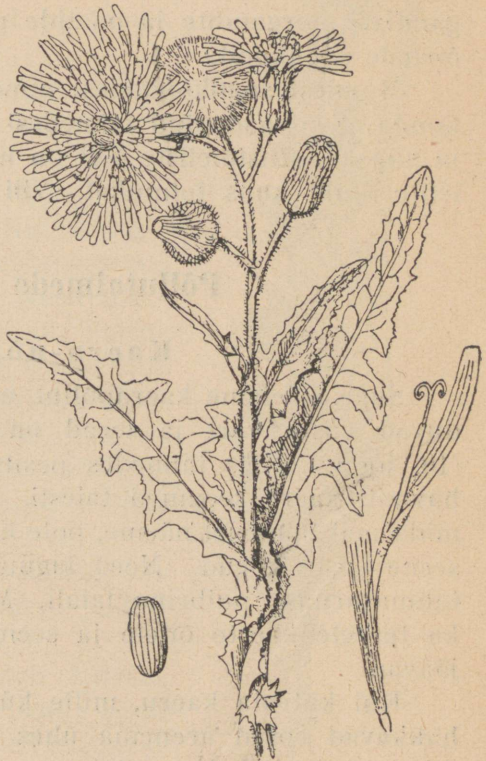
Ainuke abinõu päris-piimohaka vastu võitlemiseks on tema väljakitkumine.

Aedade ääres, võsastikkudes ja kesapõldudel kasvab **linnukapsas** (8. joon.). Tema hargnev vars kannab ka harude tippudes kollaseid korvõisikuid. Igas õisikus on aga palju vähem õisi kui piimohakal. Nagu piimohakal, nii on ka linnukapsal alumised lehed jagused, kuid üksik lehelaba osa lehe tipus on teistega võrreldes väga suur. Ülemised lehed on kitsad ja jagumatud. Linnukapsa viljad on karvatutita. Võidelda tuleb linnukapsaga samuti nagu piimohakaga.

Taimede liigitamine.

Peale päris-piimohaka on olemas veel põld-piimohakas (9. joon.), mis kasvab umbrohuna põldudel ja aasadel. Ta erineb esimesest mõne tunnusega. Nimelt hargneb tema vars vähem kui päris-piimohakal, lehed pole nii sügavate väljalõigetega, lehtede hõlmad varre ümber on ümmarikud, kuna päris-piimohakal nad on teravad. Päriskõõr on üheaastane taim, kuna põld-piimohakas on mitmeaastane. Ületalve püsivad tal pikad juured, mis maa sees rõhtsalt laiutuvad ja kevadel uued võsud tekitavad.

Vaatamata neile erinevustele on need kaks taimet siiski niivõrt sarnased, et neid mõlemaid nimetame piimohakateks. Teaduslikult väljendatakse seda öeldes, et päris-piimohakas ja põld-piimohakas on kaks taimeliiki, mis kokku moodustavad ühe perekonna — piimohakate perekonna.



9. joon. Põld-piimohakas.

Võrreldes linnukapsast piimohakaga, leiame suuremaid lahkuminekuid, nii et linnukapsast ei saa lugeda piimohakate perekonda. Ta moodustab iseseisva linnukapsaste perekonna. Ometi leiame ühiseid tunnuseid ka neil kahel perekonnal. Nimelt moodustavad õied nii piimohakal kui linnukapsal korvõisikud. Igal üksikul õiel on kroonlehed kokku kasvanud, tolmukate arv on viis ja nende tolmukotid on torusarnaselt kokku kasvanud.

Õite ehituse põhjal loetakse piimohakate ja linnukapsaste perekonnad ühte sugukonda — korvõieliste sugukonda. Sellesse sugukonda kuulub veel palju perekondi, näit. võilillede, põldohakate ja rukkilillede perekonnad.

Naadil leidsime õite ehituses ja asetuses sarnasust porgandiga: porgandite ja naatide perekonnad kuuluvad sarikõieliste sugukonda.

Muudest sugukondadest nimetame veel ristõieliste sugukonda. Senivaadeldud taimedest kuuluvad siia rõigasheinad ja kapsad. Ristõieliste õiel on neli tupplehte ja neli kroonlehte, kuid kuus tolmukat. Vili on kõder.

Põllutaimede söödikud.

Kaera-nõgipea.

Sügisel leiame kaerapõllul, et mõnel taimel õieraod hoiuduvad vastu vart ja terad on pruunid ning ümmarikud (10. juun.). Neis taimedes pesitseb nõgipea-seen. See seen hävitab kaera seemned täiesti. Ümmarikud pruunid terad, mida neil taimedel näeme, pole kaera seemned, vaid nõgipea-seene eoste kogud. Need lagunevad ja tuul kannab eosed tahmasarnase pulbrina laiali. Maha langedes satub eoseid ka tervete kaerte õitele ja seemnetele, kuhu nad peatuma jäävad.

Kui külvata kaeru, mille küljes on nõgipea eoseid, siis hakkavad eosed arenema ühes seemnega. Tekib peen niidike, mis tungib kaera taimesse. Siin kasvab ta kuni kaera õie sigimikuni ja tekitab kaera seemne asemel pruuni eostekogu.

Kui tahame põllult nõgipead hävitada, siis peame külvamiseks tarvitama kaera seemet, mille küljest nõgipea eosed surmatud. Seda on võimalik teha formaliiniga. Võetakse veerand liitrit formaliini, lahjendatakse saja liitri veega ja segatakse hästi segi. Sellesse vedelikku asetatakse kaera seemned pooleks tunniks ligunema. Neid võib ligunema panna ühes kotiga. Selle järel tuleb seemned puhtale kohale laiali laotada, et nad kiiresti kuivaksid.

Kuna nõgipea-seene eosed laiali kandudes ka kaera kõrtele langevad, siis võivad nad pärast põllule sattuda ühes sõnnikuga, kus need kõrred sees. Sellepärast on kasulik sõnnik põllule vedada vähemalt kuu aega enne külvi ja sisse künda. Kui sõnnik põllul mädaneb, siis surevad ka temas olevad nõgipea-seene eosed.

Nisu-nõgipea.

Nisu-nõgipead on kaks liiki: kuiv nõgipea ja haisev nõgipea. Kuiva nõgipea-seene eosed arenevad mustjaspruunide massidena nisupeades. Need massid lagunevad ja kanduvad laiali. Sattudes terve taime õiele areneb eosest niidike, mis tungib emaka sigimikku. Kui nüüd sigimik areneb seemneks, siis on sel seemnel seeneniidike sees. Välimuselt on võimatu säärast haiget seemet eraldada tervest.

Külvatakse haige seeme maha, siis kasvab seeneniidike ühes taimega ja hävitab lõppeks tema seemned.

Haisev nõgipea-seen erineb kuivast nõgipea-seenest sellega, et tema eoste kogu ei lagune, vaid jääb tervelt nisupeadesse ja on välimuselt nisuterade sarnane. Nimetuse on ta saanud sellest, et ta haiseb nagu halvaks läinud heeringas.

Vilja peksmisel lähevad eostekogud katki ja eosed satuvad tervete terade külge.

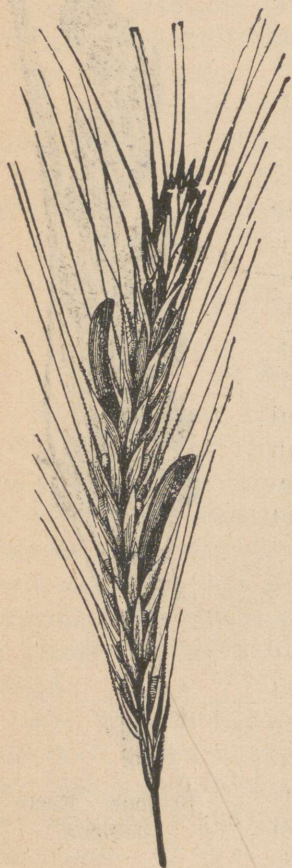
Nisu-nõgipeaga võideldakse samuti nagu kaera-nõgipeaga. Kaera-nõgipea eosed ei hakka arenema, kui nad satuvad nisule, samuti ei arene nisu-nõgipea kaeras. Sellepärast on kasulik põldudel vilja vahetada, sest eosed, mis eelmisel aastal põllule langesid, ei saa arenema hakata, kui põllule külvatakse mõni teine vilj.



10. joon. Kaera-nõgipea.

Rukki-tungaltera.

Nagu nõgipead, nii on ka tungaltera söödikseente tekitatud. Ta koostub suurest hulgast peenikestest seeneniididest, mis õie sigimikus arenesid ja sigimiku täiesti hävitasid (11. joon.).



11. joon. Rukki pea tungalteradega.

Kui tungaltera maha langeb või ühes viljaga maha külitakse, siis hakkab ta arenema järgmisel kevadel maikuus. Tema küljest kasvavad varrekesed, mis lõpevad ümmarikkude peadega (12. joon.). Neis peades tekivadki eosed. Tuul kannab eosed laiali. Kui eos langeb rukki õiele, siis areneb temast niidike, mis tungib sigimikku.

Seeneniidike rukki õies kasvab ikka suuremaks ja tekitab eosid. Sigimik aga, mida seeneniidike ärritab, valmistab magusat vedelikku. See vedelik koguneb tilgana õiele. Putukad lendavad teda imema, määrides selle juures oma keha



12. joon. Tungaltera eosid kandvate peakestega.

tungaltera eostega. Kui nüüd putukad lendavad terve taime õiele, siis viivad nad sinna eosid. Sügiseks on seene-

niidid õie sigimiku peaaegu täesti hävitanud ja moodustanud suured tumedavärvilised tungalterad.

Et takistada tunglaseene levimist, selleks tuleb tungalterad viljast välja noppida või välja sõeluda.

Kõrrerooste.

Kõrrerooste ilmub rukki kõrtel ja lehtedel nähtavale rooste värvi kriipsukestena. Nende tekitajaks on seeneniidikesed, mis kasvavad rukki lehtede sees ja kurnavad rukist. Seeneniidikeste tipud tungivad rukkilehest välja ja tekitavad eosid. Eosed on pruuni värvi. Nende kogud paistavadki kriipsukestena rukki lehtedel.

Tuul kannab eosed laiali. Sattudes rukki lehele areneb eosest niidike, mis lehesse tungib ja pea ka ise eosid hakkab tekitama.

Sügisel tekivad paksu musta kestaga eosed. Rooste värvi kriipsukeste asemel näeme siis rukki lehtedel musti kriipsukesti. Need eosed langevad maha ja püsivad lume all ületalve. Kevadel areneb iga eos niidikeseks, mis tekitab neli eost. Need peavad sattuma kukerpuu lehtedele. On nad sinna sattunud, siis arenevad neist seeneniidikesed kukerpuu lehes. Peagi ilmuvad kukerpuu lehtedel pruunid laigud. Need on kohad, kus seeneniidid tekitavad eosid. Siit lendavad eosed juba rukkilehtedele ja hakkavad rukist kurnama.

Kõrrerooste levimise takistamiseks tuleb kukerpuud hävitada. Kui pole kukerpuid, siis ei saa areneda need eosed, millest tekivad seeneniidid rukkilehes.

Aia kahjurid.

Õunauss.

Uss, keda leiame ussitanud õuntes ja pirnides, on väikese liblika — õunamähkleja — röövik. See liblikas paneb oma munad noorte õunte ja pirnide külge. Munadest tulevad röövikud ja tungivad õuntesse. Endale käiku süües

jõuab röövik õuna või pirni südamesse ja hävitab seemned. Selle tagajärjel jääb puuvili kiduraks ja langeb enneaegu maha.

Enne õuna mahalangemist ronib õunauss harilikult välja ja laskub niidikese otsas madalamale (13. joon.). Talveks poeb ta puukoore prao vahele ja teeb endale võrgu ümber. Kevadel muutub ta nukuks. Peagi tuleb nukust välja liblikas, kes oma munad paneb noorele puuviljale.



13. joon. Õunamähkleja. Üleval liblikas, all röövik niidi otsas alla laskumas.

Viljapuude kaitsemiseks tuleb kat-suda õunamähkleja röövikuid kinni püüda ja hävitada. Kinnipüüdmiseks tuleb puude ümber siduda nartsusid. Röövikud poevad talveks nende alla. Sealt on meil võimalik neid kätte saada.

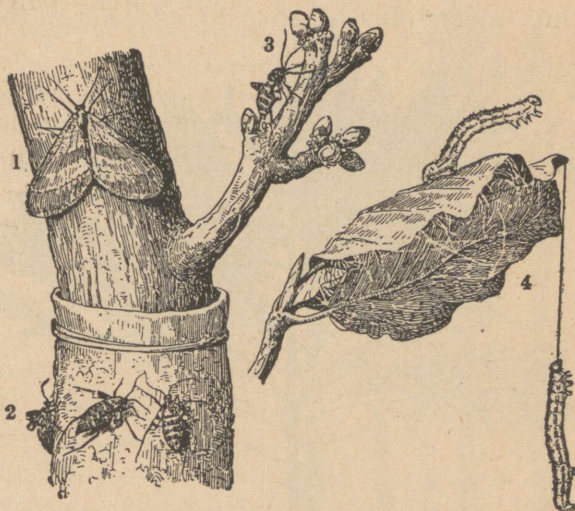
Kasulik on ka puutüvede lupjamine. Enne lupjamist tuleb puukoorelt ettevaatlikult ära kraapida kõik samblikud, sest nende alla poevad putukad talveks. Selle järel pintseldatakse tüvi lubjapiimaga üle. Lubjapiim saadakse, kui võetakse kustutatud lupja ja kallatakse rohkesti vett peale.

Puudel roomavate söödikute surma-miseks on kasulik puude võrasid piserdada mürgiste vedelikkudega. Selleks kõlbab näiteks kaheprotsendiline Bordeaux' (bordoo) vedelik.

Bordeaux' vedeliku valmistamiseks võetakse esiteks sinist silmakivi ja lahustatakse vees. Kahe kilogrammi silmakivi jaoks tuleb võtta 50 liitrit vett. Peale seda võetakse 2 kilo-grammi värskelt põletatud lupja ja kustutatakse ettevaatli-kult vett juurde kallates, kuni tekib pudrusarnane mass. Sellele kallatakse nii palju vett juurde, et tekib 50 liitrit lubjapiima. See lubjapiim valatakse sinise silmakivi lahusesse ja segatakse segi. Saadud vedeliku tuleb korduvalt puudele piserdada. Piserdamist toimetatakse sellekohaste pitsidega.

Külmaliblikas.

Õunapuu õitele ja lehtedele teevad palju kahju külmaliblika röövikud (14. joon.). Külmaliblikat näeme lendavat hilja sügisel — oktoobrikuust detsembrini. See on isaliblikas. Emaliblikas ei saa lennata, sest tema tiivad on väga väikesed. Ta ronib mööda õunapuu tüve üles ja muneb oma munad pungade lähedusse.



14. joon. Külmaliblikas. 1 — isaliblikas, 2 — röövikuliimi külge kleepunud emaliblikad, 3 — munev emaliblikas, 4 — röövikud.

Kevadel tulevad munadest kollakasrohelist röövikud. Need söövad lehtede ja õite pungi ning lehti. On neid palju, siis võivad nad terve puu lagedaks süüa. Suurekskasvanud röövikud laskuvad niidi abil maha ja nukkuvad mullas. Sügisel tulevad nukkudest välja liblikad.

Õunapuude kaitsemiseks külmaliblika röövikute eest tuleb oktoobrikuus puutüvede ümber siduda lai pabeririba ja sellele määrada röövikuliimi. Emaliblikad kleepuvad ülesronimisel selle liimi külge ega pääse edasi.

Mets.

Vaatlused. 1. Kirjelda, missugused puud moodustavad teie lähema metsa! 2. Pane tähele, millised iseärasused on kuusiku, männiku, segametsa ja kaasiku alusmetsas! 3. Vaatle hoolega

metsa-aluse mulla koosseisu! 4. Kirjelda, missugusteks rodudeks (rinneteks) langeb teie lähem mets! 5. Mäherdusi loomi oled lähemas metsas tähele pannud? Millega nad end toidavad? 6. Kirjelda, missugust mõju avaldab mõne puu mahalangemine tema all kasvavale taimestikule! 7. Kirjelda, kuidas kasvatatakse ja korraldatakse noort metsa! 8. Miks jäetakse raiesmikule seemnepuud?

Süveneme vaadeldes näit. männimetsa sisemisse ellu. Seemned, mis metsa-alusele niiskele mullale sattunud, hak-



15. joon. Metsa-aluse võsa 27-aastane männ, kõrgus 45 sm, jämedus 1 sm.

kavad idanema. Kuid peagi närbuvad ja hävivad noored taimed varjus — valguse puudusel. Edasi arenevad ainult need noored männikesed, mis seemnena mõnele lagedamale kohale sattusid, nagu mõne mahalangenud vana puu asemele, kus noorele taimele jätkub kosutavat päikesevalgust. Noor metsavõsa katab lageda koha õige pea, olgugi et ta kasvamine valguse nappuse tõttu on õige aeglane. Alusmetsa

noorte puude võra (kroon) on harilikult lai (15. joon.). Laia võraga puu suudab kasinat valgust rohkem kinni püüda.

Jõuab aga noor võsa suurema valguse kätte, milleks enamail juhtudel vana metsa maharaiumine või mahalange- mine kaasa aitab, siis hakkavad kõik ta üksikud liikmed kii- remini sirguma, kasvama. Peagi ulatuvad nende võrad kokku ja takistavad valguse läbi- pääsu allapoole. Siin hakka- vad noored männid juba ise- keskis üksteise pärast kannatama. Nad püüavad üksteisest üle, kõrgemaks kasvada; kes teistest tugevam, jõuab ette, saab rohkem valgust, kuna aeglasemalt kasvavad, nõrge- mad jäävad varju, närbuvad ja kuivavad viimaks päris ära (16. joon.). Järelejäävad männid poetavad, üksteise võidu pikemaks kasvades, alumised, varjujäänud oksad maha, mille jäljedki tüve uute aastaringide pealekas- vamise tagajärjel kaovad. Mida kõrgemaks ja vane- maks saab mets, seda väik- semaks jääb ruum, ja oma- vaheline võistlus valguse järgi läheb uue hooga edasi.



16. joon. Võistlevad männid.

Need aga, kes teistest üle jõudsid, paisuvad jämedamaks, võra läheb tugevamaks, kuna mahajääjad vähese valguse pärast närbuma hakkavad ja jällegi hävivad, ära kuivavad. Nii val- mib sellest võistlusest suur mets, mis meie majapidamises kõrge väärtusega.

Metsa-alust katab õhem või paksem mustmulla-, huu- musekiht. Lehtmetsa all on ta paksem, okasmetsa all õhem. Huumus sünnib mädanevaist lehtedest ja muudest taime kõdunevaist osadest. Vihmaussid kohendavad seda musta

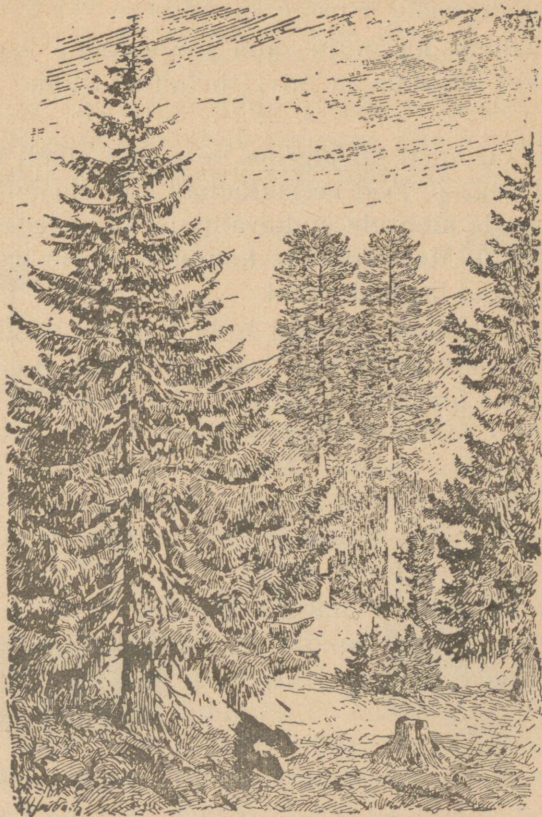
jõurikast segu. Huumusest ja mädanevailt lehtedelt ammutavad seemed oma elujõu — nad peituvad oma seenkudedega selles kihis. Samal rindel esineb ka sammal. Järgmiselt rindelt leiame sõnajalgu, karukoldi, kanarbikku, mustikaid ja teisi madalaid taimi. Igaüks neist esineb enam-vähem kindla ilmega aluspõhjal ja teatud valgustusega alal. Kõrgemalt rindelt leiame toimingaid, lodjapuid, kadakaid ja teisi alusmetsa taimi. Ülemise, kõrgema rinde moodustavad täisealises metsas suured hõredavõralsed palgi- puud. Muutub mingil põhjusel üks neist metsa rindeist, muutuvad enamail juhtudel ka teised.

Mida mitmekesisemad kõik need rinded oma koosseisu poolest, seda arvurikkam on ka loomastik, kes metsast omale toitu ammutab ja siin kaitset leiab. On ju taimtoitlaste loomade seas palju niisuguseid, kes ainult teatavat liiki taimedega toituvad (kuuse kooreürask). Sellepärast on taimtoitlaste loomade hulk männikus ja kuusikus väiksem kui segametsas, kus ka lehtpuud kuuskede ja mändide kõrval esinevad.

Kiskjate loomade arv metsas oleneb eeskätt eelnimetatud taimtoitlaste loomade hulgast: mida rohkem on metsas hiiri, seda soodsam on müürikullidel toitu saada; sellest olenedes võib müürikullide arv kasvada, ja vastupidi. Nagu näeme, olenevad teatava metsa-ala kiskjad seal leiduvatest taimtoitlastest, need omakord jälle sama metsa taimestikust. Nii on terve metsa loomastik tingitud oma elustaimedest. Teiselt poolt oleneb taimestik samas alas kiskjate hulgast. Ei oleks antud metsas kiskjaid, siis kasvaks takistamata taimtoitlaste hulk, kes vastava taimestiku peagi hävitaks.

Loomad otsivad metsas otsese kaitse kõrval veel kaudset varju. Nii on paljude metsaelanikkude värvus lähema ümb-rusega ühtesulav. Puukoorel elutsevad liblikad on harilikult koore värvust (männi siidikedrik). Neid on raske koorel tähele panna. Röövikud, kes lehti purevad, on tavaliselt rohelised. Orava kuub jälle on koore värvust. Maod, kes kuivanud lehtede vahel roomavad, on nende lehtede laadi kirjud. Metsa loomi kogupildis vaadeldes näeme, et mets neile kõigile kindla pitseri on peale vajutanud. Suurem

osa neist võib ainult metsas elada — ühes metsa hävimisega kaob ka see loomastik. Ei saa kujutella, et kooreürask, rähn ja orav metsata alal võiksid elada. Metsast ei leia loomad endale ainult suvel toitu ja varjupaika, vaid ka talvel võrd-



17. joon. Kuusik.

lemisi sooja talvekorterit. Paljud poevad sambla alla ja ka sügavamale mulla sisse. Teistele on parajaks suikumiskohaks vanade puude koorealune ja puuriidad. Mitte ainult metsa enese loomad ei leia siit sooja varju külma eest, vaid ka paljud nurmede loomad tulevad siia ajutiselt külma- ja tuulepelgu.

Eespool nägime, et mets jaguneb paljudesse astmetesse — rinnetesse. Iga madalamal oleva rinde taimestik kasutab selle valguseosa, mis ülemisest üle jäi. Mets on nii taimede ja hulga teiste elusate olendite ühing (17. joon.).

Mets avaldab ka mõju oma ümbrusele. Metsa all on niiskem, suvel jahedam ja talvel pehmem kliima kui lagedal maal.

Metsarikkal maal on jõgedes vesi alati enam-vähem ühesuguse kõrgusega ja jõed veerikkamad kui lagedal. On tähele pandud, et peale metsade maharaiumist ka jõgedes vesi palju madalamaks jäi. Metsarikastes kohtades ei ole ka tormid nii suure jõuga kui lagedal maal.

Meie ajal on metsi suurel hulgal maha võetud. Ülejäänud metsade eest peab aga inimene tõsist hoolt kandma. See hoolekanne avaldub kõige pealt kavakindlas metsa raiumises. Mets jaotatakse näiteks 60—80—100 alaks, millest iga aasta üks ala maha võetakse. Seesugust raiumisviisi tarvitades on alati täiskasvanud mets kasutada. Viimase ala maharaiumise ajal on sellel alal, millest raiumine algas, juba 60—80—100-aastane mets.

Peale kavakindla maharaiumise aitab metsa kaitseks tublisti kaasa karja eemalhoidmine, iseäranis noorest metsast. Kari sööb noorte puude lehti ning oksid, närrib koort ning tallab noori taimi maha ja sünnitab noorele metsale sedaviisi väga palju kahju; sellepärast ei tohi loomi mingil tingimisel karjatada noores metsas, mille vanadus alla 15 aasta. Ka rädi tuleb metsa alt ära koristada, et selle kaudu paljud haigused tervete puude külge ei saaks minna.

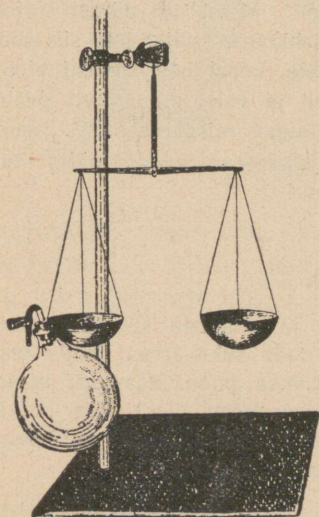
Ülesanded ja küsimused. 1. Pane metsas vaatluskäigul tähele, missugune on varjus kasvavate noorte puude pikkus ja jämedus, võrreldes sama vanade ja sama liiki puude pikkusega ja jämedusega, mis lagedal kohal üksikult kasvavad! 2. Määra metsa-aluse võsa üksikute puukete vanadus! 3. Määra värskete kändude järgi raiesmikul mahavõetud metsa vanadus! 4. Mida mõistetakse sõna „ürgmetsa“ all? 5. Miks peab metsa alt rädi ära korjatama? 6. Miks ei või karja noorde metsa lasta? 6. Mis mõju avaldab mets ümbruskonna jõgedele? 8. Kuidas hoiab mets niiskust eneses? 9. Milleks tarvitatakse metsa meil?

Loodusejõud inimese teenistuses.

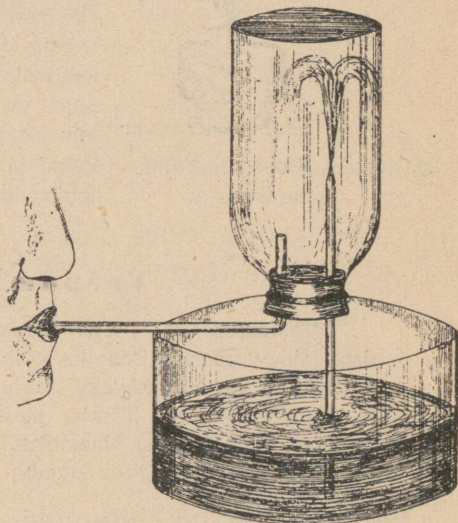
Õhurõhu kasutamine.

Vaatlused. 1. Võta teeklaas, täida ta ääreni veega; kata klaas õhukese paberilehega kinni ja pööra ta, kätt peal hoides, kummuli! Kui käsi alt ära võtta, kas voolab vesi välja?

Õhul on raskus, mida järgmiste katsete abil võib tõendada. Võtame kaalud ja haagime ühe kaalukaasi külge „tühja“ keedupudeli; teise kaussi puistame liiva, kuni kau-



18. joon. Õhu kaalumine.

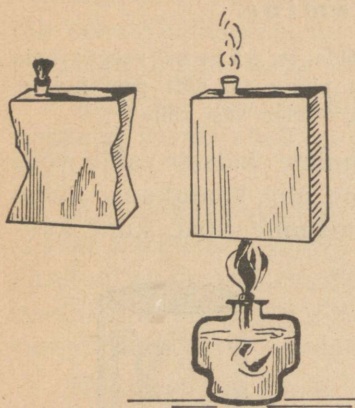


19. joon. Õhk tõukab vett pudelisse.

sid uuesti tasakaalu jõuavad (18. joon.). Soojendame keedupudelit piirituslambil; liivaga kaalukauss hakkab langema, tähendab, soe keeduklaas on kergem. Soojenedes paisub õhk ja üks osa tungib kolvist välja: õhk kolvis jääb hõreda maks, sooja õhu erikaal on väiksem kui külmal. Gaasidel on tung iga ruumala, milles nad asuvad, ühetasaselt täita; seepärast täidab ka soe õhk kolbi, ainult mitte nii tihedalt.

Õhu raskuse tagajärjel rõhuvad ülemised õhukihid alumiste peale ja maapinna lähedane õhukiht on suure rõhu

all. Seame kokku riista, nagu 19. joon. kujutab, ja imeme painutatud klaastoru abil õhu pudelist välja. Teisest torust purskub vesi pudelisse: õhk rõhub veepinnale ja tõukab vett kausist pudelisse.



20. joon. Katse õharõhu näitamiseks.

Õhu rõhumist kasutab inimene pumpades.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võta plekknõu, milles harilikult õli müüakse (umbes 4-liitrine), kalla temasse pisut vett ja aja vesi keema! Mõne aja pärast tõrjub veeaur õhu plekknõust välja; jäta siis soojendamise järele, korgi nõu kõvasti kinni, pane ta küljeli ja vala külma vett peale. Mis sünnib nõuga? mis pärast? (20. joon.) Valmista kartulipüss ja seleta, millest tuleb tema pauk!

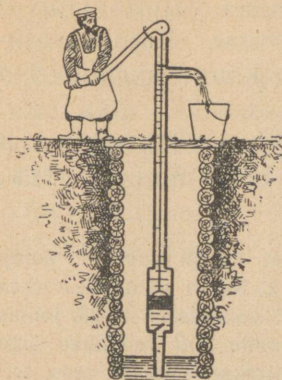
Veepumbad.

Vaatlused. 1. Võta klaastoru ja valmista temasse tihe-
dalt minev punn! (Punniks võib tarvitada sukavarrast, mille otsa
vatitükk niidi abil kõvasti seotud.) Lükka punn klaastoru otsani
ja pista veeklaasi! Tõmba punn ettevaatlikult üles! Kas kerkib
punniga ühes ka vesi klaastorus? 2. Pane tähele, kuidas vett pum-
batakse! Missugused on pumba nähtavad osad?

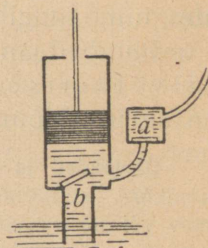
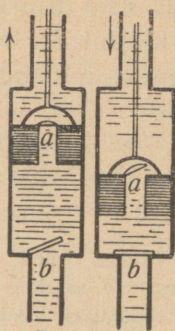
Veepumpasid on mitu liiki; neist on kaks kõige täht-
samad: imev ja suruv pump.

Imevat pumpa tarvitatakse siis, kui vett ei ole vaja
väga kõrgele tõsta. Tema peasa moodustab ümmargune
(või kandiline) toru, milles pumba kann tihedalt võib lii-
kuda (21. joon.). Kannust käib kanal (auk) läbi. Ümmar-
gusest torust läheb üks pisut peenem toru alla vette ja teine
üles, millega lühike kõrvaltoru ühendatud. Pumbal on kaks
klappi: üks (*a*), mis kannu augu kinni katab, ja kannu all
teine (*b*), mis alumise toru ava kinni katab. Mõlemad klapid
käivad ülespoole lahti. Kui kann üles liigub, tekib tema all
hõre ruum, kuhu õhurõhumise tagajärjel vesi tungib ja
klapi *b* avab. Kannu klapp on kinni, sest et rõhumine üle-

valt on suurem. Kui kann kiirelt alla liigub, surub ta vett, klapp *b* läheb kinni. Vesi tõstab klapi *a* üles ja tungib läbi ava toru ülemisse ossa. Järgmisel kannu tõusmisel ja

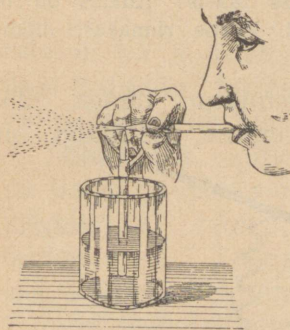


21. joon. Imev pump.

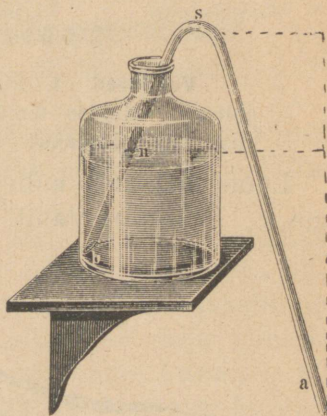


22. joon.
Suruv pump.

vajumisel satub uus osa vett kannu peal torusse. Nii tõuseb veesammas kannu peal ikka kõrgemale ja kõrgemale, kuni ta kõrvaltorni jõuab ja välja voolab.



23. joon. Pihusti.



24. joon. Sifon.

Suruva pumba abil võib vett kõrgemale pumbata kui imeva pumbaga. Tema kann on auguta ja kõrvaltorni, mida mööda vett edasi juhitakse, on ühendatud ümmarguse toru alumise osaga, asub seega kannu all (22. joon.). Nagu

imeval, nii on ka suruval pumbal kaks klappi: üks (*a*), millega kõrvaltoru kinni käib, ja teine (*b*), millega kannu all oleva peenema toru ots kinni käib. Ka siin võivad klapid ainult ülespoole avaneda. Kannu tõusmisel vajub klapp *a* kinni ja vesi tuleb, tõstes klappi *b*, torusse. Kannu vajumisel läheb klapp *b* kinni ja vesi tõstab kannu surumisel *a* üles ning tungib kõrvaltorusse.

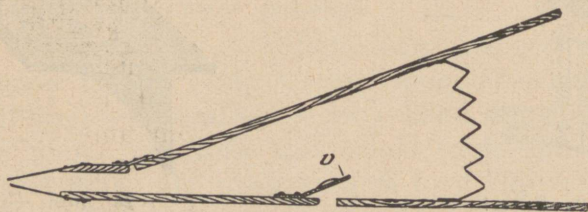
Pumbad, mille abil kõva veejuga võib saada, nagu aia niisutamise pumbad ja tulekustutamise prits, on suruvad pumbad.

Ülesanded ja küsimused. 1. Millest tuleb, et kuival suveajal pump mõnikord „ei tööta“? Kuidas sellest üle saada? 2. Kumb pumpadest (kas imev või suruv) annab vett kannu tõusmisel, kumb vajumisel? 3. 23. joonis kujutab pihustit ehk pulverisaatorit, mille abil vedelikke õige peenteks piisakesteks võib pihustada. Üks toru hoitakse otsapidi vees, teisesse puhutakse. Seleta selle riista tegevust! 4. Sifoniks nimetatakse painutatud toru, mille abil vedelikke ühest nõust teise võib valada (24. joon.). Täidame sifoni veega ja hoiame pikema haru otsa ees sõrme, lühema laseme vette. Kui me sõrme otsa eest ära võtame, siis hakkab vesi isendast voolama. Seleta seda nähtust!

Lõõts ja hingamine.

Vaatused. 1. Pane sepikojas lõõtsa tähele! Kuidas on ta ehitatud? Kuidas temaga töötatakse? 2. Vaatle rinnakasti liikumist hingamise ajal!

Lõõts koostub kahest nahaga ühendatud lauast (25. joon.). Pealmine laud on liikuv. Alumine, põhilaud on

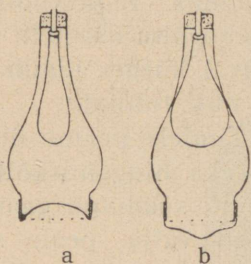


25. joon. Lõõts.

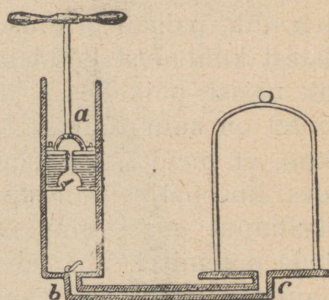
nahkklapiga *v* varustatud. Lõõtsa lahtitõmbamisel tekib sees õhuhõre ruum. Väline õhk surub klapi lahti ja tungib lõõtsa. Kokkulükkamisel surume õhu lõõtsas kokku; klapp

vajub kinni ja õhk voolab esiavast välja. Lõõts oleks seega siis suruv õhupump.

Meie hingamisaparaati võib võrrelda lõõtsaga. Võtame hästi mõhuka lambiklaasi, mis kujutaks rinnakasti (26. joon.). Seome tema alumise osa ette õhukese kummitüki ja ülemisse pistame auguga kummikorgi, millest lühike klaastoru läbi käib. Klaastoru alumise otsa üle on seotud õhuke kummikotike. Vajutame nüüd kummitükile, sellega surume õhku lambiklaasis (26. joon. a) ja see omakord surub kummikotikest. Tõmbame kummi alla, siis hõreneb õhk klaasis ja väline õhk tungib kummikotti (b). Sama lugu



26. joon. Kopsude liigutused välja- ja sissehingamisel.



27. joon. Õhupump.

toimub ka kopsudega. Kui rind tõuseb, paisuvad kopsud, õhk kopsudes hõreneb ja väline õhk läheb kopsu. Rinna vajumine surub ühe osa õhku välja.

Õhupump, mille abil nõudest õhku välja pumbatakse, on imeva pumba sarnane; temal on kaks klappi: toru all ja kannus (27. joon.). Pump on ühendatud siledakslihvitud taldrikuga *c*. Tahame näit. kupli alt õhku välja pumbata, siis asetame ta pumbataldrikule ja tõmbame kannu *a* üles. Pumbatorus (silindris) hõreneb õhk ja üks osa kupli all olevast õhust tungib klapi *b* vahelt torusse. Kannu allalükkamisel läheb klapp *b* kinni ja õhk läheb kannu *a* kaudu välja. Nii võime anuma õhust peaaegu tühjaks pumbata. Täiesti õhuvabaks me anumaid imeda ei saa.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kuidas võime õlekõrre abil juua? 2. Mis otstarvet täidab lõõts sepikojas? 3. Seleta, mis ühist on kopsude ja lõõtsa

tegevusel! 4. Korgime õhuga täidetud pudeli hästi kinni ja paneme ta õhupumba kupli alla! Kui õhku kuplist välja pumbata, mis võib siis pudeliga juhtuda?

Tuulejõu kasutamine.

Kui õhk maapinnal ei ole ühtlaselt soe, siis tekivad temas voolused. Õhu liikumist ehk voolamist nimetatakse tuuleks.

Päike ei soojenda meie maakera mitte ühtlaselt. Lõunamaail valitseb suurem kuumus, kuna põhja pool, nagu Eestis, lumi mitu kuud aastas maad katab. Säherduse ebaühtlase soojenemise tagajärjel on õhk alati liikumas. Palavvöömaail soojeneb õhk, paisub ja tõuseb üles, sooja õhu asemele voolab teistest kohtadest külmem õhk; üleval kõrges liigub aga soe õhk neisse paikadesse, kust külm õhk tulnud.

Tuulel on suur tähtsus looduses. Tuulele peame olema tänulikud, et meid ümbritsev õhk on ikka hingamiskõlblik. Linnades, kus palju inimesi, rikastub õhk süsihapu gaasiga, sest süsihaput gaasi hingavad inimesed välja, peale selle tekib teda põlemisel. Metsade kohal rikastub õhk hapnikuga, sest taimed tarvitavad süsihaput gaasi ja vabastavad hapnikku. Tuul aga segab õhku ja kannab hapnikurikast õhku linnade kohale ning linnaelanikkudel pole karta lämbumist.

Sama suur tähtsus on tuulel pilvede edasikihutajana. Pilved koostuvad veeaurust, mis tihenedes vihma tekitab. Veevaestel maadel on taimkasv võimalik selle tagajärjel, et tuul puhub nende kohale vihmapiilved, mis mujal on tekkinud.

Taimedele on tuul kasulik veel sellega, et kannab laiali õietolmu, taimede vilju ja seemneid. Kuna inimene kasutab paljude tuultolmlejate taimede (näiteks rukki) vilja, siis töötab tuul õietolmu levitades ühtlasi ka inimese kasuks.

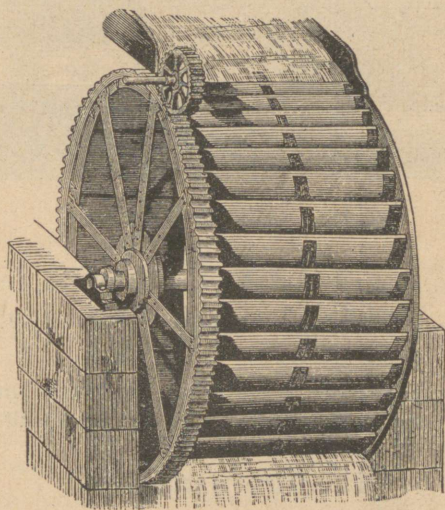
Tuule jõudu oskab inimene ka oma tööle rakendada. Seades lootsikutele või laevadele purjed, paneb inimene tuule neid edasi viima. Samuti ajab tuul ringi tuuleveski tiibu. Tuuleveski tiivad liiguvad selle tagajärjel, et nende pind on poolviltu vastu tuult. Vastu poolviltust pinda põrgates lük-

kaab tuul neid ikka külje poole. Tiibade liikumine antakse võlli ja hammasratta abil edasi veskikividele, mis viljaterad jahuks hõõruvad.

Veskil on ainult neli tiiba, tuulemootoril aga palju ja nad asetatakse ringikujuliselt. Selle tagajärjel on tuulemootoriga võimalik tuulejõudu kasutada veel suuremal määral kui tuuleveskiga.

Veejõu kasutamine.

Langeva vee liikumisjõudu ja raskust kasutatakse vesirattaste käimapanemiseks, mis omakord mitmesuguseid masinaid jahu- ja saeveskites j. m. käima panevad. Nad

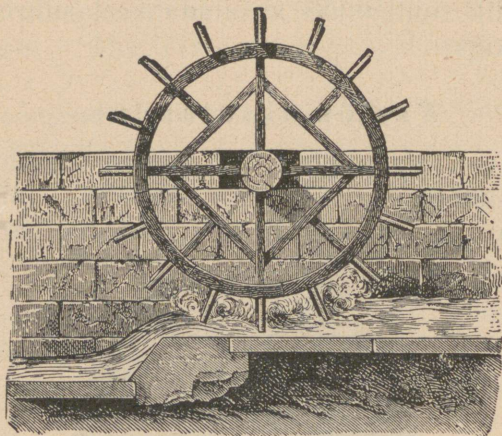


28. joon. Pealtlöödav vesiratas.

jagunevad kahte liiki: pealtlöödavad (28. joon.) ja altlöödavad (29. joon.). Vesirattad pöörlevad horisontaaltelje ümber ja on varustatud kühvlitega.

Paisu abil tõstetakse veepind jões kõrgemale ja vesi juhitakse kitsasse kanalisse, milles asub vesiratas. Kiiresti voolav vesi lööb ratta alumiste kühvlite vastu ja paneb vesiratta ringi käima. Seesugused altlöödavad vesirattad kasutavad õige väikese osa liikuva vee jõust ära. Pealt-

löödavas rattas mõjub vesi peaasjalikult oma raskusega. Kühvlid on võlli poolt kinnised ja moodustavad teatava nurga ratta raadiusega (kodaratega). Vesi juhitakse mööda renni rattale, ta täidab ratta ühel poolel kühvlid; vee raskusel hakkavad kühvlid vajuma ja panevad ratta pöör-



29. joon. Altlöödav vesiratas.

lema. Ühel pool rattast täidab vesi kühvleid, teisel pool jookseb neist välja. Pealtlöödav vesiratas tarvitab rohkem vett kui altlöödav.

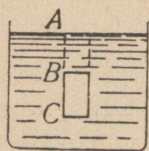
Ülesanded ja küsimused. 1. Missugust vesiratas on otstarbekohasem väikese ojakese veejõu kasutamiseks tarvitada, kas pealt- või altlöödav?

Kehade ujumine.

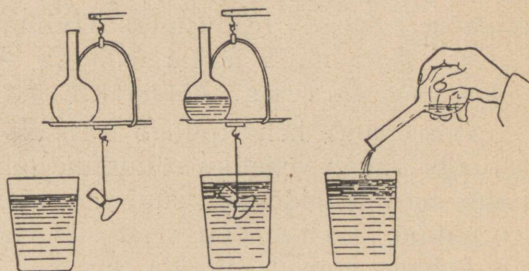
Vaatlused. 1. Viska puutükk vette ja vaatle, kuidas ta ujub!
 2. Millal on lootsik sügavamalt vees, kas tühjalt või inimestega?
 3. Vala lambiõli (või linaseemneõli) vette ja pane tähele, kuhu õli koguneb!
 4. Pane pardi või hane ujumist tähele!
 5. Viska mõni klaasitükk (näiteks pudelitükk) vette ja vaatle, mis temaga sünnib!
 Viska siis tühi pudel vette! Kas läheb ta põhja?

Kui mõni keha vette on pandud, siis rõhub teda vesi igast küljest. Kujutleme, et vees asub keha, mille alused (otsad) on horisontaalsed ja küljed vertikaalsed (30. joon.). Vedelik rõhub kehale ülevalt, alt ja külgedelt. Rõhumine külgedele ei pane keha liikuma, sest et rõhumisele, mis mõ-

nele küljepunktile mõjub, vastab rõhumine vastandseina mõnel punktil, mis mõjub vastupidises sihis. Rõhumine ülevalt püüab keha põhja vajutada, rõhumine alt püüab teda pinnale kergitada. Need kaks rõhumist pole võrdsed, sest rõhumine ülevalt võrdub vedeliku püstsamba kaaluga, mille aluseks on keha aluspind, ja kõrgus võrdub AB-ga; rõhumine alt üles võrdub aga vedeliku püstsamba kaaluga, mille aluspind sama suur, kuid kõrgus suurem on, nimelt AC. Järelikult on rõhumine alt suurem ja püüab keha vedeliku pinnale tõsta. Tung, millega vedelik püüab keha tõsta, võrdub nende kahe vedelikusamba raskuse vahega. See vahe



30. joon.
Rõhumine vedeliku sees.



31. joon. Keha on vees kergem.

aga võrdub vedeliku püstsamba raskusega, mille kõrgus on BC, tähendab, just selle vedeliku hulga raskusega, mille keha vettevajumisel välja tõrjub.

Vedelikuhulka, mille keha vedelikku vajumisel välja tõrjub, võib hõlpsasti ära kaaluda. Riputame kaalukausi külge niidi abil mõne keha, näit. klaaskorgi, kuuli või muu asja ja asetame samale kaalukausile keedupudeli (31. joon.). Teisele kaalukausile paneme niipalju raskust, et kaalud tasakaalu jääksid. Võtame siis klaasi veega, mille pinna kõrguse klaasi küljele märgime (näit. märja pabeririba abil), ja lähendame klaasi veega altpoolt rippuvale kehale, nii et keha täiesti vette vajuks. Selle juures hakkab kaalukauss, mille külge keha riputatud, üles kerkima, vesi rõhub temas asuvat keha ülespoole. Et rõhumise suurust teada saada, valame keedupudelisse ettevaatlikult vett, kuni kaalud uuesti tasakaalu jõuavad. Keha vettevajumisel tõuseb veepind klaasis.

Märgime selle veepinna uue seisu klaasi küljele. Kahe märgi abil klaasi küljel võime veehulga suuruse teada saada, mille vees asuv keha asendab. See veehulk võrdub kolbi valatud veehulgaga, mida väga lihtne on tõestada. Tõmbame keha veest välja, siis langeb vee pind klaasis esimese märgini. Valame nüüd vee kolvist klaasi: vee pind kerkib ülemise märgini.

Katse näitab, et keha vedelikus näib olevat kergem kui õhus; nii siis: vedelikku lastud keha kaotab oma kaalust nii palju kui palju kaalub kehaga asendatud veehulk, s. t. kui palju kaalub vedelik keha ruumala suuruses. Selle lause (seaduse) leidis kõige kuulsam vana aja teadusmees Archimedes (elas 287.—212 a. e. Kr.), kelle nime järele teda ka Archimedese lauseks (seaduseks) kutsutakse.

Vettelastud keha püüab raskuse tungil põhja vajuda, aga teda püüab vedeliku rõhumine pinnale tõsta. Selle järgi, kumb neist tungidest on suurem, vajub keha põhja või ujub vee pinnal. Archimedese seadus seletab kõik need nähtused, mis kehaga võivad juhtuda, kui see vette on pandud. Kui keha raskus on suurem kui samamahulise veehulga raskus, siis vajub keha põhja, kui väiksem — siis ujub ta. Võrdub aga keha raskus tema ruumala suuruses võetud veehulga raskusega, siis jääb keha igasse kohta tasakaalu, kuhu me teda vedelikus iganes asetame.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kaalukausside külge seoti niitidega kaks keha, üks suurem, teine väiksem, ja kaalud seati raskuste abil tasakaalu. Kas jäävad kaalud tasakaalu, kui mõlemad kehad vette lasta? 2. Mispärast ei vaju raudlaevad põhja? 3. Millest tuleb, et veega täidetud pange vees kerge on tõsta ja liigutada, kuna teda veest väljas palju raskem on tõsta? 4. Teades, et merevee erikaal on suurem kui jõeveel, seletage, kas vajub laev sügavamale, kui ta merelt jõe soidab?

Vesi liiklemistena.

Seda nähtust, et puu vee peal ujub, on inimene enda teenistusse rakendama õppinud juba kaugetel muinasaegadel. Valmistades endale lootsiku, võis ta vetevälju kasutama ha-

kata liiklemisteenä. Esimesed lootsikud kujutasid endist vist õõnestatud puutüvesid. Mitmed metsarahvad teevad endile praegugi veel seesuguseid lootsikuid ühest palgist. Need pole kohased sõiduks suurtel meredel, kuid liiklemisel jõgesid mööda täidavad nad oma ülesannet hästi. Nõnda said jõed tähtsateks liiklemisteedeks.

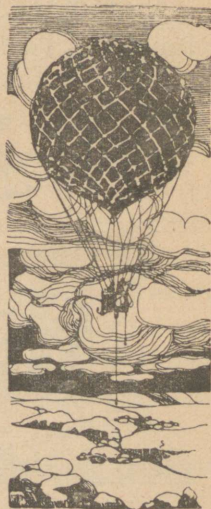
Ühendades jõgesid kanalite kaudu, loodi korrapärased veeteed, mis ühendasid üksteisest kaugel olevaid maaosi. Praegugi pole jõed liiklemisteedena oma tähtsust kaotanud. Eriti näeme seda Kesk-Aafrikas ja Lõuna-Ameerikas, kus teede rajamine läbi ürgmetsade on seotud suurte raskustega.

Aja jooksul õppis inimene palkidest valmistama suuremaid laevu. Nende liikumapanemiseks oli tarvis tööle rakendada vägev loodusejõud — tuul. Purjekaga võis juba sõita üle merede, viimaks isegi üle ookeanide. Need olid lihtsad purjelaevad, millega Kolumbus sõitis Euroopast Ameerikasse.

Praegu ei lepi kultuurrahvad enam purjekatega, mille liikumiskiirus oleneb tuule tujukusest. Sõidetakse raudaerikutega. Kaupade ja reisijate veoks ühelt mandrilt teisele ehitatakse suuri ookeaniaurikuid. Suuremad neist võivad korraga peale võtta mitukümmend tuhat reisijat.

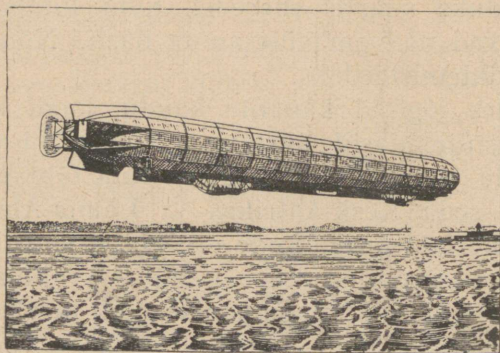
Õhusõit.

Soe õhk on kergem kui külm õhk ja sooja õhuga täidetud seebimull tõuseb õhus üles. Samuti tõusevad õhus üles ka õhupallid ehk aerostaadid (32. joon.). Õhupall kujutab endast kerասarnast tihedast riidest kesta (mis gaaasi läbi ei lase), mille külge nõõride abil korv on kinnitatud. Esimesi õhupalle täideti kuuma õhuga, pärast hakati õhupallide täitmiseks kergeid gaase tarvitama. Tahavad õhusõitjad kõrgemale tõusta, siis viskavad nad osa kaasavõetud raskustest (liivakotte) maha, tahavad nad alla tulla, siis lasevad nad



32. joon. Õhupall.

osa gaasi kestast sellekohase klapi abil välja. Õhupalli võib tuul igale poole kanda, temaga ei saa vastu tuult sõita. Uue-
mal ajal tehakse õhulaevad sigarikujulised ja varustatakse



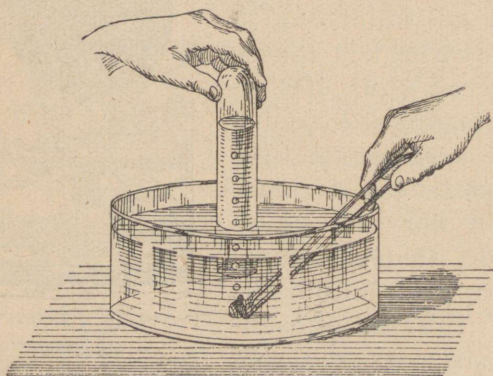
33. joon. Juhitav õhulaev.

masinatega, mis kruvi liikuma panevad. Säärase õhulae-
vaga võib igale poole sõita. Kõige laialdasemalt on tuntud
krahv Zeppelin'i ehitatud õhulaevad (33. joon.).

Vesinik.

Vesinik on kerge gaas, mida tihti tarvitatakse õhupallide
täitmiseks. Teda on võimalik saada veest.

Võtame tükikese naatriumi; välimuse poolest sarna-

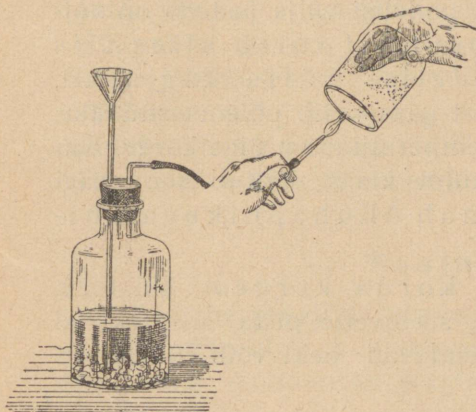


34. joon. Naatriumi mõjul eraldub
vesinik veest.

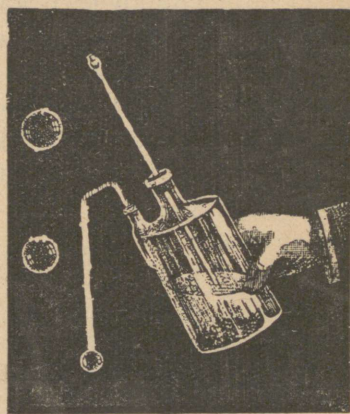


35. joon. Põlev peerg
kustub vesinik, kuna
vesinik põlema lööb.

neb ta hõbedaga, kuid on hõbedast palju pehmem ja kergem; teda võib noaga hõlpsasti lõigata. Naatrium kuulub lihtkehade hulka. Tal on omadus hapnikuga kiiresti ühineda, mille tõttu teda õhus lahtiselt ei saa alal hoida, vaid teda hoitakse puhtas lambiõlis. Viskame tükikese naatriumi vette: ta hakkab vee pinnal sisisedes kiiresti edasi-tagasi liikuma ja jääb ikka väiksemaks, kuni ta lõpuks päris ära kaob. Kui tangide abil naatriumitükikest vees hoida, siis näeme, et te-



36. joon. Vesiniku valmistamine.



37. joon. Vesinikuga täidetud seebimullid tõusevad lendu.

mast gaasimullikesed eralduvad (34. joon.). Hoides veega täidetud, kummulikäänatud katseklaasi naatriumitükikese kohal, võib tekkivat gaasi katseklaasi koguda. Et naatrium on lihtkeha, siis võib gaas ainult veest tekkida. Katseklaasi kogutud gaas on värvuseta ja lõhnata. Kui temasse põlev tikk või küünal pista, nagu 35. joon. näitab, siis kustub tikk ära, katseklaasi äärtel lõõb aga gaas sinaka leegiga põlema. Õhus põledes annab kirjeldatud gaas uuesti vee; sellepärast nimetatakse teda vett-tekitavaks gaasiks¹ ehk lühidalt vesinikuks.

Vesiniku valmistamiseks suuremal hulgal on hõlpus

¹ Ladinakeelne vesiniku nimetus on Hydrogenium, s. t. veetekitaja.

tarvitada tsingitükke ja lahja väävelhapet. Paneme pudelisse hernesuurusi tsingitükke ja suleme pudeli korgiga, millel kaks auku. Läbi ühe augu pistame pika toruga lehtri, nii et toru ots ulatub pudeli põhja ligidale. Läbi teise augu paneme lühikese kõvera klaastoru. Klaastoru otsa kinnitame kummitoru (36. joon.). Kui nüüd lehtri kaudu kallame pudelisse lahja väävelhapet, siis näeme gaasimullikeste tekkimist: väävelhape sisaldab vesinikku, see vabaneb nüüd tsingi mõjul. Vesinik voolab toru kaudu pudelist välja ja teda on võimalik koguda. Vesiniku kogumist tuleb alles siis alata, kui õhk on pudelist välja tõrjutud. Torust (36. joon.) välja voolavat gaasi võib põlema süüdata; ta põleb sinaka leegiga, mille temperatuur on õige kõrge. Kui vesiniku leegi kohal hoida külm klaas, kattub see peagi veepiisakestega: vesinik annab õhuhapnikuga ühinedes vee.

Vesinik on õhust 14 korda kergem; kui toru, millest vesinikku välja voolab, seebivette pista, siis tekivad seebimullid, mis kiiresti üles lendavad; neid võib tikuga põlema süüdata (37. joon.).

Tuulema du ja aeroplaan.

Õhusõit on võimalik ka lennukitega, mis õhust raskemad. Nende lendamine õhus põhineb samadel põhimõtetel kui tuulemao lend.

Tuulema du valmistatakse papist või paberist, millele toeks pilpad külge kleebitud. Hoides kinni tuulemao külge kinnitatud niidist ja joostes vastu tuult, saavutame tuulemao õhikutõusmise. Seejuures on tähtis, et tuulemao alumine pind oleks poolviltu vastu tuult. Kui tema enese raskusest ei piisa selleks, et teda säärases olekus hoida, siis kinnitatakse tuulemaole raskusena veel saba külge. Põrgates vastu tuulemao alumist pinda, tõstab tuul ta üles. Laseme aga niidi lahti, siis langeb tuulema du alla, sest puudub tung, mis teda hoiaks poolviltu vastu tuult.

Aeroplaanil täidab tuulemao niidi aset propeller. Propeller on seesama, mis aurulaevadel kruvi, ainult laevadel

asub ta taga, aeroplaanil aga ees. Tugeva mootori abil panakse propeller pöörlema. Selle tagajärjel liigub aeroplaan edasi nii suure kiirusega, et vastu tema tiibade alumist pinda tekib tuul, mis aeroplaani õhku tõstab. Tüüri abil on võimalik aeroplaani lennul juhtida. Lakkab aeroplaani mootor töötamast, siis langeb aeroplaan alla nagu iga õhust raskem keha.

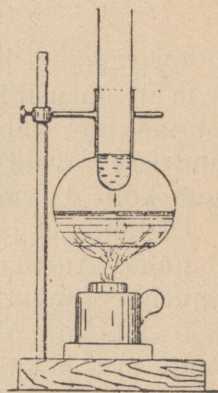
Aeroplaanid võimaldavad ühest kohast teise pääsemist palju lühema ajaga kui ükski teine liiklemisvahend. Näiteks Kolumbus tarvitas oma purjelaevadega Euroopast Ameerikasse jõudmiseks üle kolme kuu. Praegusaja ookeaniaurikud sõidavad selle maa ära ühe nädalaga, ameerika lendur Lindbergh lendas aga 1927. aastal aeroplaanil Ameerikast Euroopasse 33½ tunni jooksul.

Soojus ja töö.

Soojuse peallikaks maakeral on päike. Soojus tekib ka puude, süte, õli j. m. ainete põlemisel. Sel teel saadud soojust kasutame eluhoonete soojuse alalhoidmiseks külmal ajal, toidu keetmiseks, masinate käimapane-
miseks jne.

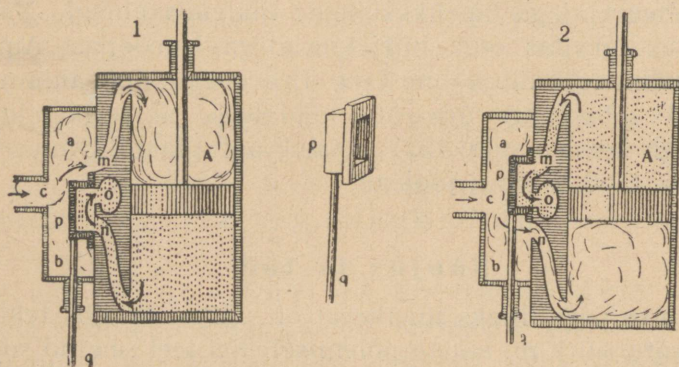
Puud saagides võime tähele panna, et saeleht kuumaks läheb. Kui kaht puutükki hõõruda teineteise vastu, lähevad nad soojaks. Saagimine ja hõõrumine on mehaaniline töö; tähendab, mehaanilise töö abil võime soojust saada.

Me teame, et soojuse mõjul kõik kehad paisuvad, oma ruumala muudavad; ka see on töö, järelikult ka soojus võib tööd teha. Valame keedupudelisse pooleni vett ja asetame tema kaela katseklaasi, nii et see tihedalt kaela käib (38. joon.). Ajame vee kolvis keema: aur tõstab katseklaasi üles. Aur võib keha tõsta, võib tööd teha. Seda auru omadust kasutatakse aurumasinaga.



38. joon. Auru töö.

Aurumasina tähtsamad osad on aurukatel ja auru-silinder. Aurukatel on õige lihtsa ehitusega; ta on täiesti kinnine anum, millesse vett lastakse, et seda seal keema ajada. Auru ruumala on aga palju suurem kui sama raskusega veehulgal; sellepärast rõhub aur katla seintele. Katla seinad tehakse rauast või terasest, et nad rõhumist välja kannataksid. (Kui rõhumine liiga suureks läheb, siis võib seda isesuguse klapi kaudu välja lasta.) Katlast juhitakse



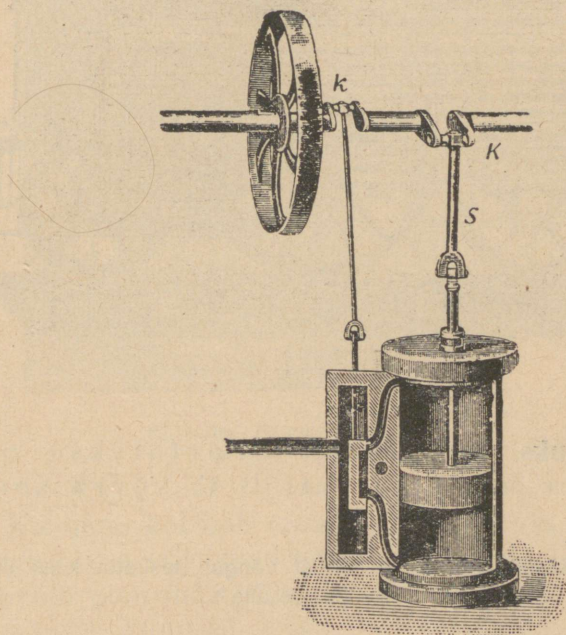
39. joon. Aurusilinder.

aur toru mööda aurukarpi (39. joon.), mis kahe toru kaudu (m ja n) aurusilindriga ühendatud; ava o kaudu läheb läbitöötatud aur välisõhku. Aurukarbist liigub jaotaja p , mis silindrisse viivaid avasid vaheldumisi suleb ja avab. Silindris liigub kolb A ; vända abil on ta ühendatud hoorattaga.

Oletame, et jaotaja suleb alumise toru, nagu 39. joonisel (1) näha. Aurukarbist saab aur ainult ülemise toru kaudu silindrisse tungida ja rõhub kolvi alla. Kolvi all olev aur läheb o kaudu õhku. Sel ajal kui kolb alla liikus, nihkus jaotaja üles ja sulges toru otsa (m) (39. joon., 2). Nüüd tungib aur silindri alumisse ossa ja rõhub kolvi üles. Kolvi küljes olev vänd S (40. joon.) ajab võlli ümber, mille otsa on kinnitatud hooratas. Võlli ümbert lähevad rihmad teistele eemalasuvaile võllidele, mis mitmesuguseid masinaid käima panevad.

Aurumasin paneb ka veduri ja auriku liikuma.

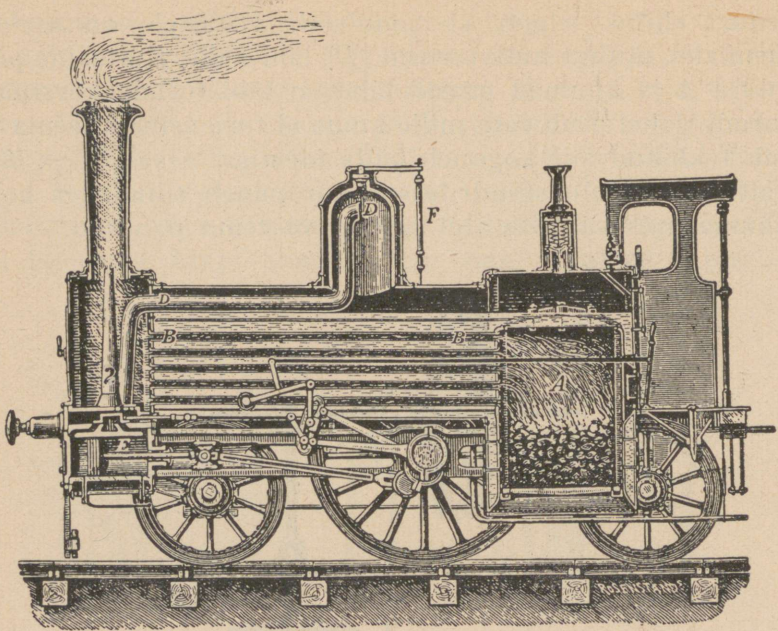
Veduri ehitus selgub 41. joonisest. Ratastele on asetatud aurukatel, millest hulk torusid (*B*) läbi käib. Kütteaine põleb koldes *A* ja kuumad gaasid lähevad läbi torude korstnasse. Torude vahel asub vesi, mille kuumad toru seinad keema ajavad; tekkinud aur koguneb katla ülemisse ossa (*D*) ja läheb sealt toru kaudu silindritesse. Aur paneb silindrites kolvid liikuma, mis vântade abil rattaid veerema panevad. — Esi-



40. joon. Aurumasin.

mese veduri ehitas inglane G. Stephenson 1814. a. Seitse aastat enne seda (1807. a.) ehitas ameeriklane R. Fulton esimese auriku.

Soojusehulga mõõtmine. Soojus levib mööda torusid aurukatlas ja andub läbi torude seinte veele. Mida enam on katlas vett (antud temperatuuris), seda rohkem läheb soojust vaja, et vett keema ajada. Soojusehulga mõõtmiseks on soojuseühik tarvitusele võetud.



41. joon. Vedur.

Soojuseühikuks ehk **kaloriks** nimetatakse seda soojuse hulka, mis 1 kg vett 1° C. võrra soojemaks teeb.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast võngub teekatla kaas (kui ta tihedalt peale käib) vee keemise aegu üles ja alla?

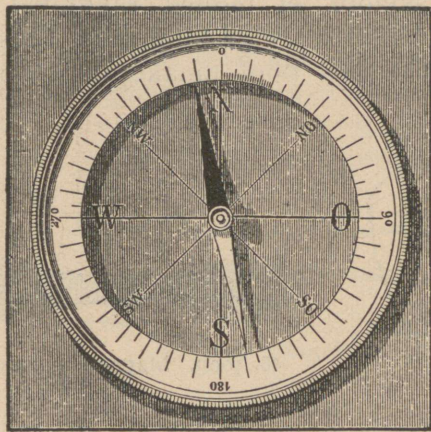
Magnetism.

Kompas.

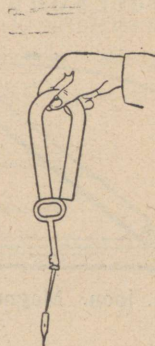
Vaatlused. 1. Kuidas võib teekäija, kes rännakul tundmatale ristteele sattunud, teada saada, missuguse sihi ta peab valima, et oma eesmärgile jõuda? 2. Missugused võimalused on rändajal suures laanes soovitava sihi leidmiseks? 3. Mille järgi juhivad merimehed ulgumerel öösi (ja pilves ilmaga) laeva?

Rändajal tuleb nii mõnigi kord ristteel seisatuma jääda ja juhtlaualt lugeda, missugust teed ta peab valima, või tähise

puudumisel abitult ootama jääda, kuni mõni möödamineja temale soovitava sihi kätte juhatab. Raskem on õiget teed leida kõrves ja suures metsas, kuhu teekäijad harva satuvad, ja siin peab liikumissuunda määrama kas päikese järgi päeval või tähtede, näit. Põhjanaela järgi öösi. Pilves ilmaga on seisukord veel raskem, isegi lootusetu. Seal võime aga raskusest üle saada kompassi abil.



42. joon. Kompass.



43. joon. Magnet.

Kompass koostub ümmargusest karbist, mille keskkoha teraviku otsa isesugune terasnöel on asetatud, nii et see vabalt võib pöörduda (42. joon.). Karbi põhja on joonistatud ilmakaarte jaotused. Üks kompassinõela ots sihhib alati põhja poole ja on harilikult siniseks värvitud; teine ots näitab vastandsihti — lõuna poole. Kompassi abil võib hõlpsasti ilmakaari määrata ja teda tarvitavad eeskätt merimehed laevade juhtimisel. Pöörame kompassi aeglaselt tema keskkoha ümber, siis märkame, et nöel oma sihti põhjast lõunasse alal hoiab.

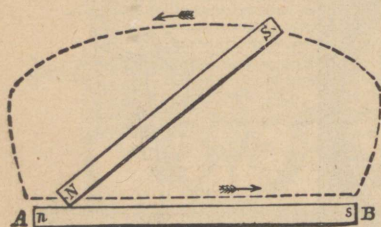
Magnetid. Kui puupulka või klaasitükki lähendada kompassinõela otsale, siis jääb nöel liikumata paigale; kordame sama katset noateraga (või nõelaga), siis muutub korruga kompassinõela siht, ta pöördub nimelt noatera poole. Kom-

passinõel tõmbab noatera külge ja überpöördult — noatera tõmbab kompassinõela külge.

Niisuguseid kehasid, kui kompassinõel, mis rauda ja terast külge tõmbavad, nimetatakse magnetiteks.

Noatera omandab aga magnetilised omadused kompassinõelale külgepuutumisel.

Juba vanasti tunti asjaolu, et mõned raudkivid (ehk rauamaagid) raua- ja terasetükke külge tõmbavad. Seesugust magnetrauda leidub mitmel pool maakeral, Venemaal,



44. joon. Magneetimine.



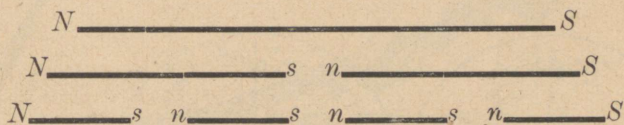
45. joon. Magneti poolused.

Rootsis j. m., seda maaki nimetatakse loomulikuks magnetiks. Loomulikule magnetile külgepuutumisel omandab ka raudnael või terasvarras magnetilised omadused ja tõmbab omakord raud-, teras- ja nikkelasju külge. Kui eemaldada raudnael magnetist, kaotab raud oma magnetilised omadused. Seevastu hoiavad terasetükid magnetilisi omadusi kaua alal; neid tarvitatakse igapäevses elus kunstlike magnetitena (43. joon.). Kompassinõel pole ka muud midagi kui terasest magnetnõel. — Loomulikkude ja kunstlike magnetite abil võib harilikkudele raua- ja terasetükkidele magnetilisi omadusi anda ehk neid magneetida.

Magneetimist toimetatakse järgmiselt: terasest pulk või leheke pannakse lauale ja tõmmatakse magneti otsaga ühest terasepulga otsast teise; magnet võetakse teraspulga küljest ära, pannakse otsaga jälle pulga esimesele otsale ja tõmmatakse uuesti üle teraspulga. Hõõrumist toimetatakse mitu korda, kuni teraspulk ise magnetiks muutub (44. joon.).

Magnet tõmbab teras- ja raudasju ligi ka ilma et ta nendele külge puutuks. Paneme paberile nõõpnõela ja liigutame paberi all magnetit edasi-tagasi: nõel jookseb magnetile järele.

Magneti poolused. Mitte kõik magnetiosad ei tõmba asju ühesuguse jõuga külge. — Külgetõmbetungi jaotust magnetil võib kõige paremini jälgida, kui magnet rauapurusse asetada. Välja võttes selgub, et rauapuru kõige enam magneti otste külge hakkab, kuna keskpaigas rauapuru sugugi ei ole (45. joon.). Magneti otsi, kus külgetõmbetung kõige suurem, kutsutakse magneti poolusteks. Kompassi kirjeldusest selgub, et üks vabalt pöörduva magnetvarda ehk -nõela ots näitab alati põhja poole, seda nimetatakse põhjapooluseks.



46. joon. Magneti poolitamine.

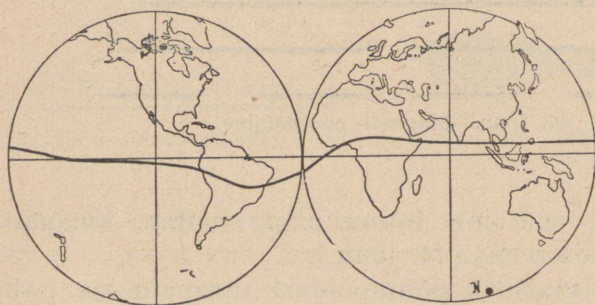
seks (N); teist aga, mis lõuna poole näitab, kutsutakse lõunapooluseks (S) (44. joon.).

Lähendades magneti põhjapoolust magnetnõela põhjapoolusele näeme, et nõel tungib magnetist eemale. Kui me lähendame aga magneti põhjapoolust magnetnõela lõunapoolusele, siis pöörduv nõel magneti poole. Kui korrata sama katset magneti lõunapoolusega, ilmub sama nähtus, nimelt, samanimelised magneti poolused (põhjapoolus põhja- ja lõunapoolus lõunapoolusega) tungivad teineteisest eemale, isenimelised tõmbuvad teineteisele külge. Magneti seesuguse omaduse põhjal võime alati teada saada, kus on antud magneti põhja- ja lõunapoolus.

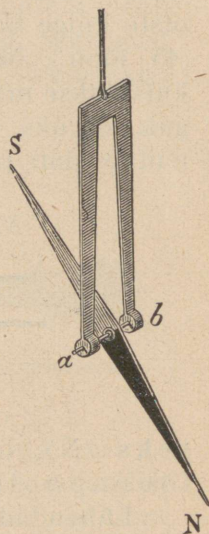
Et magneti külgetõmbejõud peaaesjalikult tema otstesse on koondunud, keskpaiak aga on sellest tungist täiesti vaba, siis tekib küsimus: kas on võimalik magneti jagamisel niisugust magnetit saada, millel oleks ainult üks poolus. Katse näitab, et kui pikk magnetvarras pooleks lõigata,

siis kaks väiksemat magnetit saame, millel on mõlemad poolused (46. joon.).

Maakera magnetism. Silmas pidades seda, et maakera magnetnõelale mõju avaldab, sarnaneb ta hiiglamagnetiga, mille pooluste (nabade) poole näitavad magnetnõela poolused. Maakera magnetilised poolused ei lange aga ühte tema geograafiliste poolustega ehk nabadega (47. joon.). Kui magnetnõela, mis võib rõhtteljel vabalt pöörelda, mitmele poole maakera pinnale asetame, siis selgub, et magnetnõel mitte igal kohal rõhtsihti ei jää, vaid põhja-poolkeral põhjapoolusega ja lõuna-



47. joon. Maakera magnetipoolused (märgitud mustade täppidena).



48. joon. Magnetnõel kaldub maa poole põhjapoolusega.

poolkeral lõunapoolusega maa poole kaldub (48. joon.). Maakera magnetipooluste kohal omandab magnetnõel vertikaalse seisangu.

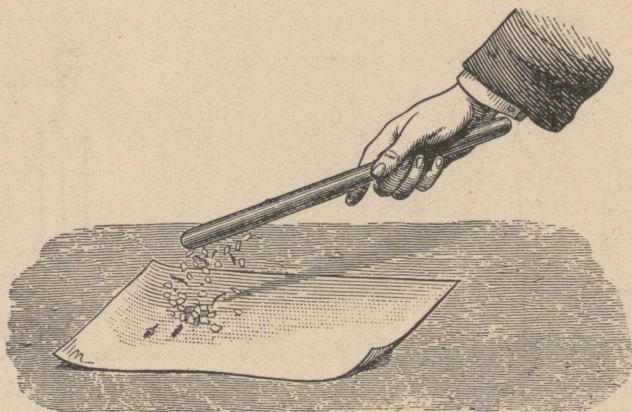
Ülesanded ja küsimused. 1. Väike magnetpulk on asetatud korgile veekaussi ujuma? Mida paned sa tähele? 2. Vask- ja raudnaelad on karbis segamini aetud. Kuidas saab raudnaelu vasknaeltest kiiresti eraldada? 3. Kahest ühesugusest teraspulgast on ainult üks magneeditud. Kuidas teada saada, kumb neist on magneeditud? 4. Kuidas magneti abil teada saada, kas noatera on pehmest rauast või terasest tehtud? 5. Mispärast on kompassinõela teine pool siniseks tehtud?

Elekter.

Elektri tekkimine hõõrdumisel.

Vaatlused. 1. Tuleta meelde, missugusel aasta-ajal on kõige enam pikset! 2. Missugune on välgu tee? 3. Kas on ajavahet välgu sähvatamise ja müristamise vahel?

Juuste kammimisel kummikammiga kuulduv sagedasti (kui juuksed kuivad) tasast särinat; lähendatakse kamm, mis läbi juuste tõmmatud, paberitükikestele, siis tõmbab



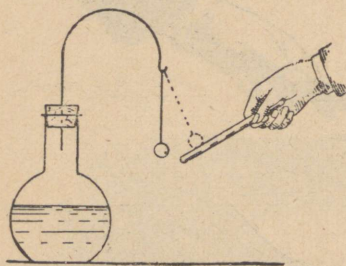
49. joon. Villase riidega hõõrutud kirjalakipulk tõmbab paberitükikesi külge.

kamm paberitükikesi külge. Veel tugevamini tõmbab paberitükikesi ja õlekõlkaid külge kirjalakipulk kohe peale villase riidega hõõrumist (49. joon.). Pimedas toas võib seejuures isegi väikest sädet näha. Nii saavad kummikamm ja kirjalakk hõõrumisel isesuguse omaduse kergeid asjakesi külge tõmmata. Kirjeldatud omadust panid juba vanad kreeklased merivaigul tähele. Merivaiku nimetatakse kreeka keeles elektroniks; selle järele kutsutakse vaigu (hõõrumisel omandatud) külgetõmbetungi põhjust elektriks. Peale külgetõmbamise võib elektrilist olekut veel muul teel ära tunda, näit. sädemete tekkimise läbi.

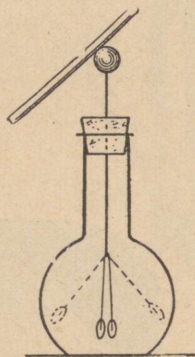
Klaasi ja vaigu elekter. Riputame siidniidi, mille otsa korgist või lodjapuusüdamest valmistatud kuulike seotud,

kõvera traadi külge, nagu 50. joonis näitab. (Kolbi on vett valatud, et ta püsivamalt seisaks.) Lähendades temale klaaspulka, mida siidpaberiga hõõrutud, näeme, et kuulike pulga külge tõmbub ja kohe selle järel eemale tungib.

Kuulike on elektriseeritud pulgaga kokkupuutumisel ise elektriliseks saanud: kaks samalaadiliselt elektriseeritud keha tõukavad teineteist eemale. Võtame nüüd elektriseeritud kummikammi ja lähendame ta klaaspulgaga elektriseeritud kuulikesele: kuulike tõmbub kammi külge ja peale külgepuutumist põrkub jälle eemale ja hoidubki temast eemale.



50. joon. Elektri edasiandumine külgepuutumisel.

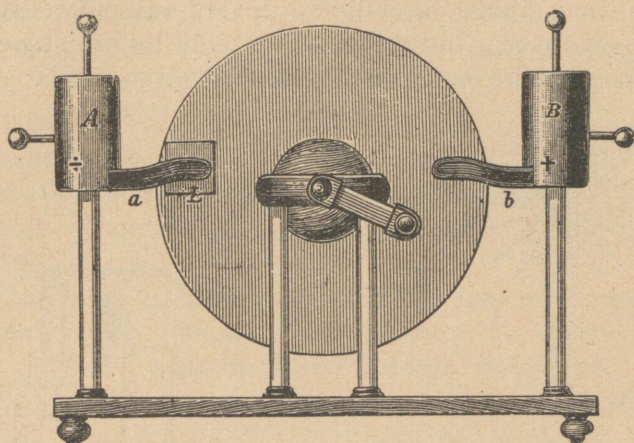


51. joon. Lihtne elektrooskoop.

Lähendatakse klaaspulk kuulikesele uuesti, kordub eelmine nähtus: pulk tõmbab kuulikeset ligi ja peale kokkupuutumist tungib kuulike jälle eemale.

Elekter, mis kummikammil villase lapiga hõõrumisel tekib, erineb sellest elektrist, mis klaaspulgale hõõrumisel ilmub. Samasuguseid katseid korrates teiste elektriseeritud kehadega leiti, et on ainult kaks liiki elektrit: üks sarnaneb klaaspulga elektriga, — seda nimetatakse positiivseks; teist — kummi või vaigu elektrit — kutsutakse negatiivseks elektriks. Samanimelise elektriga laetud kehad tõrjuvad teineteist eemale, isenimelise elektriga laetud aga tõmbuvad vastastikku külge. Kahe keha kokkupuutumisel võib elektriline olek ühest kehast teise minna.

Elektroskoop. Samanimelise elektriga laetud kehade omadusel, teineteisest eemale tungida, põhineb isesuguse riista — elektroskoobi valmistamine (51. joon.). Selle riista abil võib teada saada, kas antud keha on elektriseeritud või mitte. Elektroskoop koostub klaaspurgist (või kolvist), mille korgist metallvarb läbi pistetud; varva alumises otsas ripub kaks õhukest lehekest, mis tehakse siidpaberist, alumiiniumist või kullast. Varva ülemises otsas

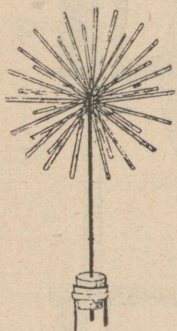


52. joon. Elektrimasin.

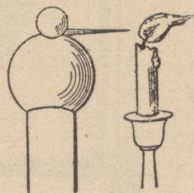
on harilikult metallkuulike. Et teada saada, kas antud keha on elektriseeritud, selleks puudutatakse kehaga metallkuulikest: on keha elektriseeritud, siis läheb üks osa elektrit varva ning sealt tema külge kinnitatud lehekestele, need omandavad ühenimelised elektrilaengud ja lähevad laiali. Puudub aga kehal elektrilaeng, siis jäävad lehekesed rahu-likult rippuma.

Elektri juhid ja mittejuhid. Kui laetud elektroskoobi ülemise otsa külge vasktraat kinnitada ja traadi vaba otsa elektriseeritud kehaga puudutada, siis langevad elektroskoobi lehekesed kokku; traat juhtis elektrit edasi. Seotakse aga siidniit laetud elektroskoobi varva külge ja puudutatakse niiti elektriseeritud kehaga, siis jäävad lehekesed paigale. Samuti nagu vasktraat, juhtivad elektrit ka kõik muud

metalltraadid. Seesuguseid kehasid kutsutakse elektri-juhtideks. Vastuoksa — siidniit, kirjalakk, kummi j. m. kehad ei juhi elektrit, neid kutsutakse mittejuhtideks. Kui laetud elektroskoobi varba sõrmega puudutada, siis langevad lehekesed kokku: elekter kaob sõrme ja keha kaudu maasse. Seda nähtust nimetatakse elektri maassejuhtimiseks. Et elektriseeritud keha võimalikult kaua oma laengut alal hoiaks, selleks peab teda hoidma kokku puutumast elektri-juhtidega, mis maaga ühenduses. Selleks on kõige otstarbekohasem elektriseeritud keha klaas- või kummialusele asetada. Säärase keha kohta öeldakse, et ta on isoleeritud.



53. joon. Elektriseeritud paberiribad.



54. joon. Elektri-tuul.

Elektrimasin ja mõned katsed temaga. Tugevaid elektri-laenguid võib elektrimasina abil saada. Neid on mitu liiki: kõige lihtsam neist on hõõrumiselektrimasin, mida kujutab 52. joon. Peajoontes koostub masin klaaskettast, mida võib isoleeritud teljel vända abil ümber ajada. Klaasketta vastu suruvad metallklambrid *a* nahkpadjakesi *L*, mis kaetud isesuguse ainega — amalgaamiga. Pöörlemisel hõõr-dub klaasketas vastu nahkpadjakesi ja elektriseerib neid negatiivselt, kuna ta ise positiivse laengu omandab. Metall-klambril *a* kaudu koguneb negatiivne elekter isoleeritud metallnupule *A*, mida nimetatakse kondukto r i k s. Posi-tiivne elekter koguneb klaaskettalt metallhargi *b* kaudu teise kondukto r i s s e *B*.

Et mõnd keha elektrimasina abil elektriseerida, selleks on vaja keha esiti isoleerida (s. t. ta klaas- või kummalusele asetada) ja ta siis metallketi või traadi abil ühe konduktoriga ühendada. Teine konduktor peab maaga ühendatud olema, mida lihtne on teha, riputades konduktorilt kett (või traat) lauale. Pannakse nüüd ketas pöörlema, siis koguneb üks liik elektrit antud kehale, teine aga läheb maasse.

Kirjeldatud elektrimasina abil võime hulga huvitavaid katseid korraldada.

1. Lähendame laetud konduktorile sõrme: konduktori ja sõrme vahel tekib säde, käes tunneme aga pistet.

2. Võtame traadi ja kinnitame tema ühte otsa kimbu paberiribasid, teise otsa pistame pudelikorgi (53. joon.). Ühendame nüüd traadi konduktoriga ja ajame masinat vändast ümber. Paberiribad elektriseeruvad ja tõukuvad teineteisest eemale.

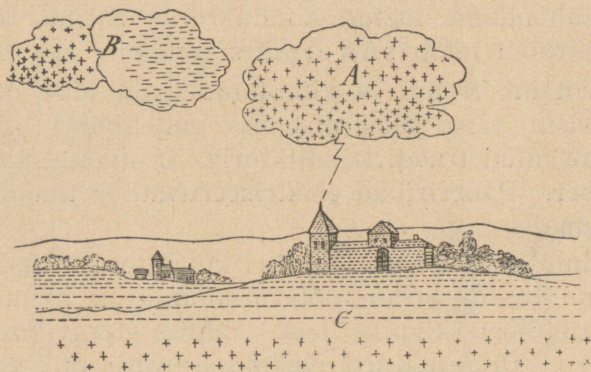
3. Kinnitame ühe konduktori külge terava otsaga traadi, lähendame traadi otsale põleva küünla ja ajame masinat vändast ümber: küünla leek kaldub teravikust eemale (54. joon.). Õhuosakesed elektriseeruvad; mis toimub siis nendega?

Välk ja piksevarras.

Suvel on ilmad sagedasti äikeselised. Enne äikest on taevas selge, õhk vaikne ja kuum. Puulehed seisavad liikumatult või sahisevad õige tasa. Silmapiirile ilmuvad tumehallid pilved, mis taeva peagi katavad; äkitselt tõuseb vali tuul, eemalt kostub müristamine ja maa peale langevad esimesed vihmapiisad. Pilvede vahel sähvatlevad välgud ja tungivad tulijoontena maasse. Välguga kaasas käib müristamine. See suurepärane loodusnähtus — välk — pole muud midagi kui elektrinähtus. Ameerika teadusemees Benjamin Franklin näitas juba 1752. a. suvel, et välk on hiiglaelektrisäde. Ta laskis äikese tulekul siidist tuulemao kõrgele üles. Siidist mao ülemisse otsa kinnitas ta metallist teraviku; mao nõõri suurem osa oli kanepist, mille otsa võti seoti, võtmest edasi läks siidnõõr, mille otsa käes hoiti.

Äikese ajal sai kanepist nõõr märjaks ja pilvedest läks elekter teraviku ja märja nõõri kaudu võtmesse. Kaugemale ei saanud elekter minna, sest siidnõõr on mittejuht. Võtmest sai Franklin tugevaid elektrisädemeid.

Õhus on alati elektrit, nii selge kui pilves ilmaga. Õhus leiduv veeaur on elekrijuht, kuna õhk ise elektrit ei juhi. Kui veeaur piiskadeks tiheneb, siis koguneb nendele elekter. Väiksemad piisad ühinevad suuremaiks tilkadeks, kusjuures nende elektrilaeng kasvab. Nii tekivadki äikesepilved, kui

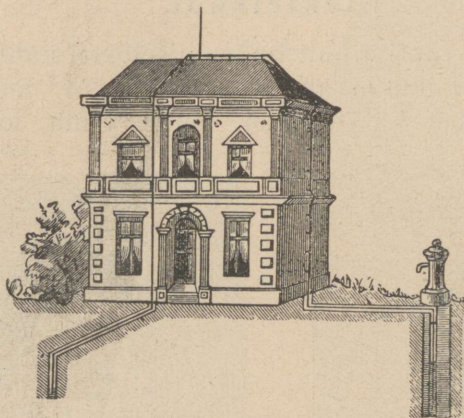


55. joon. Välk.

niiske, soe õhk järsku jaheneb. Suuremalt jaolt on pilved positiivselt elektriseeritud. See tõukab maapinna positiivse elektri sügavamale maapõue ja tõmbab negatiivse elektri maapinnale (55. joon.), nii kaugemale kui see võimalik, puude latvadesse, tornidesse ja muises kõrgemaise kohtadesse. Lõpuks ühinevad isenimelised elektrid hiiglasädemena, välguna. Sellepärast lööb välk ikka kõrgemaise kohtadesse sisse.

Teel pilvedest maasse ajab välk õhuosakesed laiali, need tungivad oma endistele kohtadele tagasi ja õhk hakkab kõvasti võnkuma, mida me müristamisena kuuleme. Et hääle levimise kiirus on valguse levimise kiirusest palju väiksem, siis kuuleme müristamist alati peale välgu sähvatamist. Mõnikord on välk nii kaugel, et müristamine vaateleja kõrvu ei kostugi. Sel puhul räägitakse pälguist.

Piksevarras. Sisse lüües purustab välk harilikult puud ja hooned; inimestesse ja loomadesse sattudes lööb need maha. B. Franklin, kes esimesena näitas, et välk on elekter, leidis ka abinõu hoonete kaitsemiseks pikse eest, nimelt piksevarda. Piksevarras on paks, terava otsaga metallvarb; liiga peenike varb võib välgu mõjul kuumaks minna ja sulama hakata. Ta kinnitatakse maja katusele või kirikutorni otsa ja ühendatakse raudvarva abil maaga. Kuiv muld



56. joon. Piksevarras.

on halb elektrijuht; sellepärast juhitakse raudvarda ots kas pinnaveeni mulda või lähedalolevasse kaevu (56. joon.), et elekter kiiremini võiks levida ja varda otsa laeng ei koguneks. Kui piksevarda kohale ilmub äikesepilv, mis näit. positiivselt elektriseeritud, siis tõmbab ta oma külge maapinna negatiivse elektrit, mis piksevarda teraviku kaudu õhku läheb ja pilve elektriga ühineb, nii et pikselöök jääb tulemata või ilmub ainult nõrgal kujul. Piksevarras kaitseb ainult teatavat pindala, piirkonda, mille raadius võrdub piksevarda (vastuvõtmisosa) pikkusega. Suurtel hoonetel on seepärast mitu piksevarrast. Rooste ei juhi elektrit; sellepärast peab piksevarrast roostest puhastama ja vähemalt iga kahe aasta tagant tema elektrijuhtivust katsutama.

Ülesanded ja küsimused. 1. Riputa isoleeritud alusele kõrvuti kaks lodjapausüdamest kuulikest ja elektriseeri kirjalakipulga abil! Mis toimub

siis? 2. Nimeta, missugused kehad on elektri juhid, missugused mittejuhid! Kuidas võib mittejuhti ära tunda? 3. Kuhu jääb elekter, mis tekib kahe elektrijuhi hõõrumisel? 4. Millega seda seletada, et linnades pikseõnnetusi vähem juhtub kui maal? 5. Missuguseid ettevaatusabinõusid tuleb piksehäda ärahoidmiseks tarvitusele võtta: 1) majas, 2) uulitsal ja 3) lagedal väljal? 6. Kas võivad maja lähedal kasvavad kõrged puud, kuused, männid jne. piksevarda aset täita? 7. Missuguseid vanasõnu tarvitab rahvas pikse kohta?

Elektrivool.

1789. aastani tunti ainult hõõrumiselektri nähtusi. Nimeetatud aastal pani itaalia arst Galvani (57. joon.) juhuslikult tähele isesugust nähtust, mida tema kaaskodanik



57. joon. L. Galvani (1737—1798), itaalia arst, pani esimesena elektrivoolu nähtusi tähele.



58. joon. A. Volta (1745—1827), itaalia õpetlane, esimese galvaani elemendi leiutaja.

Volta (58. joon.) elektri tekitamiseks kasutas. Selleks tarvitas ta klaaspurki, millesse ta kaks metallplaati — tsink- ja vaskplaadi¹ — (teineteisest eemale) aetas ja purki õige

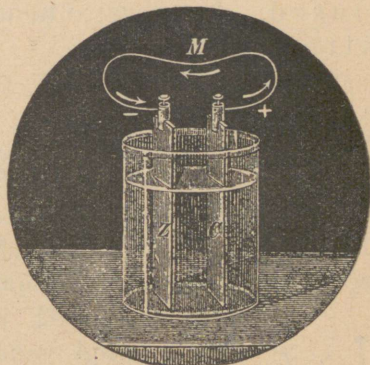
¹ Vaskplaadi asemel võib ka koksist plaati tarvitada.

lahja väävelhapet valas (59. joon.). Plaatide külge olid traadid kinnitatud. Lähendades traadiotsi teineteisele sai Volta sädeme. Elekter tekib siin tsingi ja happe kokkupuutumisel; tsink omandab negatiivse laengu ja hape positiivse, mis vaskplaadile koguneb. Purgis mõjub hape kogu aeg tsingile.

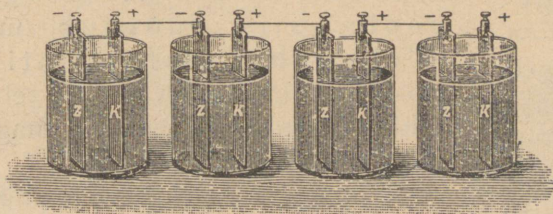
Kui traatide otsad ühendada, siis tekib pidev elektrivool.

Positiivne elekter tungib negatiivsega ühinema ja voolab mööda traate vasest tsingi poole. Niisugust riista, mille abil elektri ehk galvaani voolu võime saada, nimetatakse galvaani elemendiks; traati nimetatakse juhtmeks. Et traadi kaudu elekter kokkupuutumisel teistesse kehadesse ei läheks, mähitakse juhtme ümber siidniiti, s. t. traat isoleeritakse.

Üks element ei suuda tugevat voolu anda. Tugevama voolu tekitamiseks ühendatakse mitu elementi nii, et ühe elemendi vaskplaat on ühendatud järgmise elemendi tsinkplaadiga jne. Seda ühendatud elementide kogu nimetatakse



59. joon. Volta element.



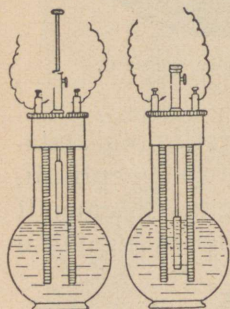
60. joon. Galvaani patarei.

galvaani patareiks (60. joon.). Peale Volta elemendi on praegusel ajal veel palju muid elemente tarvitusel, millest siin Grenet' elementi nimetame (61. joon.). Volta elemendi vool jääb võrdlemisi lühikese aja jooksul nõrgaks ja hape lahustab tsinki vahet pidamata. Et seda nähtust ära hoida, kinnitas Grenet tsinkplaadi metallvarva külge, mille

abil teda võib alla lasta ja üles tõsta. Vedelikuks on Grenet' elemendis lahja väävelhape ja kaaliumkromaadi lahus (12%). Tsinkplaat on asetatud kahe söeplaadi vahele. Kui voolu ei tarvitata, siis tõstetakse tsinkplaat vedelikust välja. Grenet' elemendis koguneb söeplaatidele positiivne, tsingile negatiivne elekter. Vask-, tsink- ja söeplaadid on elementide poolused. Nendega ühendatud juhtmeid nimetatakse elektrootideks.

Elektrivoolu mõjud.

Magnetiline mõju. Ühendame Grenet' elemendi poolused pika traadi abil ja juhime osa traati üle magnetnõela, pikuti nõela sihis. Hoiame alguses tsinkplaadi üleval, nagu 62. joon. näitab. Nii pea kui me tsingi vedelikku laseme, pöördub magnetnõel oma endisest seisangust kõrvale.

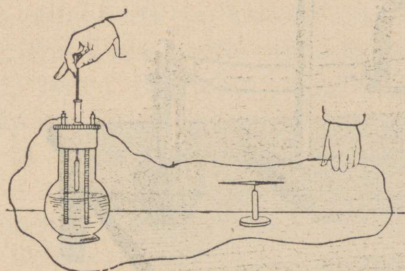


61. joon. Grenet' elemendid. Vasakul pool — vool katkestatud, kui elementi ei tarvitata; paremal pool — element tegevusvalmis.

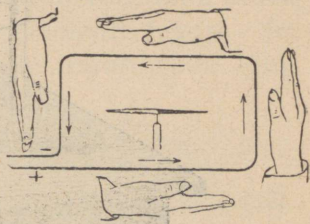
Asetades magnetnõela traatraami, mida mööda läheb vool (63. joon.), kõvendame voolu mõju. Magnetnõela põhjapoolus pöördub seejuures ikka ühele poole ja nimelt: kui parem käsi välja sirutada voolu sihis peoga nõela poole, siis pöördub magnetnõela põhjapoolus alati pöidla poole. Mida tugevam on elektrivool juhtmes, seda suurem on magnetnõela pooluste kääne.

Kirjeldatud elektrivoolu mõju kasutatakse isesuguse riista — galvanoskoobi — ehitamiseks, mille abil teada võib saada, kas antud juhtmes on vool või mitte. Galvanoskoobi moodustab magnetnõel, mille ümber raamina on painutatud vaskriba. Vaskraami otstesse on traatide jaoks näpitsad kinnitatud (64. joon.). Palju tundlikumad on niisugused galvanoskoobid, kus vaskraami asemel on puuraam, millele on mähitud isoleeritud vasktraat (65. joon.).

Elektromagnet. Elektrivoolu abil võime rauda magneetida. Kui raudnaela või kõvera raudpulga ümber isoleeritud traati mähkida ja traadi otsad elemendi poolustega ühendada,

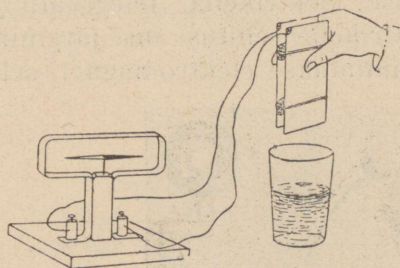


62. joon. Elektrivool mõjub magnetnõelale.

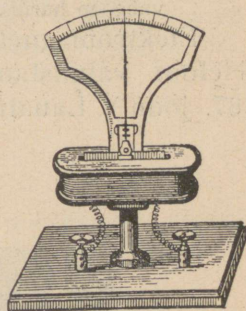


63. joon. Elektrivoolu mõju seadus.

siis saab raud elektrivoolu mõjul magnetiks ja tõmbab külge raud- ning terasasju (66. joon.). Nii pea aga kui me traadis voolu katkestame, kaotab raudpulk magnetilised omadused.



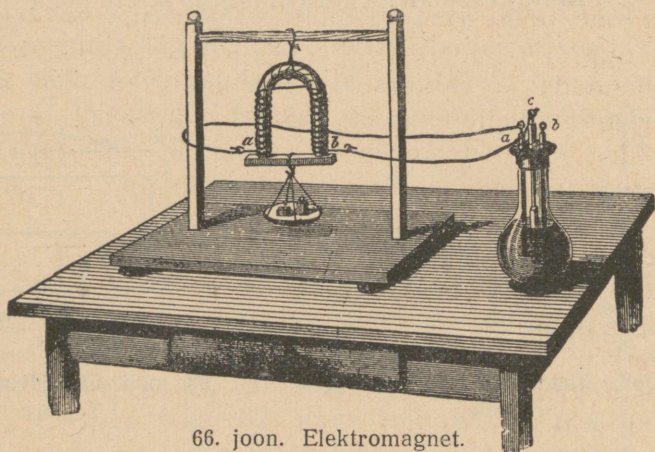
64. joon. Lihtne galvanoskoop.



65. joon. Tundlik galvanoskoop.

Sääraseid magneteid kutsutakse elektromagnetiteks. Harilikult on elektromagnetid hobuserauakujulised; hobuseraua otste ümber on isoleeritud traat mähitud (66. joon.). Elektromagnetite külgetõmbejõud on palju suurem kui harilikul magnetil. Teraspulk hoiab magnetilisi omadusi ka

peale voolu katkestamist alal. Elektromagneteid tarvitatakse igapäevses elus ja töönduses väga mitmesuguseiks ots-tarbeiks.

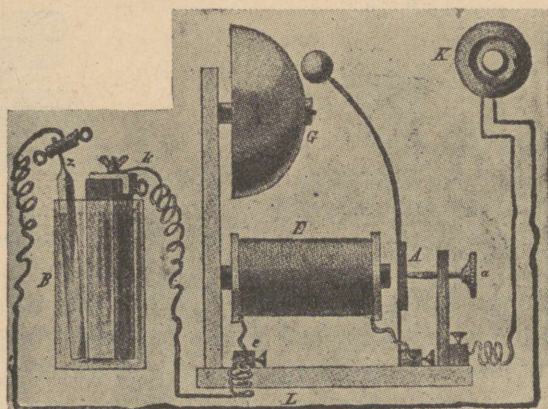


66. joon. Elektromagnet.

Elektrikell.

Vaatlused. 1. Vaadelge, kui on võimalust, kuidas elektrikell üles seatakse! 2. Vaadelge, missugused on elektrikella välised osad! 3. Vaadake, kuidas elektrikella helisema pannakse! 4. Missugune vahe on hariliku teras- või vasktraadi ja elektrikella juhtmete vahel?

Elektromagnetit tarvitatakse elektrikella, telegraafi ja telefoni valmistamiseks. Elektrikella ehitus on järgmine (67. joon.). Lauatüki külge kinnitatakse elektromagnet, selle



67. joon. Elektrikell.

lähedale vedru külge pehmest rauast kitsas plaat (*A*), mida nimetatakse ankruks; ankru küljes on vasarake. Vedru toeb vastu kruvi (*a*), mis metallpulga ja juhtme kaudu on elemendi ühe poolusega ühendatud; teise juhtme teele on asetatud nupp (67. joon., *K*, ja 68. joon.), mille abil võib voolu ühendada ja katkestada. Harilikult on vool katkestatud. Kui nupu peale vajutada, siis ühendub vool ning läheb kruvi, vedru ja elektromagneti kaudu elementi tagasi. Sel silmapilgul, kui elektromagneti mähisesse ilmub vool, tõm dab ta ankru külge ja vasarake lööb vastu kella; vedru ei puuduta nüüd enam kruvi, selle tõttu katkeb vool ja vedru rõhub ankru endisse seisangusse vastu kruvi tagasi. Nüüd ühendub aga jälle vool ja vasar lööb uuesti vastu kella. Nii kaua kui nupu peale vajutatakse ja kell on elemendiga ühendatud, liigub vasar kiirelt edasi-tagasi ja paneb kella helisema.



68. joon. Elektrikella nupu läbilõik.

Ülesanded ja küsimused. 1. Miks peavad elektrikella nuppu kaks traati tulema? 2. Miks peab elektromagneti mähise traat isoleeritud olema? 3. Määrake magnetnõela abil, missugune on elektromagneti põhjapoolus! 4. Mis vahe on magneti ja elektromagneti vahel? 5. Volta elemendi valmistamine (õpetaja juhatusel). 6. Joonistage: Grenet' element läbilõigis; elektrikella sissesead mõnes majas.

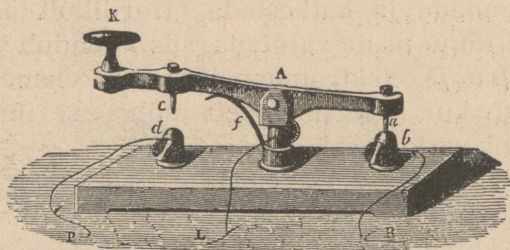
Telegraaf.

Vaatlused. 1. Vaadeldge, kuidas on telegraafitraadid postide külge kinnitatud! 2. Kui võimalust on, siis pange tähele telegraafikaabli mähist! 3. Pange lähemalt tähele telegraafiplanki!

Telegraafi peaosad on galvaani patarei, võti, juhtmed ja vastuvõtteaparaat.

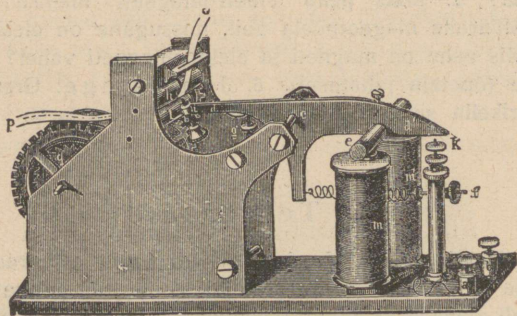
Galvaani patareina esineb suur hulk galvaani elemente. Võtme (69. joon.) ülesanne on, nagu elektrikella nupul, voolu ühendada. Seda toimetatakse võtme allavajutamise; siis tuleb vool patareist juhtme *P* kaudu võtmesse, läheb sambasse *A* ja sealt juhtme *L* kaudu patareisse tagasi.

Tuleb vool mõnest teisest jaamast, siis läheb see traadi *L* kaudu sambasse *A* ja sealt traadi *R* kaudu vastuvõtjasse, kirjutavasse aparati (70. joon.). Vastuvõtjas läheb vool läbi elektromagneti mähise *m*; elektromagnet tõmbab omale külge



69. joon. Telegraafi võti.

ankru *e*, mis varustatud on kangikesega *d*; kangikese otsas on nõel või pliiats *i*. Nii pea kui elektromagnet ankru külge tõmbab, surub pliiats vastu paberist linti, mida kellamehha-



70. joon. Morse'i telegraafi kirjutav aparaat.

nism aeglaselt edasi lükkab. Kui telegrafist võtme ainult silmapilguks alla vajutab, siis on voolu kestus õige lühike ja pliiats märgib paberile punkti, hoiab telegrafist võtme aga pisut kauem all, siis ilmub lindile joon.

Võtme ja kirjutava aparadi leiutas 1837. a. ameeriklane

Morse (71. joon.). Ta seadis punktidest ja joonekestest ka tähestiku kokku. Morse'i tähestik on järgmine:

A · —	I · ·	Q — — · —	X — · · —
B — · · ·	J · — — —	R · — ·	Y — · — —
C — · · —	K — · —	S · · ·	Z — — · ·
D — · ·	L · — · ·	T —	Ä · — · ·
E ·	M — —	U · · —	Ö — — · ·
F · · —	N — ·	V · · · —	Ü · · — —
G — — ·	O — — —	W · — —	· · · · ·
H · · · ·	P · — — ·		

1 · — — — —	2 · — — — —	3 · · · — —	4 · · · · —
5 · · · · ·	6 — · · · ·	7 — — · · ·	8 — — — · ·
9 — — — — ·	10 — — — — —		

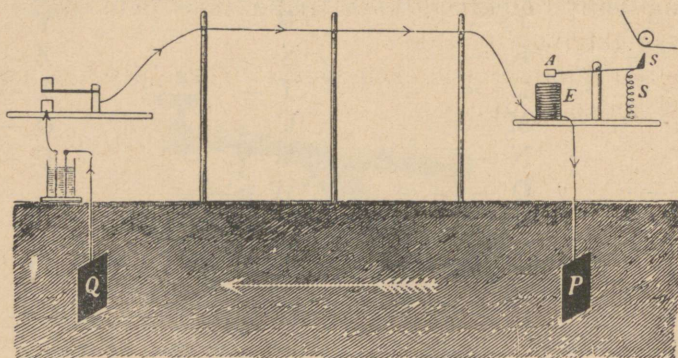
Telegraafijaama tegevust selgitab 72. joonis, kus ühel pool on saatejaam patarei ja võtmega ja teisel pool vastuvõttejaam elektromagneti ja kirjutava aparaadiga. Võtme abil ühendame voolu saatejaamas, mis mööda juhett (traati) vastuvõttejaamas elektromagnetis läheb; elektromagnet tõmbab ankru külge ja pliats vajutab liikuvale lindile. Katkestame voolu, siis tõmbab verdu *s* ankru magneti küljest eemale ning pliats ei puuduta enam linti. Ühenduseks on ainult üks traat; vastuvõttejaamas juhitakse elektrivool maasse (*P*). Et traati mööda voolav elekter postide kaudu maasse ei läheks, selleks kinnitatakse traat isesuguste portselan-kannude ehk isolatorite külge.

Mere taha telegrafeerimiseks pannakse juhtmed mere



71. joon. Samuel Morse, telegraafi leiutaja (1791—1872).

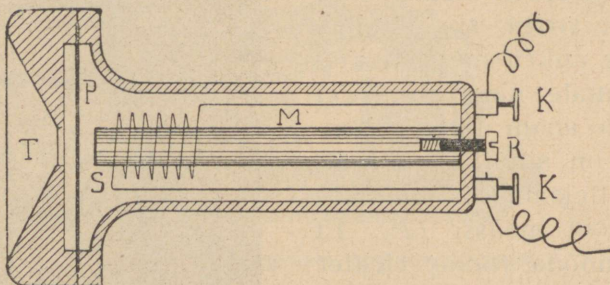
põhja. Merealune juhe koostub mitmest vasktraadist, mis on mitmekordse pigitatud mähisega ümbritsetud. Sääraseid juhtmeid nimetatakse kaabliteks.



72. joon. Telegraafijaama kavand.

Telefon.

Telefoniks nimetatakse sisseseadu, mis võimaldab kaugel maa taha kõnelda ja kaugel öeldud sõnu kuulda. Kõige enam tarvitusel on ameeriklase Bell'i telefon. Väliselt kujutab telefon puukasti, mis ettepoole laieneb (73. joon.), moo-

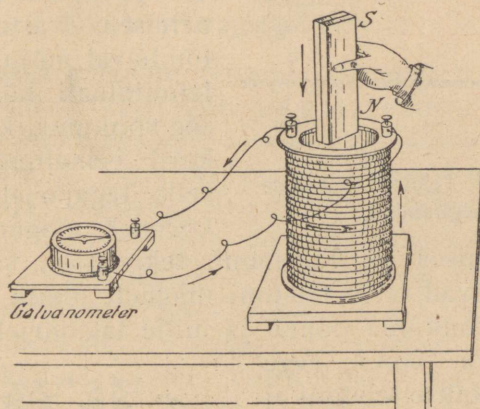


73. joon. Telefoni läbilõik.

dustades leetri *T*, milles on keskel umbes 2-sentimeetrilise läbimõõduga ava. Selle taga asub õhukesest raudplekist kõneplaat *P*. Teisel pool telefoni otsas on kaks näpitsat *K* traatide kinnitamiseks. Traadid ühendavad kaht telefoni. Puukastis on magnetpulk *M*, mille ühe otsa ümber on

asetatud pool, vasktraadist mähises. Ka mähise traadi otsad on näpitsatega ühendatud. Oluline erinevus telegraafi ja telefoni töötamisviisides seisab selles, et telefon võib töötada ilma välise elektriallikata (patareita). Kus peitub siis telefonis elektrivoolu allikas?

Telefoni töötamisviisi selgemaks arusaamiseks peatume järgmiste katsete juures.

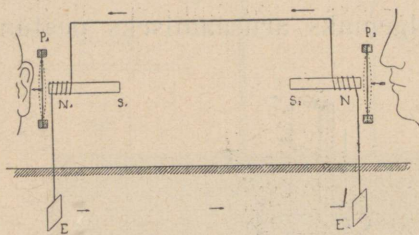


74. joon. Induktsioonivoolu tekkimise selgitamine.

Induktsioon. Võtame õõnsa rulli, mille ümber on isoleeritud traadist mähis. Niisugust rulli nimetatakse pooliks. Mähise otsad ühendame galvanoskoobiga (ehk galvanomeetriga), nagu 74. joon. näitab, ning ootame, kuni magnetnõel paigale jääb. Pistame nüüd kiiresti magnetpulga, põhjapoolus ees, pooli. Magnetnõel teeb pöörde vasakule ja tuleb endisse asendisse kohe jälle tagasi. Tõmbame magneti järsku välja: galvanoskoobinõel teeb pöörde paremale. Galvanoskoobinõela liikumine tõendab meile, et mähisest vool läbi läks sel silmapilgul, kui me magneti lähendasime või eemale viisime. Vool kestab aga ainult nii kaua kui magnet läheneb või eemaldub. Voolu kestus on õige lühike. Neid voole, mis mähises magneti lähendamisel või eemaldamisel tekivad, kutsutakse induktsioonivooludeks.¹

¹ Ladinakeelsest sõnast *inducere* — sisse viima.

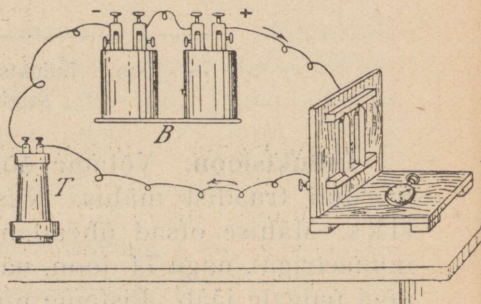
Lähendamisel tekkiv induksioonivool on oma sihi poolest vastupidine eemaldamisvoolule: need on vahelduvad voolud. Peale hõõrumis- ja galvaani elektri võib veel induksioonielektrit kasutada, mis telefonis tegelikult sünnibki.



75. joon. Telefoni tegevuse selgitamine.

ritsevas mähises (*S*, 73. joon.) tekivad ja kaovad voolud. Need muudavad teise telefoni magneti jõudu, mis omakord seal plaati võnkuma paneb ja mille tagajärjel hääl kuuldavale tuleb (75. joon.). Tegelikult tarvitatakse telefoni ainult kuulamiseks, kõneldakse aga mikrofoni.

Mikrofoni moodustab kuivast puust lauake, mille tagaküljele on kinnitatud kak. sõepulka; esiküljel on nad näpitsate abil traatidega ühendatud. Sõepulka-dele toevad lõdvalt kaks teist sõepulgakest (76. joon.). Öhu võnkumisel, mis tekib kõnlemise puhul, liiguvad pisut lahtised sõepulgad ja selle tagajärjel nõrgeneb või kõveneb elektrivool. Voolu muutumised mõjuvad magnetile telefonis, mis raudplaadikese võnkuma panevad ja hääle kuuldavale toovad.



76. joon. Mikrofon; B — patarei, T — telefon.

Induksiooninähtustel põhineb ka d ü n a m o m a s i n a t e ehitus. Dünamomasinate abil saadakse tugevat elektrivoolu, mida elektrivalgustuse j. m. otstarveteks kasutatakse.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mis tähtsus on telegraafil ühiskondlikus elus (loenda kõik alad, kus telegraaf tarvitusel)? 2. Miks ei tohi telegraafiposti külge kinnitatud isolaatoreid kividega pilduda, neid rikkuda? 3. Missuguseid tähtsamaid leiutisi elektri alal oli vaja, et telegraafi tarvitusevõtmise sai võimalikuks? 4. Mispärast „sumisevad“ mõnikord telegraafitraadid? 5. Joonista telegraafijaamade kavand! 6. Kirjuta Morse'i tähestikuga järgmine lause: „Mu isamaa armas“! 7. Võrdle telegraafiaparaati telefoniga! 8. Mispärast ei või telefoni „kõneplaat“ olla vasest?

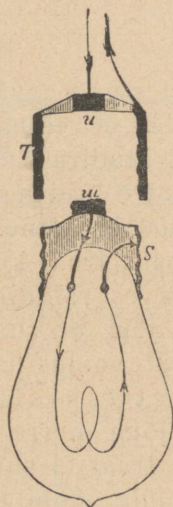
Elektrivalgustus.

Kui ühendada galvaani patarei poolused peene vasktraadiga, siis tundub traati sõrmega puudutades, et see läheb soojaks. Kui ühendamiseks lühikest, peent raudtraati tarvitada, läheb see nii kuumaks, et ta hakkab hõõguma ja võib „läbi põleda“. Jämedal traadil me soojust ei tunne.

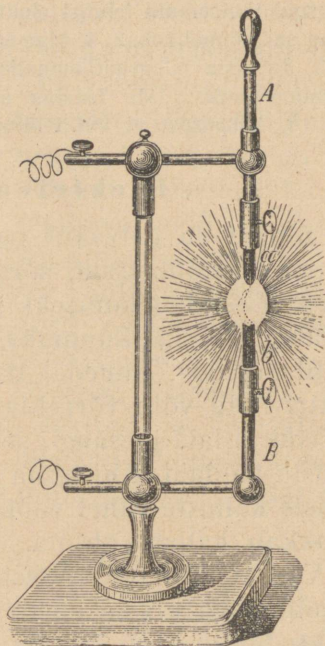
Elektrivoolu võib võrrelda jõevooluga: paks traat kujutaks sügavat ja laia jõesangi; ses sängis voolab vesi rahulikult ega purusta kaldaid. Kui sama veehulk (sama jõgi) on sunnitud kitsaste kallaste vahel voolama, siis muutub voolus karedaks, hakkab kallast uhtma, teeb tööd, et takistust võita. Vesi tõuseb üle kallaste, osa vett ei jõua merre või järve. Sama lugu on ka elektrivooluga: peen traat ei suuda kogu elektrihulka edasi juhtida, vool hakkab tööle, sünnitades soojust ja valgust. Mida peenem on juht, seda suurem on takistus. Seda voolu omadust kasutavad inimesed elektrilampide valmistamiseks. Harilikud elektri hõõglambid koostuvad klaaspirnist, millesse peen sõeniit või raskestisulavast metallist peen traat on asetatud (77. joon.). Minnes läbi peene traadi paneb tugev vool ta heledasti hõõguma. Et sõeniit ära ei põleks, selleks pumbatakse õhk pirnist välja.

Hõõglampide kõrval on tarvitusel veel elektri kaarlambid. Kaarlampides lõpevad elektrijuhtmed umbes sõrmpaksuste sõepulkadega (78. joon.), sõepulkade otsad on teravaks tehtud; alguses puudutavad teravikud teineteist. Et sõepulgad on paksud, siis ei takista nad voolu, mis alles teravikkudes takistub ja neid hõõguma paneb. Et hõõgumine vabas õhus toimub, siis põlevad teravikud aegamööda ära; nende vahele jääb vahe. Nüüd aga murduvad väikesed sõekübemed ühe sõepulga küljest lahti ja lendavad teise juurde,

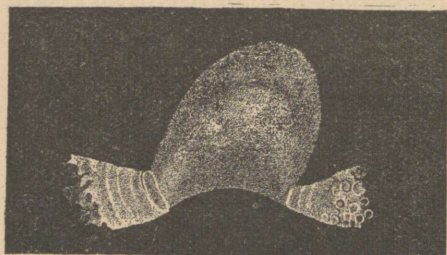
voolu edasi kandes. Söekübemete lennutee on kaaresarnane; nii tekib söepulkade otste vahele pimestavalt helenduv leek -



77. joon. Elektripirn; L — hülss, millesse pirn keeratakse.



78. joon. Elektri kaarlamp, a b — söepulgad.



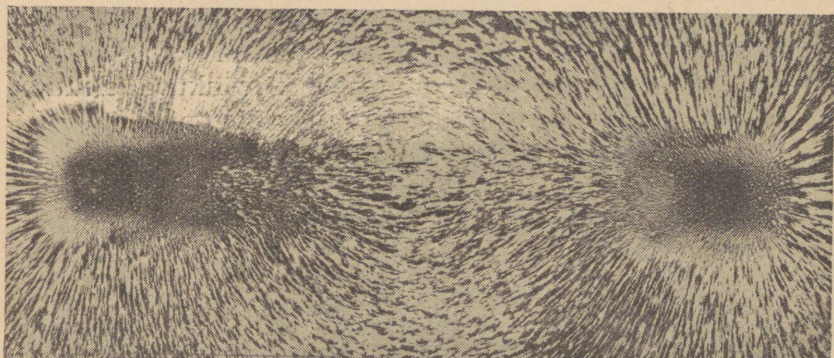
79. joon. Volta kaar.

kaar (79. joon.), millest lambid ka oma nimetuse — kaarlambid — on saanud; kaart ennast nimetatakse volta kaareks. Volta kaart, mille temperatuur on väga kõrge, kasutatakse elektrisoojendamisahjude ehmisel.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugused paremused on elektrivalgusel võrreldes teiste valguseallikatega? 2. Miks lõpevad kaarlampides söepulgad teravikkudena? 3. Kuidas elektrilampi „põlema süüdata“? 4. Joonista elektripirn!

Raadio.

Asetame magneti lauale, sellele asetame papitüki või valge kirjutuspaberilehe. Puistame papile või paberile rauapuru. Koputades sõrmega papile, võime tähele panna, kuidas papil tuleb nähtavale jooneline pilt: see on magnetiväli magneti tungjoontega (80. joon.). Siin näeme, et magneti tungjooned algavad ühel magnetipoolusel ja lõpevad teisel. Iga magneti ümber on magneti tungjooned. Rauapuru abil tegime nad ainult nähtavaks.



80. joon. Magnetit tungjooned.

Just magneti tungjoonte suunas mõjub magnet raua või magneti poolusele.

Ka iga voolu ümber on magnetiväli, mida samuti rauapuru abil võib nähtavaks teha. Voolu ümber olevad magneti tungjooned on ringikujulised.

Varem nägime, (lk. 59), et kui liigutada traadi lähedal magnetit, siis tekkis traadis elektrivool, mida induktsioonivooluks nimetasime.

Induktsioonivoolu tekkimise üldseadus on järgmine: induktsioonivool tekib traadis siis, kui traat lõikab magnetivälja tungjooni. Seks on tarvis, et traat liiguks magnetiväljas või magnetiväli traadi suhtes. Seega ei ole tarvilik, et magnet puudutaks traati. See sünnib kõik nähtamatult läbi ruumi.

Seame tuppä nõõride abil lae alla rõõõbiti teineteisega kaks ühepikkust traati, mis eraldame portselanrullide abil

nööridest. Seejuures ei tohi traadid ka lage ega seina puudutada. Ühe traadiotsa kinnitame elektrimasina ühe konduktori külge, kuna elektrimasina teise konduktori ühendame traadi kaudu maaga. Teise traadi ühendame huumlambi kaudu ka maaga. Ajame masinat nii ringi, et masina konduktorite vahel tekiks säde. Ühel ajal selle sädemega näeme, et huumlamp hõõgub. Tähendab, et ka seal tekkis elektrivool. Kuidas see tekkis?

Seega, et elektrimasina konduktorite vahel tekitasime sädeme, tekkis ka masina konduktoriga ühenduses oleval traadil elektrivool, sest säde ongi elektrivool. Harilikust voolust erineb sädeme vool selle poolest, et siin väga kiiresti vaheldub voolu suund. Meil on tegemist võnkuva elektrivooluga ehk elektri võnkumisega lae alla paigutatud traadil. Ka selle voolu ümber tekivad magneti tungjooned, mis levides lõikasid huumlambiga ühenduses olevat traati. Nii tekkis viimases induktsioonivool, mis huumlambi hõõguma pani. Siin liikus magnetiväli traadi suhtes.

Seega nägime, et elektrienergia võib ruumis levida. Nii-sugust elektrienergia levimist nimetatakse **elektromagnetilisteks laineteks**.

Elektromagnetilised lained leiavad tarvitamist traadita telegraafi ja telefoni ehk raadio juures.

Raadio saatejaamas on püstitatud elektrijuht, mida antenniks nimetatakse. Antenn on, nagu meie eelmise katse juures, maast eraldatud elektrit mittejuhtivate isolaatoritega. Antennis pannakse mikrofoni abil võnkuma elektrivool, mis seega on elektromagnetiliste ehk raadio lainete allikaks. Siit levivad raadiolained ilmaruumi laiali.

Ka vastuvõttejaamas on antenn. Kui raadiolained vastuvõttejaama antennini jõuavad, siis tekib viimases vool. See vool juhitakse telefoni või valjuhääldajasse, mis raadiolained kuuldavale toob.

Sageli on vastuvõtteaparaadis üks või rohkem elektripirni taolist raadiolampi. Nende lampide abil toimub voolu kõvendamine, sest sageli on antenni poolt vastu võetud elektrienergia hulk selleks liiga väike, et telefonis hääl kuuldavale tuleks.

Raadio kaudu saadetakse laiali ilmateateid, ajalehtede teateid, muusikat jne. Eriti suur tähtsus on raadiol laevanduses: kaugel merel viibivad laevad võivad raadio kaudu ühendust pidada kaugel asuvate raadiojaamadega.

Liikumine.

Vaatlused. 1. Vaatle sind ümbritsevaid asju! Missugused neist muudavad oma kohta, missugused mitte? 2. Pane tähele, kas võidujooksjad saavad sihile jõudes järsku seisma jääda! 3. Kuhu poole kaldub sõitja keha, kui ta vankril püsti seisab ja hobune järsku edasi tõmbab?

Võtame veega täidetud klaasi ja liigutame teda ettevaatlikult tase mööda lauda; vesi jääb klaasi, kuid loksub natuke. Liigutame pärast klaasi kiiremini ja jätame ta järsku seisma; nüüd valgub vesi klaasist välja klaasi endises liikumissuunas. Sama nähtust võime ka liikuvast vagunis tähele panna: kui me seisame ja vagun järsku peatub, siis tunneme tõuget ettepoole ja peame millegi vastu toetuma, et mitte kukkuda. Iga liikuv keha püüab oma liikumist alal hoida.

Katame veeklaasi paberi- või papitükiga ja paneme paberile metallraha; tõmbame järsku liigutusega paberi klaasi pealt ära, siis kukub raha klaasi ega liigu paberiga ühes. Tähendab, paigalolev keha püüab oma olekut alal hoida. Kõik loodusekehad, mis ei liigu, püüavad paigal püsida, need kehad aga, mis liiguvad, püüavad alati liikuda. Kehade omadust, oma olekut alal hoida, kutsutakse inertsiks. Inerti abil võime paljusid nähtusi seletada. Seesugused nähtused on, näit., kirvele varre tahalöömine, tolmu väljakloppimine rõivaist jne.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast ei saa me kiire jooksu pealt järsku seisma jääda? 2. Mispärast ei purusta püssikuul aknaklaasi kildudeks, vaid lööb ainult väikese augu klaasi? 3. Mispärast peame laia kraavist üle hüppamiseks hoogu võtma? 4. Mispärast on kardetav liikuvast sõidukilt maha hüppata? Kuhu poole peame maha hüppama? 5. Mispärast katkevad mõnikord seisva rongi vagunite ühendusketid, kui vedur järsku edasi tõmbab? 6. Mispärast läheb kiiresti ümber nurga sõitev vanker hõlpsasti ümber?

Tung ja tema mõõtmine.

Inertsitõttu on vaja teatavat jõupingutust, et liikuvat keha seisma panna või tema liikumissuunda muuta. Et liikuvat lootsikut seisma panna, peab aerudega tagasi tõmbama või aerud vähemalt „vastu hoidma“. Selleks, et palli liikuma panna, peame talle tõuke andma jne.

Iga põhjust, mis antud keha olekut muudab, s. t. mis paigaloleva keha liikuma ja liikuva keha seisma paneb või tema liikumist muudab, nimetatakse tungiks. Tungid on väga mitmesugused: inimese ja loomade lihaste tung, tuule tung, voolava vee tung, elektritung jne. Tungide hulka tuleb ka hõõrdumist arvata, mis liikumist takistab. Hõõrdumistungi, mis pindadega kokkupuutumisel esineb, ei saa me tegelikult täiesti ära kaotada: ükskõik kui siledaks me pinna ka lihvimise, siiski jääb hõõrdumistung alale. Hõõrdumistung on mõnel juhul isegi kasulik, näit. kuival maal astume julgesti, jää aga on raskem sammuda.

Tungide suurust mõõdetakse kaaluühikuis. Esiti tuleb kindlaks määrata, missugusele raskusele vastab antud jõud. Näit. võime vedrukaalude abil musklite tungi j. m. tungide suurust mõõta.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugune ülesanne on veduri ja vaguni piduril? Millega seletada tema tegevust? 2. Mispärast määratakse vankritelgi (rattarummu sees)? 3. Nimetage juhtusid, kus kasulik on hõõrdumist suurendada? 4. Mispärast määratakse viulipoognat kampoliga?

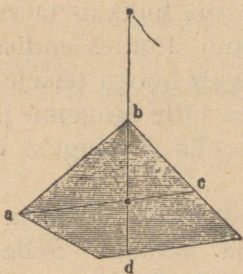
Raskuspunkt ja tasakaal.

Vaatlused. 1. Tuleta meelde (oma tähelepanekuist), kuidas juhib põllumees heinakoormat, et seda hoida ümber minemast! 2. Katsu, missugune tindipott kindlamini seisab, kas madal ja lai või kõrge ja kitsas! 3. Pane tähele, missugused rattad on autol (kas madalad või kõrged)!

Iga keha, mis millelegi ei toe, langeb; et keha langesmast hoida, pole aga sugugi vaja teda kogu laiuse ja pikkuse ulatuses toetada. Keppi võime sõrmel hoida, ilma et ta langeks: siis võrdub kepi vasakpoolse osa raskus parempoolse osa raskusega: me ütleme: mõlemad pooled on t a s a -

kaalus. Ka papist ketas, mille keskpunkt nõela otsale toeb, ei lange mitte: kõik pooled on tasakaalus. Samuti leiame igas kehas ühe punkti, mille ümber raskus igas suunas ühetasaselt on jaotatud. Seesugust punkti nimetatakse raskuspunktiks. Kui keha raskuspunktis toetub, siis ta ei lange.

Ruudu raskuspunkt asub tema diagonaalide lõikepunktis. Kuuli raskuspunkt asub tema keskpunktis. Riputame lauätüki niidi otsa (81. joon.), siis asub raskuspunkt sirgjoonel *bd*, vertikaalsuunas toetuspunkti all; seda joont nimetatakse ras-



81. joon. Raskuspunkti leidmine.



82. joon. 2. ülesande juurde.

kusjooneks. Riputame sama lauätüki mõnda muud nurka pidi niidi otsa, näit. *a* kohal, siis saame uue raskusjoone *ac*. Kuna keha raskuspunkt kuski neil joontel asub, siis peab tema asukohaks olema raskusjoonte lõikepunkt, mis mõlemal joonel ühine.

Toetuspunkt ei tarvitse raskuspunktiga ühte langeda: rippuvail kehadel, nagu laelambil, asub toetuspunkt raskuspunktist kõrgemal, laual, majal ja muil seisvail kehadel on toetuspunkt raskuspunktist allpool ja ainult suuremal osal pöörlevail kehadel, nagu võllil, rattal j. m., langevad mõlemad punktid ühte. Keha on tasakaalus siis, kui toetus- ja raskuspunktid asuvad ühel vertikaaljoonel (81. joon.), ja mida madalamal asub raskuspunkt, seda püsivamalt seisab keha.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kus (umbes) asub seisva inimese keha raskuspunkt? 2. Kuhupoole ta nihkub, kui me raske pange vasakusse

kätte võtame (82. joon.)? kui me koti selga võtame? 3. Mispärast on ühtlane kera horisontaalsel tasapinnal igas seisangus tasakaalus? 4. Vankri koormaks on tühjad ja raske kaubaga täidetud kastid. Missugusel juhul läheb ta hõlpsamini ümber, kas siis, kui tühjad kastid on täidetud kastide peale laotud või vastuoksa, kui täidetud kastid asuvad tühjade peal? 5. Kuidas hoiab inimene keha, kui ta järsust mäest üles läheb? 6. Lõika papist mitmenurgelisi lõike (tükke) ja määra nende raskuspunktid, riputades neid niidi otsa ja tõmmates vastavaid raskusjooni!

Pendel.

Kinnitame niidi külge mõne raskuse, näiteks tinakuuli ja seome niidi teise otsa kuhugi kinni. Niit ühes kuuliga jääb otsesihis ülevalt alla rippuma. Kui nüüd tinakuuli sellest seisust välja lükkame ja lahti laseme, siis hakkab ta raskuse mõjul endisse seisukohta tagasi langema. Jõudes endisse seisangusse, ei jää ta aga seisma, vaid liigub hooga teisele poole samasugusele kaugusele. Siit hakkab ta jälle langema ja jääb nõnda edasi-tagasi võnkuma mõneks ajaks. Seesugust võnkuvat keha nimetatakse pendliks.

Lükkame pendli tasakaalu seisust pisut välja ja loendame, mitu võnku ta teeb mõne aja jooksul. Selle järel lükkame teda rohkem ja loendame võnkude arvu sama aja jooksul. Selgub, et võnkude arv mõlemal korral on võrdne, kuigi esimesel korral võnkude ulatus oli väike, teisel korral suur.

Kui võrdleme mitme isesuguse raskusega, kuid ühesuguse pikkusega pendli võnkumist, siis näeme, et võnkude arv on võrdne. Tähendab, pendli raskus ei avalda mõju võnkude arvule.

Võrreldes mitme isepikkusega pendli võnkumist näeme, et lühikesed teevad rohkem võnkusid kui pikad sama aja jooksul.

Võtame kolm pendlit. Ühe pikkus olgu 100 sm, teine neli korda lühem, s. t. 25 sm, ja kolmas 9 korda lühem, s. t. 11 sm pikk. Loendame, mitu võnku need teevad 10 sek. jooksul. Selgub, et esimene teeb 10 võnku, teine — 20 ja kolmas — 30. Seega teeb esimene ühe sekundi jooksul ühe, teine — 2 ja kolmas 3 võnku.

Nii näeme, et valitseb kindel korrapärasus pendli pikkuse

ja võnkude arvu vahel. On pendel neli korda lühem, siis on võnkude arv kaks korda suurem, on pendel üheksa korda lühem, siis on võnkude arv kolm korda suurem.

Liikuv pendel jääb mõne aja pärast seisma. See tuleb sellest, et õhk liikumist takistab ja nõõr kinnitumise kohal hõõrdub. Kui neid takistusi poleks, siis võnguks iga pendel lõpmata.

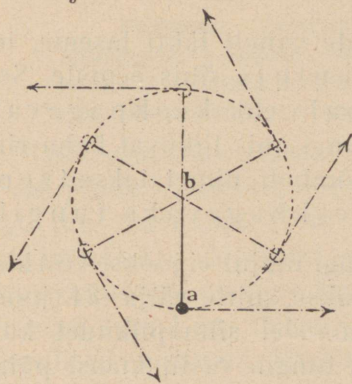
Pendlit kasutatakse seinakellades. Kella rattad ja osutid paneb liikuma raskus, mille kett mähitud ümber kella võlli. Kui laseksime raskust takistuseta kella võlli ümber ajada, siis hakkaks see liikuma järjest kiiremini. Pendel aga oma korrapärase võnkumisega teeb võlli pöörlemise ühtlaseks.

Kui seinakell ette käib, siis tuleb pendlit pikendada, jääb aga kell õigest ajast maha, siis peame pendlit lühendama.

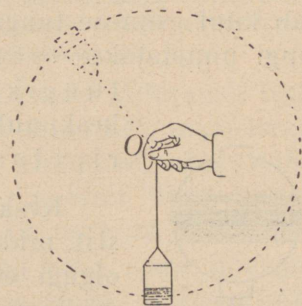
Küsimus. Kui üks pendel on teisest 16 korda lühem, mitu korda on siis ta võnkude arv suurem?

Ringjooneline liikumine.

Liikuva keha tee võib kaju poolest olla kas sirg- või kõverjooneline. Vabalt langeva keha liikumistee on sirg-



83. joon. Ringjooneline liikumine.

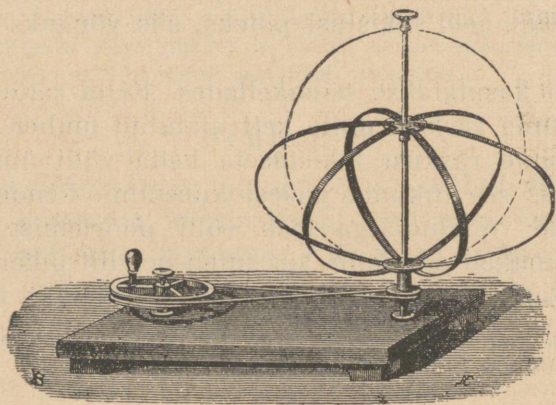


84. joon. Keskpäeva tungi mõjul jääb vesi klaasi.

jooneline. Kõverjoonelistest liikumistest on kõige lihtsam keha ühtlane ringjooneline liikumine.

Seome raske kuuli peene nõõri otsa ja hakkame seda keskpunkti *b* ümber keerutama (83. joon.). Seesugusel ring-

joonelisel liikumisel paneme tähele kahte tungi: üks, mis nõõri pingul hoiab ning püüab raskust keskpunktist eemaldada ja teine — sõrmelihaste tung, mis takistab kuuli eemale liikumast ning teda ringi keskpunkti poole tõmbab.



85. joon. Tsentrifugaalmasin.

Nii pea kui me nõõriotsa sõrmede vahelt lahti laseme, lendab kuul esimese tungi mõjul puutuja sihis eemale. Seda tungi nimetatakse tsentrifugaal- ehk keskpägevaks tungiks. Teist tungi, mis liikuvat keha ringi keskpunkti poole tõmbab, nimetatakse tsentripetaal- ehk keskhägevaks tungiks.



86. joon. Raskema erikaaluga vedelik asub keskkohast kaugemale.

Keskpägeva tungi mõjul ei jookse vesi klaasist, mida keerutatakse, mitte välja (84. joon.), olgugi et klaas mõnedel silmapilkudel kummuli on, vaid vesi tungib vastu klaasi põhja.

Katsete varal tsentrifugaalmasinaga (85. joon.) pandi tähele järgmisi nähtusi: tsentrifugaaltung on seda suurem, a) mida kiiremini keha ringjoonel liigub, b) mida raskem on keha ja mida pikem on nõõr.

Valame kerakujulisse pudelisse elavhõbedat ja värvitud vett; elavhõbe kui erikaalu poolest raskem langeb põhja, vesi tõuseb pinnale. Asetame selle pudeli nüüd tsentrifugaalmasinale ja paneme ta kiiresti pöörlema, siis püüavad vedeliku osakesed tsentrifugaaltungi mõjul keskpunktist võimalikult kaugemale asuda ja moodustavad seinte keskkohal vöö ehk rõnga. Elavhõbe kui raskem osa omandab kõige kaugema asendi, s. t. vöö (rõnga) keskkoha (86. joon.). Sama nähtus esineb ka koorelahutajas ehk separaatoris: erikaaludekohaselt asuvad koore ja piima osad separaatoritrumli keskkohast isekaugustele.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast hoidub rattasõitja ümber nurga sõitmisel nurga (sisse-)poole kaldu? 2. Kuidas peab ennast karussellil (pöörkiigel) hoidma, et mitte maha kukkuda? 3. Raudtee käänakuil on väline rõõbas sisemisest natuke kõrgem. Mispärast? 4. Kas võib pange veega vertikaalses pinnas keerutada, ilma et vesi maha jookseks? 5. Kivi on nõõri otsa seotud ja teda hakatakse vertikaalses pinnas kellaosuti suunas keerutama. Missugusel silmapilgul peame nõõri otsa lahti laskma, et kivi otse üles lendaks? 6. Kui on võimalust, vaatle separaatori sise-mist ehitust. Kust jookseb koor välja?

Lihmasinad.

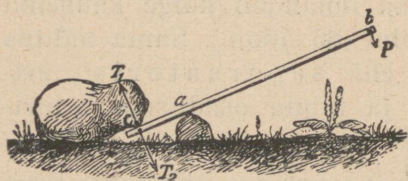
Vaatlused. Vaatluseks tuleb kohalikkudele oludele vastavalt igasuguseid võimalusi kasutada, näit. paemurdudes kivide lahti-murdmist, majade ehitamise juures raskete asjade edasitoimetamist, kaelkookude tarvitamist vee kandmiseks jne.

Töötgemiseks peame kas lihaste jõudu kulutama, tuule ja vee jõudu kasutama või kunstlikke abinõusid, nagu kangi, nuga jne. tarvitama. Neid kunstlikke abinõusid nimetatakse masinateks. Masinad on ehituse poolest väga mitmesugused: mõned on õige keerulised, näit. õmblus- ja kudumismasinad, teised aga täiesti lihtsad, nagu kang, nuga, nõel jne. Keerulised masinad koostuvad lihtmasinaist, millest kõige tähtsamad on kang ja kaldpind.

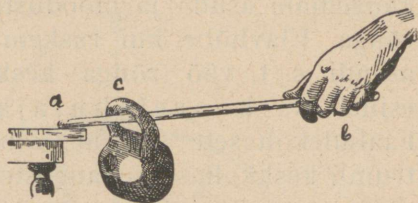
Kang.

Kang on lihtne kepp või varb, mille abil raskusi võib tõsta. Pistame kepi otsa kivi ääre alla, paneme väiksema kivi või puutüki kepi alla ja rõhume kepi vabale otsale

(87. joon.): kerge vaevaga tõstame raskuse üles. Paneme siis kepi otsa lauaservale ja riputame raskuse kepile (88. joon.) võimalikult laua lähemale. Kergitades kepi vaba otsa kergitame ühes sellega raskuse, mis selgi puhul suurt jõupingutust ei nõua. Mõlemal juhul täitis kepp kangi üles-

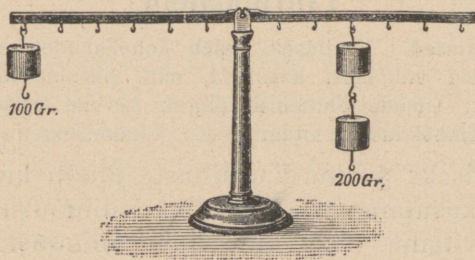


87. joon. Kahepoolne kang.



88. joon. Ühepoolne kang.

annet. Punkti *a* (87. joon.), mille ümber kangi pööratakse, s. t. kohta, millele kangi toeb, nimetataksegi toetuspunktiks; punkt *b* on lihastetungi rakenduspunkt ja *c* on raskuse rakenduspunkt. Punkt *a* jagab kangi kaheks osaks *ab* ja *ac*; neid kaugusi toetuspunktist rakenduspunktideni nimetatakse kangi õlgadeks. Kui toetus-



89. joon. Võrdsete õlgadega kang.

punkt asub tungide rakenduspunktide vahel, nagu 87. joonisel, siis nimetatakse kangi kahepoolseks; asub ta aga kangi otsas ja tungide rakenduspunktid asuvad temast ühel pool, siis nimetatakse kangi ühepoolseks (88. joon.).

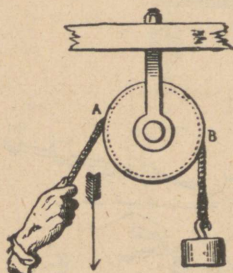
Kangi abil võime oma jõudu kokku hoida. 89. joon. näitab, et me kangi abil võime antud raskustungi (200 g) poole väiksema tungiga tasakaalus hoida, kui kangi õlgade pikkused on sellekohaselt valitud. Kuid kokku hoides töötava tungi

Ülesanded ja küsimused. 1. Seleta, missugust liiki kang on kujutatud igal üksikul joonisel (92. joon.)! 2. Missugusel juhul on kääridega kergem pappi lõigata, kas siis, kui lõigata kääriotsadega, või siis, kui lõigata kruvi lähedal oleva osaga? Mispärast? 3. Kuhu peame käre koorma asetama, et teda kergem oleks kanda? 4. Missugust liiki kang on uksevõti? inimese käsi ja jalg? kus on nende toetuspunktid? 5. Palk kaalub 200 kg; teda tahetakse kangiga üles tõsta; kangi tungiõlg on $\frac{1}{2}$ m ja raskuseõlg 2 m pikk. Kui suurt jõudu tuleb tarvitada?

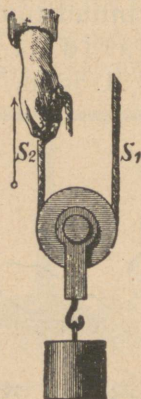
Plokk.

Vaatlused. 1. Vaatle, kui on võimalust, missuguseid abinõusid tarvitavad töölised, et ehituste juures kive, palke j. m. üles vinnata! 2. Vaatle, kuidas on plokk ehitatud ja kuidas teda tarvitatakse!

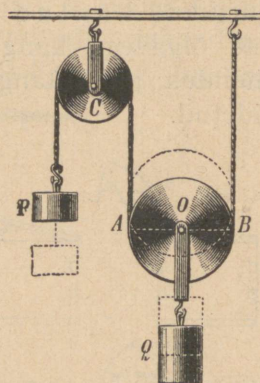
Plokkiks nimetatakse ketast, mis oma telje ümber võib pöörduda; telg on hargi vahele kinnitatud. Ketta äärel on õnar, milles nõor liigub (93. joon.). Plokke on kaht liiki:



93. joon. Lihtplokk.



94. joon. Liikuv plokk.



95. joon. Liikuv plokk.

liikumatu, kui hark on palgi või seina külge kinnitatud, ja liikuv, kui plokk ise võib vabalt liikuda. Liikumatus plokis (93. joon.) käib nõor üle ketta; ühte nõoriotsa on mõni raskus kinnitatud, teisele otsale mõjub tung. Seesuguse plokki abil ei saa me jõudu säästa, vaid lihastetungi ainult mõnusamini rakendada.

Ploki horisontaalset läbimõõtu AB võib vaadelda kui

võrdsete õlgadega kahepoolset kangi. Rakenduspunktid asuvad läbimõõdu otsades. Liikumatu plokk on tasakaalus ainult siis, kui temale mõjuvad (raskus- ja lihaste-) tungid on võrdsed. Liikuva ploki

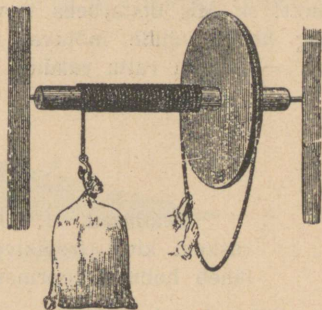
abil võime antud tungiga kaks korda suuremat raskustungi tasakaalus hoida. Võtame paremasse kätte ühe ja vasakusse kätte teise liikuva ploki nõõri, nõndaviisi kannab kumbki käsi poole kogu raskusest (94. joon.). Kui liikuv plokk ripub üht nõõriotsa pidi mõne palgi küljes, siis kannab see poole raskusest.

Liikuvale plokile (95. joon.) on raskuse rakenduspunkt keskel, tungi rakenduspunkt (A) on samal pool toetuspunkti (B). Nii on liikuv plokk ühepoolne kang, mille tungiõlg on kaks korda pikem kui raskuseõlg.

Sageli ühendatakse mitu liikuvat plokki, et suuri raskusi tõsta; nii saadakse liitplokk ehk tali (96. joon.). Harilikult koostub tali kuuest plokist: kolmest liikuvast ja kolmest liikumatust. Raskus mõjub siin kuuetele plokile, millest igaüks $\frac{1}{6}$ koormast kannab. Tung võrdub $\frac{1}{6}$ -ga raskusest; sellepärast peab talilööper 6 korda pikema tee käima kui raskus.



96. joon.
Liitplokk.

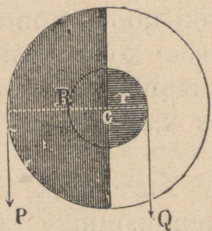


97. joon. Pöör.

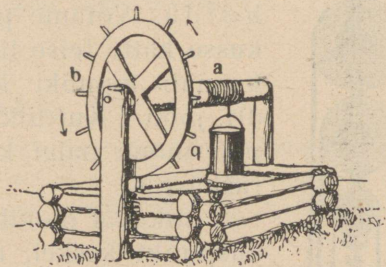
Pöör. Pöör koostub võllist ja rattast, mis on teineteisega kõvasti ühendatud ja võivad ühise telje ümber pöörduda (97. joon.). Ümber võlli käib nõõr, mille otsas ripub raskus; teine nõõr käib vastupidises suunas üle ratta; sellele mõjub tung P. 98. joon. kujutab pööra läbilõiku: sisemine sõõr kujutab võlli, välimine ratast, telg c on pöördumispunkt. Pöör

töötab kui kahepoolne kang; tema juures on rakendatud tung raskusest nii mitu korda väiksem, kui mitu korda ratta läbimõõt suurem on võlli läbimõödust.

Mitte iga kord ei käi nõör üle ratta, vaid sageli, nagu kaevust vee vinnamisel (99. joon.), aetakse ratast käsitsi ümber.



98. joon. Pööra läbilõik.



99. joon. Kaevuvinn.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kui suurt tungi on vaja 2-tonnise raskuse tõstmiseks liitploki abil, mis koostub 2 liikuvast ja 2 liikumatust plokist? 2. Missuguseid paremsi pakub liikumatu ploki tarvitamine? 3. Joonista liikuv plokk; märgi ära, kus on rakenduspunktid, kus toetuspunkt! 4. Mis otstarbeks tarvitatakse kodus plokkide ja pööra? Kui suur tung hoiab võllile mõjuvat 120 kg raskust tasakaalus, kui võlli raadius = 20 sm, ratta raadius = 100 sm?

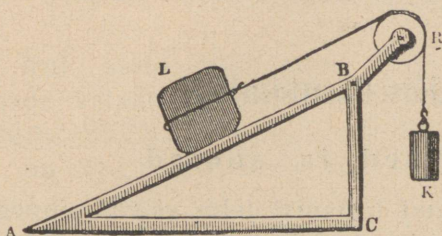
Kaldpind.

Vaatlused. 1. Jutusta, kuidas tõstetakse ja veeretatakse raskeid kive (trepikive), vaate j. m. vankrile! 2. Vaatle, kuidas läheb hobune koormaga järsust mäest üles!

Sile, kaldu vastu seina pandud laud moodustab kaldpinna. Iga redel, katusekõlg, märke viiv tee, jõesäng j. m. on kaldpind. Kaldpinna tegevust on kõige lihtsam seletada täisnurkse kolmnurga abil (100. joon.). AB on kaldpinna pikkus; kaugust kaldpinna ülemisest otsast horisontaalse tasapinnani BC nimetatakse kaldpinna „kõrguseks“.

Vihmavesi voolab katuselt alla, vanker veereb mäest alla; need liikumised on seda kiiremad, mida enam kallaspoolik ehk veerjäs on kaldpind.

Et kaldpinna abil raskust L üles hoovata, on vaja jõudu kulutada. Katsed näitavad, et kui kaldpinnal tasakaal valitseb, siis raskus suhtub tungisse nii kui kaldpinna kõrgus pikkusesse. Ka kaldpinna abil võime väikese tungiga suurt raskust üles tõsta. Kaldpinda tarvitatakse õige laialdaselt igapäevses elus ja töönduses.

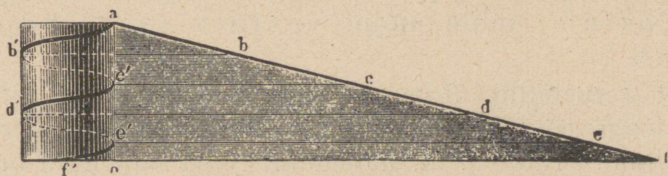


100. joon. Kaldpind.



101. joon. Kiil.

Kiilu ja kruvi tegevus on kaldpinna abil seletatavad. Kiil (101. joon.) on „liikuv“ kaksik-kaldpind. Mida õhem on kiil ja mida pikemad on tema küljed, seda hõlpsama vaevaga saame kiilu abil suuri takistusi võita.



102. joon. Kruvikäigu tekkimine.

Lõikame paberist täisnurkse kolmnurga ja mähime ta pulga ümber, nii et hüpotenuus moodustab kruvijoone (102. joon.). Kui kolmnurga alus võrdub pulga ümbermõõduga, siis kujutab hüpotenuus meile kruvikäigu. Kolmnurga kõrgus kujutab kruvikäigu kõrgust. Et meil siin tegelikult on kaldpinnaga tegemist, siis on kaldpinna seadus maksev ka kruvi kohta.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugusteks otstarveteks kasutatakse kaldpinda? 2. Mispärast on järsku mäkke viiv tee harilikult ikka kääna-

kütega, aga mitte sirge? 3. Missugune peab trepp olema (tema astmed ja kallak), et teda mööda hõlpus oleks liikuda? 4. Kelgumäe kõrgus võrdub 3 meetriga, alus 7,5 meetriga. Kui suure tungiga, mis kaldpinna suunas mõjub, võib 4-kilolist kelku mäel kinni hoida? 5. Mispärast peavad kiire käiguga laevade (miinipaatide) ninad õige pikad ja kitsad olema? 6. Missuguse noaga on kergem lõigata, kas kitsa tera ja laia seljaga või laia tera ja kitsa seljaga? 7. Missugused inimese hambad on kiilusarnased? 8. Mille poolest erineb laevakruvi (propeller) harilikust kruvist?

Keemilise jõu kasutamine.

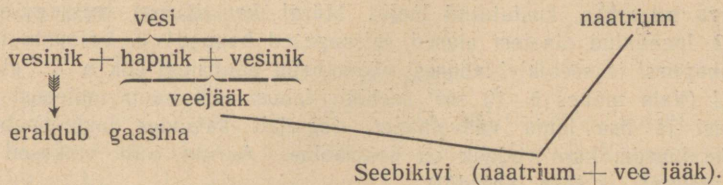
Happed, alused ja soolad.

Meil on korduvalt tulnud tegemist teha väävelhappega, näiteks vesiniku saamisel ja galvaani elemendis. Peale väävelhappe on olemas veel teisi happeid, näit. sool-, süsi- ja salpeeterhape. Kõigil neil aineil on see ühine omadus, et nad sinise (või lilla) lakmuspaberi punaseks muudavad. Lahja lahusena on suuremal osal hapetest hapukas maik. Katsed näitavad, et iga hape sisaldab vesinikku; mõnes happes puudub hapnik. Metallid, nagu tsink, magneesium j. t., tõrjuvad hapetest vesiniku välja. Eriti tegev on magneesium, mille mõjul vesinik igast happest eraldub.

Paljud metallid ühinevad kiiresti hapnikuga, moodustades hapendeid ehk oksüüde, nagu naatriumi-, magneesiumi-, raua- j. m. hapendid. Need hapendid on vees enam-vähem lahustuvad ja kergemetallide, nagu naatriumi, hapend teeb vee libedaks, seebiseks ja annab talle lääge (mõru) maigu. Naatrium ja tema sarnane teine kergemetall, kaalium, ühinevad ka vee hapnikuga (lk. 33.), kusjuures vesinik vabaneb; seejuures tekivad alused. Kõik alused muudavad punase lakmuspaberi¹ siniseks. Naatriumi ja kaaliumi aluseid nimetatakse veel leelisteks. Enam tuntud alused on seebikivi ja kustutatud lubi (lubjavesi). Puhtal kujul on nad valged, vees lahustuvad tahked kehad.

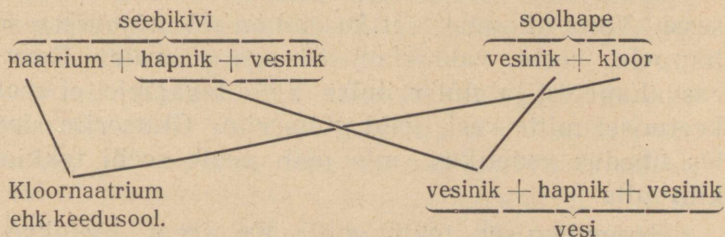
¹ Mitte ainult lakmus ei avalda hapete ja aluste mõjul värvusemuutumisi, vaid mõned teisedki orgaanilised värvained.

Seebikivi tekkimist veest võib järgmiselt kujutada:



Kui seebikivi-lahusesse teatav hulk lahja soolhapet juurde valada (kuni lahus lakmuspaberi värvust enam ei muuda), siis kaovad nii happe kui ka aluse omadused. Lahusel on soolane maik, ta ei mõju lakmuspaberile. Kui lahust aurutada, siis jääb harilik keedusool järele. Happe ja aluse omadused kesendasid ehk neutraliseerisid teineteist. Toimingut ennast nimetatakse kesendamiseks ehk neutraliseerimiseks.

Kesendamiskäiku võib järgmise kavandi abil pildistada:



Happe kesendamisel alusega (või ümberpöörduvalt) eraldub vesi ja tekib sool.

Metallid lahustuvad happes, astuvad vesiniku asemele, mis gaasina eraldub. Kui seesugust lahust aurutada, jääb jällegi sool järele. Nii võib soolasid kahel teel saada, kas metalle hapetele mõjuda lastes või leelisi hapetega kesendades. Soolad on harilikult kesksed ehk neutraalsed kehad, mille lahused lakmuspaberi värvust ei muuda. Laialdaselt on tuntud järgmised soolad: keedusool, salpeeter, maarjajää, silmakivi, salmiaak, kibesool ja kips.

Ülesanded ja küsimused. 1. Katsu lakmuspaberiga äädikat, hapupiima, sidrunimahla, ila (hommikul ja õhtul)! 2. Puuduta märjakstehtud lakmuspaberiga puutuhka, kustutatud lupja! Märgi kaustikusse, missugused on 1. ja 2. loendatud ainetest alused, missugused happed! 3. Valmista lahjust väävelhappest ja seebikivi-lahusest väävelhapu naatriumi ehk n. n. „gläubri-soola“! (Vala umbes 5—10 sm³ seebikivi-lahust ehk naatriumileelist aurutusklaasi ja lisa lahja väävelhapet, aeg-ajalt katsudes lakmuspaberiga, lahusele juurde, kuni vedelik on neutraalne. Auruta, kuni väikesed kristallid ilmuvad, ja lase jahtuda!)

Seep ja seebi valmistamine.

Keegi, kes vähegi puhtust tahab pidada, ei pääse mööda seebi tarvitamisest. Seebi abil peseme oma keha, rõivaid, elumaja aknaid ning põrandaid. Öeldakse isegi, et mida haritum rahvas, seda rohkem ta tarvitab seepi.

Seebi valmistamiseks võetakse rasva ja keedetakse seebikiviga. Pärast lisatakse juurde keedusoola ja lastakse seista. Seep koguneb peale paksu kihina.

Seebi tekkimise protsess tuletab meelde kesendamisprotsessi. Vahe on selles, et kesendamisel mõjutakse seebikiviga happele, seebi valmistamisel aga rasvale. Rasv koostub rasvahapetest ja glütseriinist. Selle tagajärjel ei eraldu seebi keetmisel mitte vesi, vaid glütseriin. Glütseriin sisaldub selles libedas vedelikus, mis jääb peale seebi tekkimist seebi kihi alla.

Kesendamisel tekib sool. Ka seepi loetakse soolaks. Keedusool, mis tekib seebikivi toimel soolhappesse, on lihtne ühend, seep seevastu aga palju keerulisem. Keedusool koostub ainult kahest lihtainest — kloorist ja naatriumist, seep sisaldab aga vähemalt nelja lihtainet — süsinikku, vesinikku, hapnikku ja naatriumi. Seep on rasvahapete sool.

Seebi keetmiseks võib loomarasva asemel võtta ka taime-rasvu ja õlisid. Nii saadakse mitmesugused seebisordid.

Eriliste seebisortide saamiseks lisatakse seepidele tihti juurde veel muid aineid, mis seebile annavad mitmekesise värvuse ja lõhna.

Igaüks teab, et kui pesemiseks tarvitame pehmet vett, siis seep vahutab hästi ja puhastab kiiresti. Kõva veega aga

seep ei vahuta ja teda kulub rohkem. See tuleb sellest, et kõva vesi sisaldab lupja. Pesemisel lubi ühineb seebiga ja takistab seepi mõjumast.

Käärimine.

Kallame pudelisse $\frac{1}{2}$ liitrit vett, lahustame selles 50 g suhkrut ja lisandame 2 g pärmi. Suleme pudeli korgiga, milles kaks auku; läbi ühe pistame pika toruga lehtri, läbi teise kõvera toru, mille kaudu pudelist gaasid saavad välja voolata. Kõvera toru otsa juhime vette. Asetame pudeli sooja kohta.

Varsti läheb vedelik pudelis sogaseks ja me näeme mullikeste tekkimist. Kui juhime toru otsa lubjavette, siis läheb see mullikeste mõjul sogaseks. Sellest järeldame, et tekkiv gaas on süsihapu gaas.

Viimaks läheb vedelik pudelis jälle selgeks ja süsihapu gaasi tekkimine lõpeb. Kui nüüd vedelikku maitseme, siis tunneme piirituse maiku, kuna suhkru maik on kadunud.

Nähtust, mis toimus pudelis, nimetatakse käärimiseks. Käärimisel laguneb suhkur piirituseks ja süsihapuks gaasiks. Käärimise tekitajaks on pärm.

Pärm koostub väikestest piklikkudest rakkudest. Et neid näha, selleks tuleb võtta tilgake vedelikku pudelist, kus toimub käärimine, ja vaadelda mikroskoobiga. Need pärmi rakud tarvitavad toiduks suhkrut ja selle tagajärjel suhkur lagunebki piirituseks ja süsihapuks gaasiks. On suhkur lagunenud, siis pärmi rakud surevad.

Käärimise nähtust kasutatakse kõigi alkoholiliste jookide valmistamisel ja leiva küpsetamisel.

Leiva valmistamine.

Esiteks tehakse jahust ja veest taigen, mis jäetakse seisma nii kauaks, kuni ta käärima läheb. Käärimise kutsuvad esile pärmiseene rakud, mis õhust taignasse satuvad.

Käärimisel tekkiv süsihapu gaas tungib mullikestena ülespoole ja teeb taigna kohevaks. Kerkinud taignale sõtkutakse veel jahu juurde, et ta oleks hästi sitke. Sellest taignast valmistatakse pätsid ja pannakse ahju küpsema.

Kuumuse käes aurub süsihapu gaas leivast välja. Ka piiritus, mis käärimisel leiva taignas tekkis, muutub ahjus auruks ja vabaneb leivast.

Nõnda valmistatud leival on meeldiv hapukas maitse. Sai aga ei ole maitsev, kui ta on hapu. Sellepärast sõtkutakse saia taignasse pärmivabrikus valmistatud pärimi, mille mõjul käärimine läheb kiiresti, enne kui taigen jõuab hapuks minna.

Veini ja piirituse valmistamine.

Veini valmistatakse marjadest või puuviljast. Selleks pressitakse marjadest või puuviljast mahl välja ja lastakse käärima minna. Käärimist toimetatakse suurtes pudelites või puuvaatides. Mõnikord lisatakse käärimise kiirendamiseks pärimi juurde; harilikult pole seda aga tarvis, sest pärmi-seened satuvad mahlasse õhust.

Et saada kangemat veini, selleks lisandatakse mahlale tihti suhkrut või rosinaid.

Piiritust valmistatakse kartulitest või teraviljast. Kuid niihästi kartulid kui ka teravili ei sisalda suhkrut, vaid tärklis. Et alkoholi saada, tuleb tärklis enne muuta suhkruks. Selleks keedetakse kartulid pudruks ja lisandatakse linnaseid.

Linnaseid saadakse, kui pannakse odraterad idanema. Idanemisel tekib odraterades isesugune aine, diastaas, millel on võime tärklis suhkruks muuta. Idanema läinud odraterad kuivatatakse ja jahvatatakse peeneks.

Kui tärklis diastaasi mõjul on muutunud suhkruks, siis lisandatakse pärimi, ning käärimine algab. Käärimise tagajärjel tekib puskar. Puskar sisaldab peale viinapiirituse veel muid aineid. Paljud neist ainetest on mürgised, sellepärast on puskari tarvitamine joogiks tervisele väga kahjulik.

Puhta piirituse saamiseks aetakse puskar läbi, see tähendab, puskarit aurutatakse erilises aparaadis ja viinapiirituseaurud kogutakse ja jahutatakse eraldi. Raskemini auruvad kõrvalained jäävad ajamisanumasse. Et ühekordne läbiajamine veel puhast piiritust ei anna, toimetatakse aurutamist, aurude järgulist kogumist ja jahutamist, veel teist korda.

Päevapildistus.

Vaatlused. 1. Kes on ennast päevapildistada lasknud, jutustagu, kuidas „ülesvõtmine“ toimus! 2. Kas saab ülesvõtte kohe kaasa võtta?

Võtame valgusetundliku ainega kaetud paberi¹, paneme tema peale puulehe, katame mõlemad klaasruuduga kinni ja asetame valguse kätte. Paberi osad, mis lehega kinni kat-

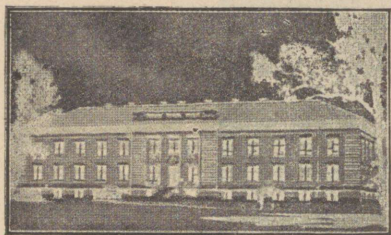


103. joon. Pitsi ja lehtede kujutised päevapildipaberil.

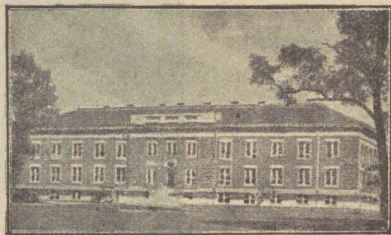
mata, muutuvad peagi pruuniks ja lõpuks päris mustaks. Aegamööda tungivad valgusekiired ka pool-läbipaistvatest leheosadest läbi. Paberile tekib lehe kujutis (103. joon.): need kohad, mis valgust vähe läbi lasevad, on heledamad, teised tumedamad. Seesugust kujutist nimetatakse negatiiviks (104. joon.).

¹ Broomhõbepaberit võib ise valmistada. Valame ühte kaussi broomkaaliumilahust ja teise pörgukivilahust. Kastame paberi esiti broomkaaliumi-, siis pörgukivilahusesse.

Samasugune nähtus esineb ka päevapildistamisel („ülesvõtmisel“): päevapildiplaat on samuti valgusetundliku (broomhõbeda) seguga kaetud. Nii pea kui plaat aparati on pandud ja kate ära võetud, tungivad valgusekiired plaadile. Aparaat seatakse nii, et temasse päikesevalgus ote ei langeks, vaid peegeldatud valgus nendest asjadest, mida päevapildistatakse. Üksikud kehaosad ja rõivad peegeldavad mitmesugusel määral valgust, mille tõttu kõik plaadiosad ühetaselselt ei valgustu. Peale ülesvõtmist viiakse päevapildiplaat pimedasse tuppa ja kastetakse niinimetatud *ilmutisse*, mis valguse käes muutumatutele kohtadele mõjub. Plaat on ikkagi



104. joon. Negatiiv.



105. joon. Positiiv.

veel valgusetundlik ja teda ei tohi välja viia. Valguse mõju vastu peab negatiivi veel kinnistama. Et negatiivist positiivset kujutist (105. joon.) saada, millel valgus ja varjud on samas suhtes, kui tõelikel asjadel, peame kujutise valgusetundlikule paberile kopeerima. Positiivset kujutist kinnistatakse samuti kui negatiivigi.

Kinematograafilisteks ettekanneteks tehakse mõnest liikuvast asjast, nagu raudteerongist, terve rida teineteisele järgnevaid kiir- (moment-) ülesvõtteid. Ülesvõtted kantakse läbipaistvale lindile. Kuna silm valguse muljet umbes 0,1 sek. pärast seda alal hoiab, kui muljet tekitav kujutis võrknahalt on kadunud, siis sulavad kiiresti näitelinala ilmuvad pildid üheks „liikuvaks“ pildiks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Miks ei tohi päevapildistamise ajal enast liigutada? 2. Kas tuleb värvuse muutumist päikesekiirte mõjul ka igapäevses elus ette? 3. Joonista päevapildiaparati läbilõikes! 4. Kust on kinematograafis pilti selgemini näha, kas ligidalt või kaugelt?

Inimese kehaehitus ja tervishoid.

Luukere ehitus.

Vaatlused. 1. Sae luid pikuti ja risti läbi ja vaatle nende ehitust! 2. Vaatle loomade luude ühendeid ja liigeseid! 3. Katsu käte, jalgade ja selgroo luude liikumisvõimalusi! 4. Missuguseks muutub luu, kui ta tules on põlenud? 5. Leota luud mõni aeg soolhappes! Vaatle, missuguseks ta muutub. 6. Mõõda oma pikkust üks või kaks korda aastas — kui palju oled juurde kasvanud? 7. Mõõda oma pikkust hommikul põrandal pikali ja õhtul seistes! Mis vahet sa näed ja millest võiks see tingitud olla? 8. Vaatle oma ja teiste märja jala jälge! Kas on nad üldiselt ühesugused?

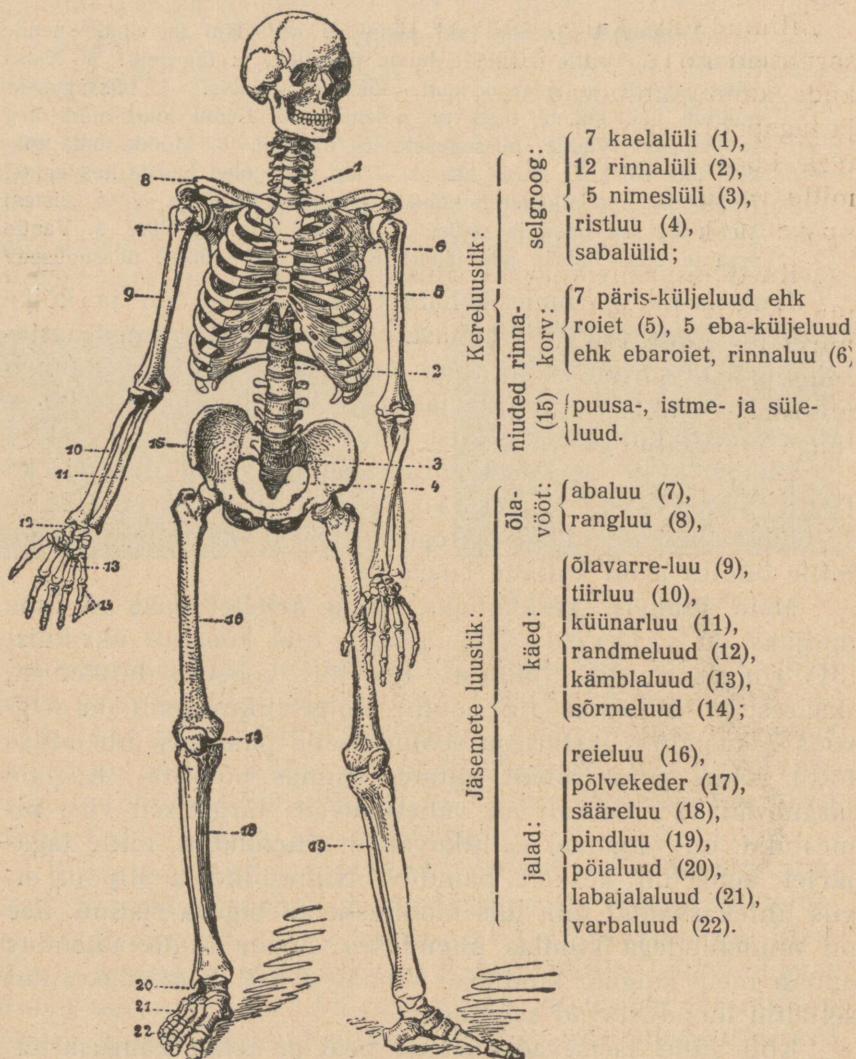
Luukere on meie kehale toeks, ühtlasi on ta kõige kauemini püsiv osa meie kehast, mis maa sees mitmed aastatuhanded pea muutumata võib alal seista. Luukere jaguneb kolme peassa: pea, kere ja jäsemete luustik. Luukere koostub rohkem kui 200 üksikust luust (106. joon.).

Luude kuju on väga mitmesugune. Neid on pikki torusarnaseid, lapikuid ja lühikesi kandilisi. Jäsemete luud on pikad ja tugevad. Need on õõnsad torud, mille õõntes asub kollane luuüdi.

Meie luukere keskkohaks, kogu kehale toeks ja ilme andjaks on selgroog (107. joon.), mis koostub üksikuist (31) rõngasarnastest lülidest. Iga lüli koostub lülikehast, -kaarest ja -harudest (108. joon.). Kõige liikuvamalt on selgroos 7 kaelalüli üksteisega seotud; selle painduva ühenduse tõttu võime pead vabalt mitmes suunas pöörata. Kaelale järgnevad 12 rinnalüli on väheliikuvad. Järgmised viis, nimeslülid, on vabamad ja liikuvamalt ühendatud, mille tagajärjel keha on keskelt painduv. Nimeslülidest allpool on viis ühtekasvanud lüli, mis moodustavad tugeva ristluu. See on niudeluudega kindlas ühenduses; nende luude ühendus annab meie käigule kindluse. Viimased neli kokkukasvanud seljalüli moodustavad sabaluu.

Kõik lülid asetsevad üksteise peal ja nende rõngasarnased augud kujundavad ühise toru, kus asub tähtis erkude keskkoh — seljaaju. Lülide vahel on väikesed vetruvad kõhrkettad; selgroog ise on kahtepidi kõvera vibu ehk S sarnane.

Need kõhrkettad ja selgroo S-kujuline seis vähendavad igasuguseid pörutusi, mis keha joostes ja hüpates saab.



106. joon. Luukere.

Pörutused, mis muidu peaajule kahju teeksid, antakse sellekujuliselt selgroolt kui vedrult pehmendatult edasi.

Selgroo ülemisel otsal on pealuu (106. joon.). Pea luud sünnitavad kindla karbi, pealuu, kus on varjul meie tähtsam organ — peaju.

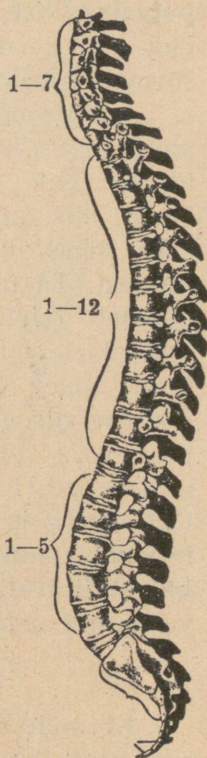
Rinnalülide külge liituvad 12 paari looga-sarnaseid roideid, millest 10 paari kõhrjät-kude kaudu ühinevad eespool rinnaluuga ja tagapool selgroo rinnalülidega. Viimas-tega koos moodustavad nad rinnakorvi, mille varjul asuvad tähtsamad organid, nagu süda ja kops.

Käed on rinnakorviga abaluu ja rang-luu kaudu ühendatud. Abaluu on kolme-nurgeline lapik luu ja asub üleval selja peal; rangluu on kõver S-kujuline peenike luu, mis on eespool rinnaluuga ja tagapool aba-luuga ühendatud.

Käed jagunevad kolme ossa: ülemine ja alumine käsivars ja labakäsi. Üle-mise käsivarre pikka torusarnast luud, mis oma ülemise, muna-taolise otsaga abaluu liigeselohus va-balt igale poole võib pöörduda, nimetame õlavarreluuks. Selle alumise otsa külge liituvad liigese kau-du alumise käsivarre kaks luud — küü-nar- ja tiirluu. Tiir-luu asub põidla pool



108. joon. Selgroolüli.



107. joon. Selgroog külje pealt. 1—7 kaelalülid; 1—12 rinnalülid; 1—5 nimeslülid ristluu sabalülidega.

küljel ja on liikuvam; tema ülemise liigese abil võime kätt sisse- ja väljapoole pöörata. Küünarluu on nukk, mis takis-tab kätt küünarnukist liiga kaugele tahapoole pain-dumast. Alama käsivarre külge liitub labakäsi, millel kolm jagu: ranne, kämmal ja sõrmed. Randmes on kaks rida (8 luukest) väikesi kandilisi liikuvast ühenduses

randmeluid, mille tõttu terve käsi painduvalt võib palju mitmesuguseid liigutusi teha. Randmeluude küljes on viis pulgalaadilist kämblaluud, mille otsas sõrmeluud ehk -jätkud. Peale põidla, milles kaks luukest, on kõigil sõrmedel 3 jätku.

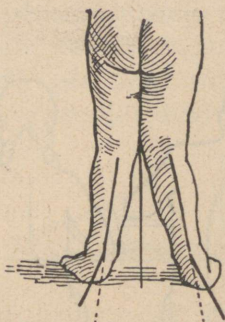
Jalad on, nagu käedki, kolmest suurest osast kokku pandud: reis, sääre ja jalg. Jalad ühinevad kehaga n. taga- ehk niudevöö kaudu. Niudeluud moodustavad kausi, mis on kõhukoopas asuvaile organitele toeks ja aluseks. Reies on üks ainuke pikk luu, mis kõige pikem inimese luudest. Ta ühineb niudeluuga liigese kaudu. Selles liigeses pöörleb reieluu ots ehk pea niudeluulohus. Väljastpoolt ümbritseb seda liigest sidekoest ümbrik. Jala sääres on kaks luud: tugev sääre- ja peenem pindluu, mis reieluu alumise otsaga ühinevad. Seda ühinemiskohta kutsutakse põlveks. Põlve varjab eestpoolt peaaegu vabalt asetsev põlvekeder. Jalal on, nagu käelgi, kolm jagu: põid, labajalg ja varbad. Jala põias on 7 kandilist luud, millest kõige suurema moodustab n. n. kandluu. Nende luude külge liituvad viis pulgalaadilist labajala luud, mille otsas varbaluid samal määral kui käel sõrmeluid (loenda!).

Luustiku tervishoid.

Et meie luud koostuvad luusooladest ja luu-liimainest, siis peab ka meie toit sellele vastavaid aineid sisaldama. Seesuguseks toiduks on sooladerikas roheline aedvili ning juurvili kui ka lihatoit. Jooma peab soolarikast kõva vett, et ühele kui teisele luuosisele aineid leiduks.

Halva toitmise tagajärjel tekib väikestel lastel haigus, mida rahhiidiks ehk inglise tõveks nimetatakse. Sel puhul on luudel puudus sooladest, mille tõttu nad kõveraks painduvad. Kõige selgemini on see viga märgatav keha raskuse all O (110. joon.) või X moodi (109. joon.) kõveraks painutatud jalgadel. Kui neid halbu vigu tahetakse kõrvaldada, siis peab last korralikult toitma ja muid arsti eeskirju täitma. Väikesi lapsi ei tule liiga vara kõndimiskatsetega väsitada. Lapsel peavad lihased enne tugevaks minema, mis tarvilist kaitset pakuvad selja ja jalgade kõveraks vajutamise

vastu. Kui lapsi kätel kantakse, siis peab ka selle eest hoiduma, et neid mitte alati ühe ja sama käe peal ei hoitaks, sest seesuguse (111. joon.) süles kandmise tõttu võib lastel

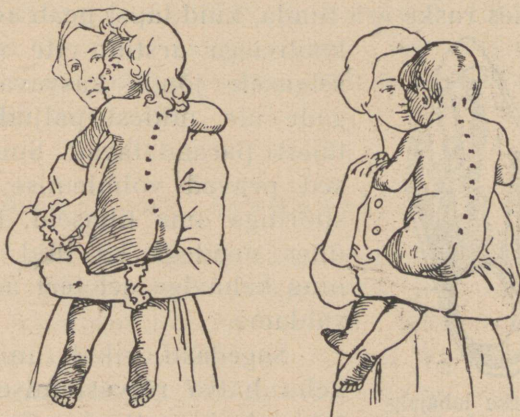


109. joon. X-i moodi kõveraks painutatud jalad.



110. joon. O-jalad.

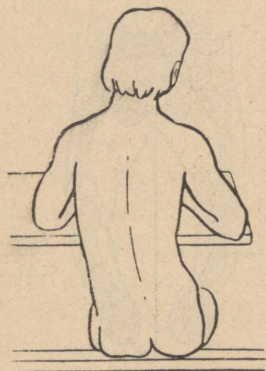
tekkida küllakselg. Samuti on küllakselg ka raamatute ja iga muu raskuse ühe käega või ühe ja sama kaenla all kandmise tagajärjeks. Kõige parem on kanda raamatupauna



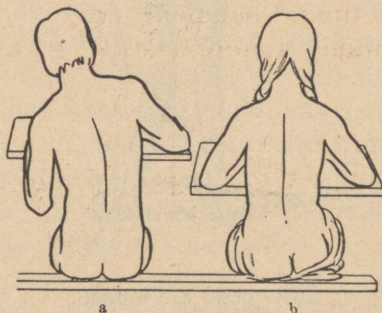
111. joon. Kõverad seljad.

ja muid raskusi seljas. Kuid pauna rihmad ei tohi pikad olla, — muidu võib paun nimesluu kohal selga sissepoole vajutada. Koolitundides ja kodus õppides peavad lapsed kohase kõrgusega pingil istuma. Lapsele sünnis pink peab niisugune

olema, et lapse jalad maha ulatuvad; seljatugi olgu natuke S moodi kõver. Laud seisku otse ees, et küünarnukid laua peale toetuksid. Pingil peab alati sirgelt istuma, ka siis,



112. joon. Halb istumine halva harjumuse tagajärjel.



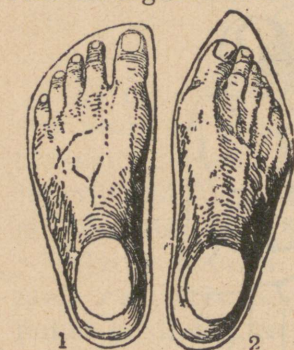
113. joon. a — valesti istumine kõrge laua tõttu; b — valesti istumine rõivaste peal.

kui kirjatööd tehakse. Halva istumise (112. joon.) ja istme tagajärjeks on sagedasti kõver selg (113. joon.). Selja kõverusi on alguses raske ära tunda, kuid lapsi peab aegsasti enne

kooli-aega arstile ette näitama, et selgusele jõuda kasvava keha vigade üle, millest paljud selles eas täiesti parandatavad. Suuremad lapsed peavad võimlemise, mängu ja spordiga oma lihaseid, köitmeid ja ühes nendega ka luid kõvendama ning kehavigu sel teel aegsasti kõrvaldama.

Sagedasti rikub inimene oma keha halva rõivastamisega. Nõnda takistab korsett rinnakorvi loomulikku arenemist.

Sukad ja veel enam saapad peavad jalale vastavad olema, mitte

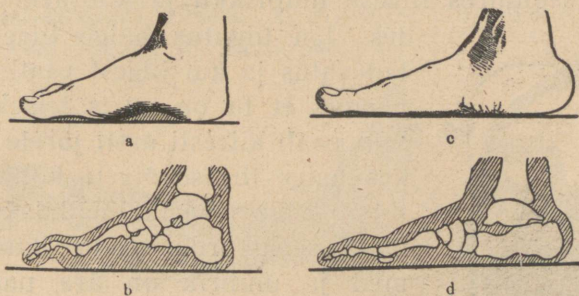


114. joon. Inimese labajalg. 1 — loomulik jalakuju ja talle õige vorm; 2 — moepäraste jalanõudega rikutud jalg.

kitsaste teravate ninadega, mis varbaid kokku pigistavad (114. joon.). Nende pigistuste tõttu tekivad konnasilmad,

küüned kasvavad viltu ja tekib muid jalavigastusi. Kõrgete kontsadega saabaste tõttu vajub kogu keha raskus ettepoole, varvastele. Seesugune käik on väga väsitav.

Omapärane jalgade viga on lampjalg (115. joon.), mis ka halbade jalanõude mõjul võib tekkida. Peapõhjus on ka siin luude pehmenemine ja üleliigne jalul seismine ning käimine. Lampjalgadel puudub võlv; inimene astub maa-



115. joon. a ja b — loomulik jalakuju, c ja d — lampjalg.

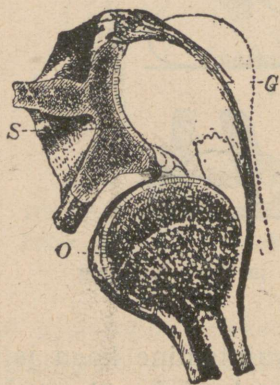
pinnale kogu jalapõhjaga. See alaline vajutamine kogu jala aluspõhjale sünnitab käimisel ja seismisel väsimust, valu ja vahel ka krampe. Lampjalgade tervendamiseks peab metallvõlvi saapa põhja seadma, mis kunstlikku võlvi loob ja nii käimist kergendab.

Esimene abi luumõnnetuste puhul.

Luude liigestega juhtub kõige sagedamini nikastust, eriti käe- ja jalaliigestel. Nikastused tekivad kukkumise, hüppamise, komistamise jne. puhul. Siin venivad liigese ümbrik ning kõitmed välja ja võivad ka rebeneda, kuid liiges jääb oma kohale. Niisugusel venitusel vigastuvad suuremal või väiksemal määral ka veresooned, kust veri liigese piirkonda välja valgub. Liiges paistetak üles, läheb pealt sinakaks, liikumise korral tundub valu. Esimese abi puhul peab liiges võimalikult ettevaatlikult rõivastest vabastatama. Nüüd tuleb külmad mähised peale panna ja nikastatud käsi kolmnurka seatud pearätikuga kaela riputada. On jalal vi-

gastus, siis ei tohi haige selle jala peale toetuda, — muidu koguneb haigesse kohta verd veel rohkem. Liigese nikastuse puhul peab ikka arsti poole pöörduma. Jääb liiges korralikult arstimata, siis võib ta kangeks muutuda.

Samad põhjused, mis nikastust tekitavad, sünnitavad ka väljanihet. Siin läheb üks luu ots oma loomulikust paigast välja, seejuures liigese ümbriku ja kõitmeid lõhestades.



116. joon. Õla väljanihe. Olavarre luu liigesepea (O) on õlaliigese lohust (S) välja karanud; tema algastmed on näidatud punktjoonega. Liigese ümbrik (G) on kärisenud.

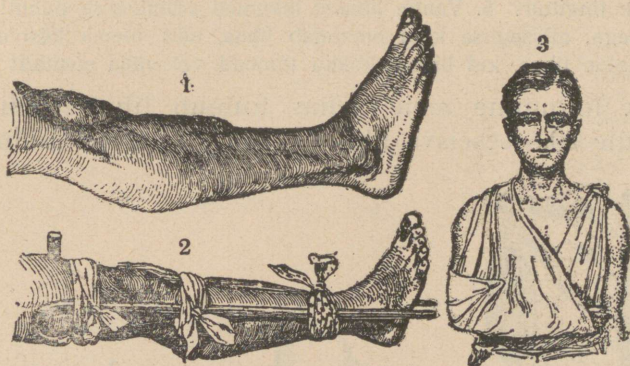
Iga liigutus haige liigesega on kolevalus ja kui liigest vaatleme, siis näeme, et ta on päris teisekujuline. Siin peab kiiresti arsti järele saatma, kes haige liigese õigele kohale seab. Käsi tuleb paariks nädalaks liikumata seisukorda seada, kuni kõitmed ja ümbrik on ära paranenud (116. joon.).

Raskemate luuvigastuste hulka kuuluvad luumurrud (117. joon.). Nad tekivad kõrgelt kukkumise, ülesõitmise puhul jne. Seejuures murdub luu. Luu otsad lähevad ülestikku ja jäse lüheneb. Haige ei saa liiget sugugi tarvitada ja tunneb iga liikumise korral suurt valu. Rebenenud soontest valgub verd välja ja murdunud koha ümbrus paistetak üles. Raskem õnnetus on lahtine luu-

murd, kus luuotsad läbi naha välja tungivad. Siia võib kergesti põletik tulla. Luumurdude puhul peab kiiresti ja ettevaatlikult esimest abi korraldama. Õnnetu peab rahulikku seisu asetama ja haige liige ükskõik missuguse käepärast oleva kõva asjaga kindlasse seisukorda seatama. Selleks kõlbavad joonlauad, kepid, sirmid; kõitmiseks rihmad, paelad, rätikud jne. On käelu murdunud, siis tuleb ta peale liikumata seisukorda seadmist kaela riputada. Nii avitatult võib haige arsti juurde minna. On jalg vigastatud, siis tuleb haige raamiga edasi arsti juurde

või koju kanda, kus luu otsad õigesse kohta asetatakse ja kindel side ümber pannakse. Luumurdude puhul ei tohi kaua mõelda, vaid peab kiiresti tegema juhatatud sidemed. Murdunud jalaluuga inimest ei tohi kunagi ilma sidemeta istukil vankris edasi viia, vaid teda peab võimalikult lamavas seisundis edasi toimetama, sest vastasel korral võib lihtmurd lahtiseks murruks muutuda.

Tervishoiulised käsud. 1. Hoolitse korralikult segatoidu eest, et kondid saaksid hästi areneda.



117. joon. Luumurrud. 1 — vastujuhtunud sääreluu murdumine ja 2 — selle hädaseos. 3 — murdunud käsivars kaela seotuna.

2. Tarvita ühtlaselt mõlemaid kehapooli.

3. Istu sirgelt! Ära vajuta rinda vastu lauda! Hoia raamat ja kaustik otse enese ees, et ei tekiks seljakõverusi (113. joon.).

4. Ära kanna raamatuid alati ühe ja sama käega! Paremm kanna neid seljas!

5. Ära pigista oma keha kitsaste rõivaste ja väikeste jalanõudega!

6. Luuvigastuse korral otsi ruttu arstiabi! Esimese abi andjana katsu vigane liige võimalikult ruttu rahulisse seisukorda asetada!

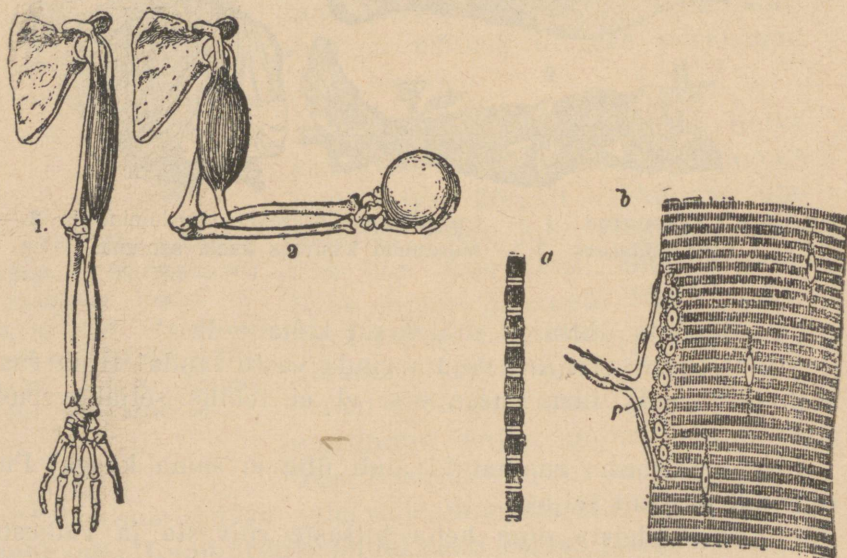
Ülesanded ja küsimused. 1. Joonista üksik lüli, liiges või tee neid savist! 2. Pane lahasse käe- ja jalaliigeseid! 3. Riputa käsi sidemega kaela! 4. Jalaluu murd juhtub jalutuskäigul; tarvitada on kepp, sirm, rätikud.

Lahasta nendega liiges! 5. Koolis juhtub luumurd. Missugused leiduvad asjad on kohased esimese abi andmiseks? Seo käsi või jalg klassis käepärast olevate asjadega! 6. Tõmba teisel sõrmega üle palja selgroo, nii et punane joon järele jääb. Vaatle, kas selgroog on sirge.

Lihased.

Vaatlused. 1. Katsu ja vaatle punast liha toorelt ja keedetult! Haruta seda liha kiududeks! 2. Vaatle õrnu nahku, mis on lihas näha! 3. Vaatle, kuidas lihas köitub luule! 4. Kuidas on lihast kergem nūri noaga lõigata, kas pikuti või ristj, ja millest on see tingitud? 5. Vaatle lihaste liikumist võimlemise puhul! 6. Katsu käega, missuguse kuju omandab lihas, näit. ülema käsivarre seespoolne lihas, kui liigest kokku tõmbad või välja sirutad!

Kõik liikumine meie kehas toimub lihaste abil. Neid on siin üle 300 iseseisva ühiku. Lihase talitus avaldub tema

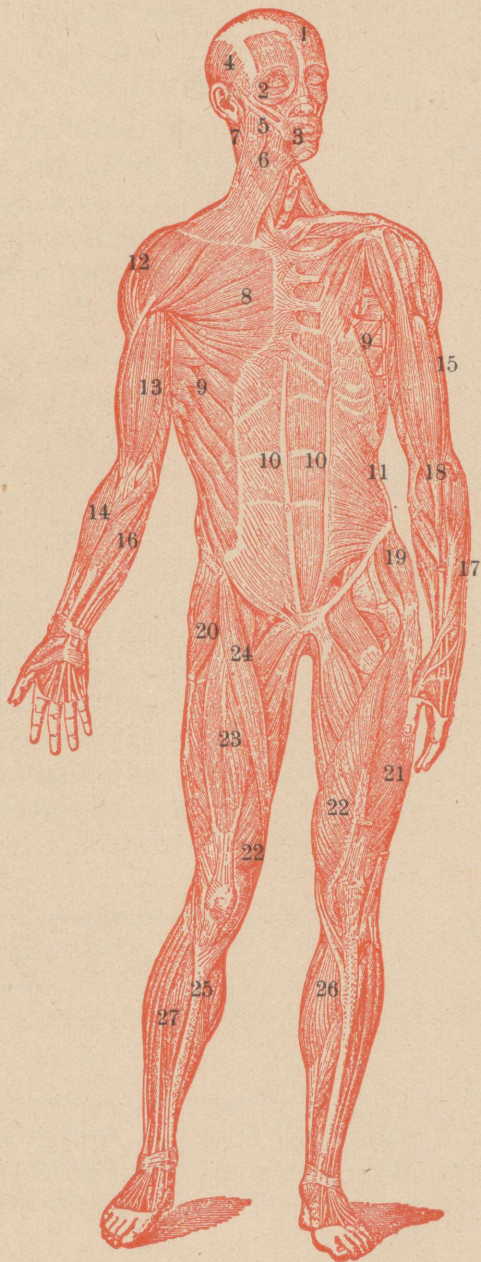


118. joon. Käsivarre kahe kõõlusega lihas.

119. joon. Võõdilised lihased (suurendatult).

kokkutõmbumises, teatava ergu erutuse tagajärjel. Kaob erutus, sirgub lihas ja saab oma endise kuju jälle tagasi. Kui keegi näiteks kätt üles tõstab, siis tõmbub suur, kahe kõõlusega õlale ja ühe kõõlusega käsivarrele kinnituv lihas

Inimese lihased :



Pea- ja kaela-
lihased: 1) otsa
kortsutaja lihas; 2)
silma rõngaslihas,
mis silma kinni tõm-
bab; 3) suu rõngas-
lihas, mis suud kinni
tõmbab; 4) kõrva
lihased; 5) põse-
nuki lihased, mida
närimise puhul tar-
vitame; 6) kaela-
lehtlihas, mis kort-
sutab kaela nahka;
7) lihased, mis pead
püsti hoiavad ja külje
peale keeravad. Rin-
na- ja kõhu liha-
sed: 8) suur rinna-
lihas, tõmbab kätt
alla ja tõstab külje-
luid üles; 9) rinna-
luude tõstja saag-
lihas; 10) kõhu sirg-
lihas, mis tõmbab
keha ettepoole kok-
ku; 11) kõhu põik-
lihas, mis siseorga-
nite peale litsub.
Käe lihased: 12)
käe tõstja; 13) ja
14) käe konksutajad
küünarnurkis; 15) käe
sirutaja, küünarnu-
kist; 16) käe ja sõr-
mede konksutajad;
17) käe ja sõrmede
sirutajad; 18) käe
ülespoole käänaja.
Jala lihased:
19) jala väljapoole
tõmbaja; 20) välja-
poole käänaja; 21),
22) ja 23) jala põl-
vest sirutajad liha-
sed; 24) rätsepa li-
hased — jala põl-
vest konksutaja; 25)
jalapöia konksutaja
lihas; 26) sääre li-
hased; 27) jalavar-
vaste sirutajad li-
hased.

kokku ja lähendab käsivarre luid õlaluule (118. joon.). Et kätt jälle sirgeks ajada, peab teine, vastasolev kolmepeäne lihas kokku tõmbuma. Kõiki lihaseid, mida meie oma tahtejõul tegevusse rakendame, nimetatakse tahtele alluvaiks lihaseiks (119. joon.).

Iga lihast ümbritseb sidekoest kest, mis otstes kõõlusteks üle läheb. Kõõluste abil on iga lihas luu külge kinnitatud. Kest ei takista ühtki lihase liikumist, vaid hoiab lihase koos. Väliskestast lähevad vaheseinad lihase vahele, mis teda kimpudeks jaotavad.

Vaheseintes on veresooned ja ergud. Lihasekimpusid näeme selgesti silmaga; need koostuvad lihakiududest-rakkudest (12 sm pikad). Neil rakkudel on väike õrn sidekoest kest ja mitu tuuma sees. Tahtejõule alluvail lihastel on iga rakk vöödilise ehitusega. Vöötide kokkutõmbumisel toimubki lihase lühenemine. Lihaste vöödilist ehitust võime ainult mikroskoobiga vaadeldes näha. Kõik lihased ei ole meie tahtejõule alluvad, ja nimelt need, mis on sisemistes organites, nagu maos, näärmeis, veresoontes jne. Nende lihaste rakk on ühe tuumaga, käävjas, sile, vöötideta (120. joon.). Neist koostuvat lihast kutsutakse siledaks.

Südamelihased on üldreeglist erandiks, sest nende rakud on lühikesed, ühe tuumaga, kuid vöödilise ehitusega. Meie tahtejõule ei allu südamelihased mitte.

Lihased on vererikkad, nendes sisaldub suurem osa inimese verd.

Lihased on, seda mööda kus nad asetuvad, väga mitmesuguse kuju ja suurusega. Rõngakujuline lihas moodustab kokkutõmbumisel endast rõnga (nagu südamel, soolikatel, pärakulihas). On lihas kumer, nagu rinnakoobast altpoolt



120. joon. Sileda lihase rakud (suurendatult).

piirav vahelihas, siis läheb ta kokkutõmbumisel lamedamaks. Lõpevad aga lihased naha sees (näit. otsakortsutaja), siis tõmbub nahk seesugusel kokkutõmbumisel kortsu. Luude otste külge köidetud lihas tõmbab neid luid üksteisele lähemale. Kõige suurem lihas on neljapealine lihas, mis reit eestpoolt katab ja jalga sirgel hoiab. Paljud teised lihastest on ainult paari sentimeetri pikkused.

Pea ja näo peal on palju väikesi lihaseid, mis koostoimivalt näole mitmesuguse ilme annavad. Nõnda näeme näost rõõmu, kurbust, viha ja muid tundeavaldisi. Lõualuid kokku tõmbav lihas on jõurikas; tema tegevus avaldub hammustamises ja närimises.

Kaela lihased pööravad pead mitmes suunas. Suured tugevad rinna- ja pihalihased liigutavad käsi. Seljal on pikad seljalihased, mis selga sirge hoiavad. Et ilusat sirget keha-seisu ehk rühti omandada, selja kõverdumist ära hoida, peab neid lihaseid harjutama.

Kõhu peal on mitu kihti ristlevaid lihaseid. Need on tegevad hingamisel, kõhimisel, laulmisel. Seepärast peame ka kõhulihaste tugevaks-arendamist silmas pidama. Peab hoiduma kitsaste rõivaste eest, mis kõhulihaste tegevust ja arenemist takistavad.

Kätel on hulk pikki peeni lihaseid, mis neile kõiksugust tegevust võimaldavad. Käe sisepoolel on sõrmede konksutajad ja välispoolel sirutajad. Jalalihased on kehas kõige tugevamad, sest nendel lasub kogu inimese raskus. Nende tegevus avaldub kõndimises, jooksmises ja hüppamises.

Lihased ammutavad oma jõu toidust ja hapnikust, mida veri neile kätte toob. Verest saadud toidust muutub lihastes $\frac{1}{3}$ kehaliseks tööjõuks, $\frac{2}{3}$ — soojuseks. Kõige paremad masinad suudavad ainult $\frac{1}{10}$ saadud põletusainetest tegevaks tööjõuks muuta. Nii saab inimene kuni 35 % toidus olevast keemilisest energiast tööjõuks muuta. Sellest näeme, et inimene on kõige parem jõumasin; ta töötab kütteaine kõige täielikumalt tööjõuks ümber. Ise muutub ta mõõduka tegevuse puhul ainult tugevamaks, vastupanevamaks.

Kui üks lihas kaua peab järgemööda üht ja sama liigutust tegema, siis jääb kokkutõmbumine ikka nõrgemaks ja

aeglasemaks — ta väsib. Kui mõnd tööd on vältavalt tehtud, millest kogu keha lihastik osa võtab (pikk teekond), siis tunneb inimene üldist väsimust, mis avaldub nõrkemises.

Lihaste vead ja tervishoid.

Kui tahtejõule alluvad lihased enam kokku ei saa lõmbuda, siis kutsutakse seda viga halvatuseks. Halvatuse korral ei ole küll mitte lihas otsekohe puudutatud, vaid erud, mis selle lihase tegevust korraldavad.

Kui lihas ehk lihaste kogu meie tahtmata hakkab kokku kiskuma, siis nimetatakse seda nähtust krambiks. Kramptide kaasas käib sagedasti meelemärkuseta olek. Keha kramptide all kannataja peab rahule jäetama, ei pea tema käsi ega jalgu kinni hoitama, vaid tuleb ainult kaitsta, et haige end ei vigastaks.

Äkilise raskuse tõstmisel võib lihas välja venida ja ka rebeneda. Lihase rebenemise puhul on lihase kohal lohku märgata, kuhu hiljemini lihastest välja tulev veri valgub. Haige tunneb valu ja liiget ei saa enne paranemist tarvitada. Esimest abi antakse külmade mähiste pealepaneku ja lihase rahulisse seisu asetamise varal.

Lihased on meie keha jõumasin, mis, nagu iga muugi seesugune tegev jõusunnitaja, korralikku küttematerjali tarvitab. Selleks on meie toidus olevad suhkur, tärklis ja rasvad. Iganud lihaserakkude uuendamiseks kasutatakse valkusiid. Tärklis ja suhkrut saame taimtoidust, valkusiid ja rasva — peaaesjalikult lihatoidust. Seepärast peab kehaliselt töötaja segatoitu tarvitama. Lihastesse koguneb töötamise puhul palju kõlbmata ainet. Selle uhab veri puhkamise ajal välja. Kõige täielikum puhkus on magamine, sest ainult pikali olles on lihased rahulises ja tegevuseta seisukorras.

Lihaste tööjõudu peab alatise harjutuse teel kõvendama. Selleks on kohased abinõud: võimlemine, sport ja kehalik töö. Kui lihaseid kaua ei tarvitata, siis kasvavad nad rasvaga läbi ja nende jõud väheneb.

Tervishoiulised käsud. 1. Ära lase lihaseid tööta olekuga kiduneda!

2. Harjuta oma lihaseid kehalise töö, mängu ja võimlemise varal!

3. Ära võimle kunagi liigväsimumeni, vaid tee mitmekesiseid harjutusi korrapäraselt iga päev, sest seesugused mitmekesised liigutused teevad keha ilusaks ja painduvaks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Katsu käsi ja jalgu liigutada ja määra, kus on kokkutõmbajad ja väljasirutajad lihased! 2. Katsu, kui suur raskus rõhub ühe pähkli katki; sellest näed, et sama suur jõud on lõualuid kokku tõmbavais lihaseis. 3. Millest see tuleb, et käte ja jalgade lihased on palju suuremad ja tugevamad kui pea ja keha omad? 4. Millega eralduvad näo lihased teistest kehalihastest? 5. Mispärast tunneme suurt väsimust peale pikka kõndimist? 6. Miks liigume külmaga kiiremini?

Ergukava.

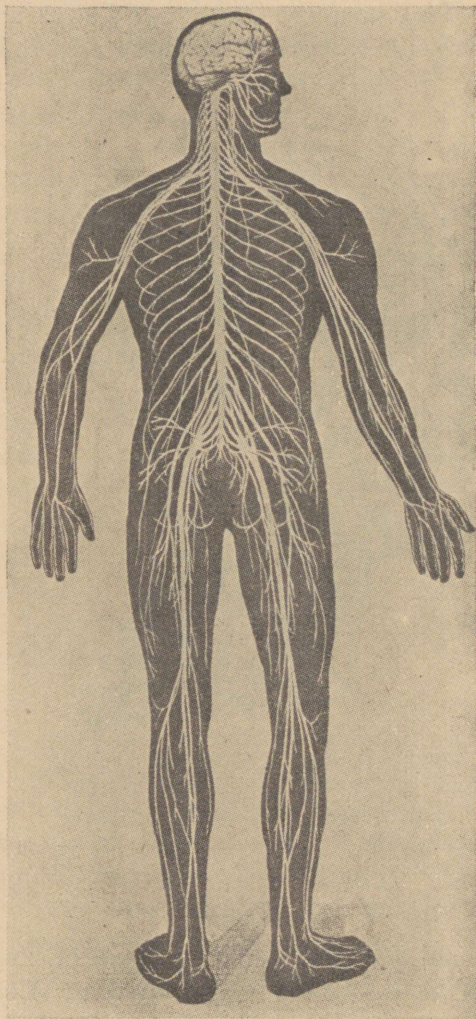
Vaatlused. 1. Vaatle mõne looma peaju! 2. Haruta välja ja vaatle suurt jänese või konna reie-erku! 3. Vaatle mõnd tegevust, mis meie taatele ei allu: näiteks, oled nõelaga näppu pistnud, siis tõmbad käe automaatselt eemale. 4. Kirjutamiseks on teatavaid vahendeid vaja. Sa võtad need. Kas oli nende vahendite võtmine tahtejõule alluv?

Inimese keha elundid on vahet pidamata tegevuses. Nende talituses valitseb alati kindel kokkukõla, kindel järjekord. See on võimalik siis, kui üksikute elundite vahel on katkestamatu teadete andmise ühendus. Suur sõjavägi võib ainult siis otstarbekohaselt ja kokkukõlas talitada, kui üksikute osade ja juhatuse vahel on alaline ühendus kas traadi teel või käskjalgade kaudu ja kui üksikud osad ühise keskkohta juhatuskorraldusi karvapealt täidavad. Inimese kehas on sääraseks korraldavaks keskuseks peaju, seljaaju ja neist väljaminevad ergud, millest ühed üksikuist elunditest teateid pea- ja seljaajusse toovad, kuna teised siit igasuguseid korralduskäskusid jälle elunditesse välja viivad. Kogu meie keha on erguniidikestega läbi põimitud. Ergu-keskkohti ühes kõigi erkudega kutsume ergukavaks (121. joon.).

Pea-aju, mis kaetud kolme kelmega, on varjul pealuukoopas; teda ümbritsevas kelmel asuvad veresooned, mille kaudu aju toitu saab. Pea-aju jaguneb kolmeks osaks: suureka, väikeseks ja piklikuks ajuks (122. joon.). Suur aju, mille sügav pikivagu jagab aju kaheks poolkeraks, täidab pealu-

koopa. Suure ja väikese aju pinnal on käärud ja vaod. Väike aju asub suure aju all, pea kuklapoolses osas. Piklik aju algab suure aju alt, peaaegu keskkohast, ja läheb pikkamisi üle selja-ajuks, mis selgroo-õõnes asub ja ristluuni ulatub (123. joon.).

Aju on ehitatud kahe sugusest ainest — hallist ja valgest. Hall aine katab suure ja väikeses ajus sisemist valget ainet. Piklikus ajus ja selja-ajus on vahekord vastupidine. Mikroskoobiliselt neid aineid järele uurides on leitud, et hall aine koostub ergurakkudest ja valge erguniitidest — harudest.



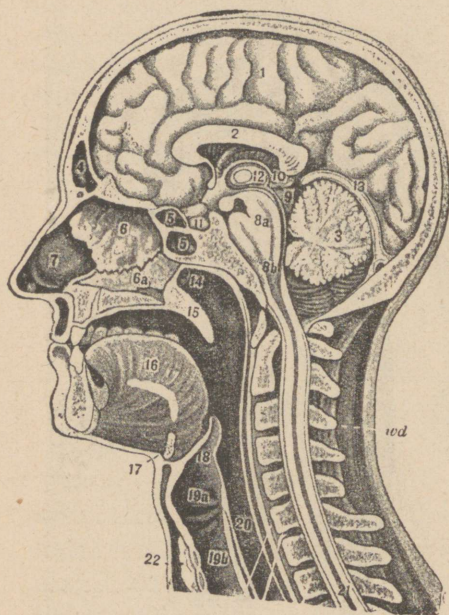
Ergurakul on palju väikesi harusid. Üks neist harudest, mida ergukiuks kutsutakse, võib mitu meetrit pikk olla. Üksikud ergukiud ühinevad erkudeks, mis kogu meie keha läbi põimivad. Ergud on kahte liiki: ühed, mis ärritusi elunditest keskergukavasse viivad, ja teised, mis siit käskusid välja kannavad. Ergud, mille varal meie kuuleme, näeme,

maitseme, haistame, sooja, külma ja valu tunneme, on tunde ergud. Teisi erkusid jälle, mis lihastesse ja teistesse

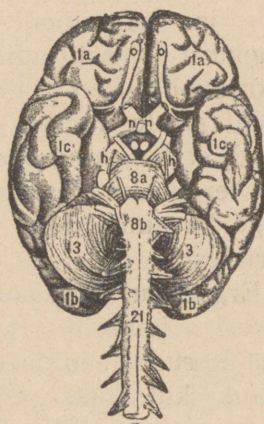
121. joon. Ergukava.

elunditesse lähevad ja neid tegevusse rakendavad, kutsutakse liigutuserkudeks. Iga ärritus erkudes antakse 60—80 m kiirusega sekundis edasi.

Teadlased on katsunud kahel teel selgusele jõuda, misuguste kehategevuste üle valitsevad pea- kui ka selja-aju.



122. joon. Piki-läbilõik peast ja kaelast. 1 — suur aju; 3 — väike aju; 8 a, b — piklik aju; 16 — keel; 18 — kõrikaas; 19a — kõrisõlm; 19b — kõri; 20 — neel; 21 — selja-aju.



123. joon. Pea-aju alt-poolt. 1a, b, c, — suur aju; 3 — väike aju; 8 a, b — piklik aju; 21 — selja-aju.

Nad on teinud katseid loomadega, kellel teatav osa pea-ajust oli vigastatud või välja lõigatud. Lõigatakse tavaliselt suur aju välja, siis jääb ta ümbruse vastu üksikõikseks ja istub suikudes. Ta kõnnib küll, kuid ei tunne asju: ei söö ettepanud teri; kui hirmutada, siis ei avalda hirmutunnet ega tee põgenemiskatset. Peale selle on uuritud surnud inimeste ajusid, kes mõne erguhaiguse all kannatanud. Nõnda on leitud,

et suure aju hall koor ongi mõtlemise, arusaamise ja tahtmise algkoht. Mida rohkem käärusid ja vagusid on koorel, seda enam halli ainet ja seda targem on inimene. Iga meie elundi tegevust juhib aju halli koore osa. Meie päevil on teada keha liigutuste — nägemise, kuulmise, rääkimise ja mitmed teised algkohad. On mõni neist algkohtadest rikutud, siis ei saa inimene vastava elundi tegevuse üle, mille juhtimine sellele ajukohale allus, enam valitseda. Väike aju valitseb tähtsamate liikumiste ja tasakaalu üle. Piklik aju korraldab südame- ja hingamistegevust. Tema väiksemgi rike toob silmapilkselt surma (miks?).

Seljaaju täidab kaht ülesannet: esiteks lähevad kõik kehast tulevad tunded tema kaudu peaajusse ja tema läbi saadetakse tegevuskäsud ajast elunditesse. On aga seljaaju kuskilt vigastatud, katkenud, siis ei saa inimene altpoolt vigastatud kohta kehaosadest tundeid ega saa ka liigutusi teha nende osadega. Teiseks valitseb seljaaju veel liigutuste üle, mis sagedasti ilma tahtmata, teadmata teeme, näit. magaja tõrjub enda teadmata teda tülitavaid kärbseid ja sääski eemale. Palju meie igapäevseid harilikke liigutusi toimub mehaaniliselt seljaaju korraldusel, näit. silmade pilgutamine, käega vehklemine kõne ajal, käimine jne.

Peaaju saadab endast 12 paari erkusid välja, mis enamalt jaolt peas meeleriistade juures peene erguvõrguna lõpevad; tähtsamad neist on nägemise, haistmise, kuulmise, maitsemise, kompimise ja mitmesugused lihaste liikumist korraldavad ergud. Seljaajust läheb 31 paari erkusid üle terve keha laiali. Nad algavad siit kahe juurega; esimese juure kaudu käivad seljaaju lihaste liikumist korraldavad ergud, tagumise kaudu aga ergud, mis tundeid ajusse viivad.

Peaaju haigused ja tervishoid.

Peaaju haigused teevad inimese sagedasti vaimuhaigeks. On aju vigastatud, siis ei saa seda enam millalgi parandada. Ka alkohol ja muud mürgistused võivad ajule raskeid vigastusi sünnitada. Rohke viinajoomise puhul kaob inimesel

enese üle valitsemine ja meelespidamine. Samuti kaob tasa-kaal, ta vaarub ja võib kui poolsurnu maha langeda.

Kange kohv, tee ja tubakas sisaldavad mürkaineid, mis ergukavale erutavalt mõjuvad. Nende tarvitamisega peab ettevaatlik olema, iseäranis kasvavate laste toitmisel.

Iga tööd, olgu see kehaline või vaimline, juhatakse peaajust. On kehalik töö meid ära väsitanud, siis ei saa enam vaimlist tööd teha. Et ergukava korralikult saaks avalduda, peab parajasti tööd tegema, parajasti sööma ja parajasti puhkama. Peaaju võime kasvab harjutuse teel, samuti kui lihastegi jõud.

Pikema töö järel tunneb inimene väsimust. Ta peab töö seisma jätma ja ajuti puhkama. Kõige täielikum ergukava puhkus saabub magades. Täiskasvanud inimene peab ööpäeva jooksul 6—7 tundi magama. Kasvav laps tarvitab veel rohkem puhkust, ja nimelt 8—12 tundi. Rinnalaps magab veel pikemat aega.

Pidud, kinod, teatrid on töös ühekülgsest koormatud erkudele vaheldusepakkujad, kuid nad väsitavad samuti nagu mõni teinegi tegevus. Paras vaimline tegevus vaheldugu kehalise tööga.

Tervishoiulised käsud. 1. Ole järjest tegev vaimliselt, siis arened vaimliselt ja kõvendad meelespidamist.

2. Hoidu vaimlise ületöötamise eest, maga vähemalt 8 tundi!

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast tõmbuvad lihased kokku, kui neist elektrivool läbi lastakse? 2. Mispärast võime erkusid võrrelda telefonitraatidega? 3. Inimene keerab end unes — millest on see nähtus juhitud?

Meeleriistad.

Kõik välises ilmas sündivad muutused, mis meie erkusid ärritanud, saavad meeleriistade kaudu meie ajule teatavaks. Meil on nägemise, kuulmise, haistmise, maitsmise ja kompimise ehk nahatunde meeleriistad. Nad kõik on erkude kaudu pea-ajuga ühendatud ja võtavad ainult teatavat laadi erilisi ärritusi vastu, nagu silm ainult valguse mõjusid, kõrv helisid jne.

Valgus.

Valguse allikad.

Vaatlused. 1. Kas näeme ka öösi? 2. Pane pimedal selgel ööl tähtede sära ja värvust tähele! 3. Pane mitmesuguseid lampe tähele: raudteejaamas, uulitsatel ja eramajades!

Tähtsamaks valguse allikaks maakeral on päike. Ta valgustab maad ja me näeme meid ümbritsevaid asju. Öösi, pimedas toas ei näe me asju. Neid võime aga ka öösi näha, selleks tõmbame tiku põlema: ta põleb heleda leegiga. Hoiame tangide abil nõõpnõela piirituse või gaasi leegis: nõi hakkab hõõguma, lööb punaseks. Põlemisel ja hõõgumisel tekib ka valgus. Aga me näeme pimedas toas ka siis asju, kui väljas välku lööb. Sädet, mis välku meelde tuletab, võime elektrimasina abil saada. Niisuguseid kehasid, mis iseendast valgust annavad, kutsutakse helendavateks kehadeks ehk valguse allikateks. Kõik teised kehad on tumedad kehad. Öösi paistab kuu, mis oma valguse päikeselt saab ja siis edasi maa peale saadab. Kuu on tume keha. Virmaliste vehklemist paneme talveöödel tähele; nende põhjuseks on elektrinähtused kõrgemates, hõredamates õhukihtides. Mõned loomad heidavad endast maheadat valgust, näit. jaaniussikesed. Lõunameredes leidub pisi-lasi, kes öösiti merepinna helendama panevad.

Meid ümbritsevad kehad on kas seetõttu nähtavad, et nad helendavad, ise valgust annavad, või et neid valgustatakse. Valgus on siis selleks põhjuseks, mis kehasid meile nähtavaks teeb.

Seame põleva küünla ette klaasitüki. Läbi klaasi näeme leegi kaju ja värvust. Hoiame siis küünla ees õlise paberi: läbi paberi märkame ainult helendust, kuna leegi piirjoont täpsalt näha ei ole. Hoiame lõpuks küünla ees raamatu, siis ei näe me leeki üldse mitte. Kehasid, mis niipalju valgust läbi lasevad, et neist asju selgesti võib ära tunda, nimetatakse läbipaistvateks kehadeks. Õline paber on ainult osalt läbipaistev, kuna raamat valgust sugugi läbi ei lase, on täiesti läbipaistmatu.

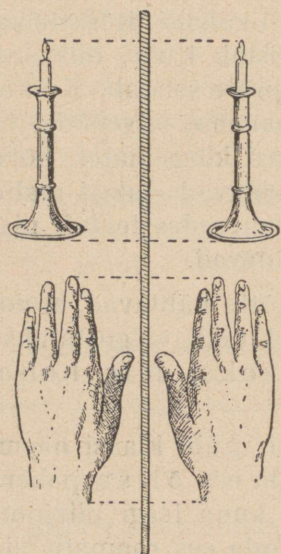
Ülesanded ja küsimused. 1. Nimeta mõned tumedad kehad, mis kuumendamisel helenduma hakkavad! 2. Mispärast tehakse laualampide kuplid „matist“, tuhmist klaasist? 3. Sea päikesevalguse (või küünla, lambi) ette järgmised asjad: valge paberileht, kuivatuspaberileht, kollane pakkimis-paberi leht, tükk sarve (kamm), tükike aknaklaasi ja tükike rohelist pudeliklaasi! Missugusesse järjekorda tuleb need asjad läbipaistvuse suhtes asetada?

Valguse peegeldumine.

Vaafused. 1. Pane tähele enda kujutist peeglis: a) kus tekib kujutis? b) kuidas muutub kujutis, kui sa peeglile lähemale astud? d) kuidas avaldub kujutises sinu vasaku (või parema) käe liigutus? 2. Millal näeme asja ja tema peeglikujutist korraga?

Vaatame päeval läbi aknaklaasi õue, siis näeme õues olevaid asju selgesti, kuna meie oma kujutist aknas ei näe. Lükame akna lahti ja vaatame läbi ruudu vastu tumedat seina,

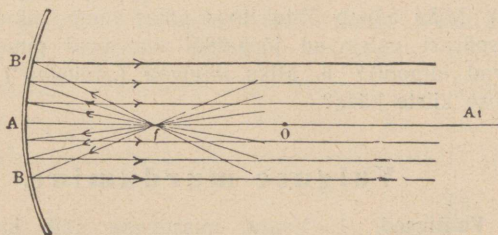
siis peegeldab aknaklaas. Samuti peegeldab ka klaasitükk, mis lauale pandud, kui temasse vaadata. Tume tagapind näib tarvilik olevat, et esineks peegeldumine. Ka harilik peegliklaas on nii tehtud, et tema läbi ei paista, ta on tagant hõbetatud. Klaas pole aga ainuke keha, mis peegeldumist võimaldab: ka taldrikud, poleeritud laudad jm. peegeldavad asju. Kui aga keha pind on krobeline või kare, nagu riidel, valatud malmil ja saetud lauatükil, siis ei saa meie peeglikujutist. Siledat pinda, mis valgust tagasi heidab ehk peegeldab, nimetame peegliks. On pind tasane, siis nimetame peeglit tasapeegliks (ehk tasapinnaliseks peegliks), on pind aga kõver, siis kutsume ka peeglit kõveraks.



124. joon. Asjade kujutised tasapeeglis.

Kujutis tasapeeglis on asjaga ühesuurune ja päripidine (124. joon.).

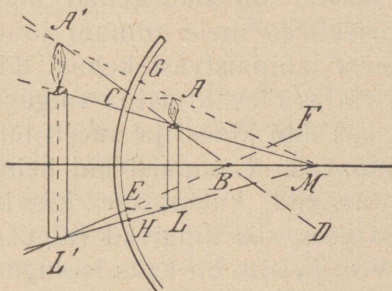
Kõveraist peegleist on tähtsaim nõgus peegel. Temaga on varustatud mõned kõõgi-, jalgratta-, auto- ja vedurilambid. Lambitule valgus ei peegeldu nõgusalt peeglit mitte laiali, vaid peegel juhib valgusekiired otsekohe ettepoole (125. joon.).



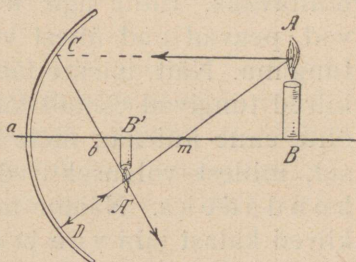
125. joon. Nõgus peegel valgustuspeeglina.

Asjade kujutised nõgusas peeglis olenevad nende kaugusest peeglist, nimelt,

1) kui asi asub peegli läheduses, siis näeme päripidist suurendatud kujutist peegli taga (126. joon.).



126. joon. Nõgus peegel suurenduspeeglina.



127. joon. Asja kujutis nõgusa peegli ees.

2) Asub asi kaugemal, siis on kujutis ümberpöörduja ja vähendatuna peegli ees. Mida kaugemal asi peeglist asub, seda väiksem on tema kujutis (127. joon.).

Pilvise ilmaga peegeldavad pilved ja õhus leiduvad tolmu- kübemed päikesevalgust igas sihis, nad h a j u t a v a d valgust.

Valguse hajumise tõttu näeme päeval asju tubades ja sügavates keldrites. Hajunud valgust saadab suurem osa meid ümbritsevaid tumedaid kehasid.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kuidas võib peegli abil nurga taha näha? 2. Kas võib aknaruutu peegliks tarvitada? 3. Missugused peavad olema hea peegli omadused? 4. Kuidas peegliklaasi paksust noatera¹ abil teada saada? Miks annab õhtul toas põlev lamp „akna taga“ kaks kujutist? 5. Mispärast paistavad jõekaldal kasvavad puud vees ümberpöörutena (ladvad allpool)? 6. Miks läigivad („põlevad“) aknaklaasid loojamineva päikese kiirte käes?

Valguse murdamine.

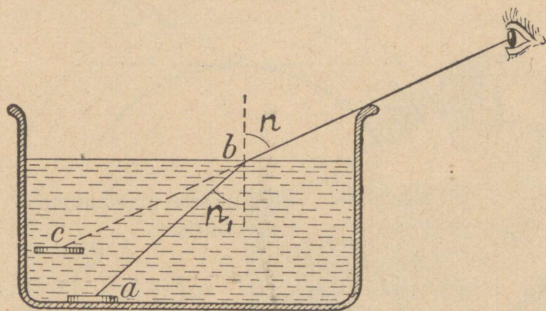
Vaatlused. 1. Vaata, missugune näib kaldu vette pistetud kepp (või aer)! 2. Kus kohal näib kepp murdunud olevat? 3. Sea kepp vette loodjoones! Kas näib ta ka nüüd murdunud (kõver) olevat? 4. Vala vett kaussi ja pane tähele, kas põhja asend näib olevat muutunud! 5. Vaatle pooleni vette pistetud ratast! Kas on tema endine kuju muutumatu? 6. Pane tähele õhku kuuma kolde või tuleaseme kohal õues! Kas on midagi märgata? 7. Vaatle selgel õöl tähti! Missugused tähed vilguvad rohkem, kas need, mis silmapiiri lähedal või kõrgel pea kohal asuvad?

Valguse peegeldumise tõttu saavad tumedad kehad meile nähtavaks. Enne aga, kui valgusekiired meie silmani jõuavad, peavad nad ühest või mitmest läbipaistvast kehast läbi tungima. Näit. näeme läbi akna väljas olevaid asju: valgusekiired tungivad esmalt läbi õhu, siis läbi klaasi ja uuesti läbi õhu, enne kui nad meie silma jõuavad. Läbipaistvaid kehasid, millest valgusekiired läbi tungivad, kutsutakse keskkondadeks. Näeme meie kala vees, siis tungivad valgusekiired kalast läbi vee ja õhu. Vesi ja õhk on kaks isesugust keskkonda. Paneme pesukausi (või mõne plekknõu) põhja metallraha ja asume ise kausist nii kaugele, et tema serva tagant ainult raha tagumist äärt näeme. Laseme kedagi, raha paigal hoides, vett kaussi valada. Nüüd näeme tervet raha: ta näib põhjast kõrgemale kerkinud olevat (128. joon.). Rahast tulevad kiired pidid veest õhku tulles oma sihti muutma. Kuna silm asju ainult otsesihis oma ees näeb,

¹ Hoiu noatera vastu klaasi ja vaata tema kujutise kaugust!

paistab ka raha kõrgemal olevat. Sihi muutumine sünnib vee ja õhu lahutuspinna. Nähtust, kus valgusekiired ühest keskkonnast teise tungides oma esialgset sihti muudavad, kutsutakse valgusekiirte murdumiseks. Igas üksikus keskkonnas liigub aga valgusekiir sirgjooneliselt.

Tõmbame valgele paberile pliiaatsiga paksu joone ja katame osa temast paksu klaasplaadiga kinni. Vaadates joont läbi klaasi, külje pealt, näeme, et klaasi all olev osa on kõrvale nihkunud. Vaatame otse ülevalt alla klaasi peale, siis näeme joont muutumatuna. Nii siis, ka klaasist õhku tungides (või ümberpöördult) muudab valgusekiir oma sihti.



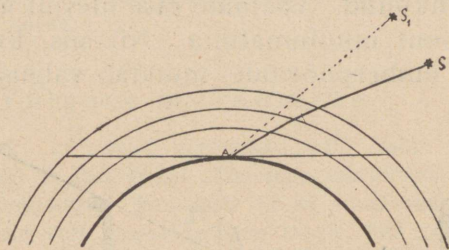
128. joon. Kiirte murdumine.

Valgusekiirt vastupidises sihis lastes (128. joon.), silmast veepinnale, punkti b , murdub kiir ja läheb uues sihis edasi, nimelt sihis ba , mis ristjoonele lähemal. Nurka n , mille tekitab valgusekiir ristjoonega, nimetatakse langemisnurgaks ja nurka n_1 , mille tekitab murdunud kiir ristjoonega, nimetatakse murdumisnurgaks.

128. joonisest on näha, et kui valgusekiir hõredamast keskkohast (õhust) tihedamasse (vette, klaasi) läheb, siis on murdumisnurk langemisnurgast väiksem; vastuoksa, kui valgusekiir tihedamast keskkonnast hõredamasse tungib on murdumisnurk langemisnurgast suurem.

Aga ka õhk ise ei ole ühetasase tihedusega, vaid moodustab mitmesuguseid kihte. Ülemised kihid on hõredamad, madalamad, maapinna läheduses, on tihedamad. Seetõttu näeme päikest (ja paljusid tähti) veidi teisel kohal, kui nad

tõeliselt asuvad. Vahe on seda suurem, mida madalamal seisab päike. 129. joonis kujutab mitmesuguseid õhukihte. Punktis A on vaatleja silm ja S on päike. Hõredamast õhukihist tihedamasse tülles murdub valgusekiir (väiksemat nurka moodustades ristjoonega); mitmest kihist läbi jõudes on ta esialgsest sihist tublisti kõrvale kaldunud ning selles uues sihis tungib ta vaatleja silma, mis teda asendis S_1 näeb. Valgusekiirte murdumisel põhineb ka niinimetatud teren-



129. joon. Valgusekiirte murdumine atmosfääris.

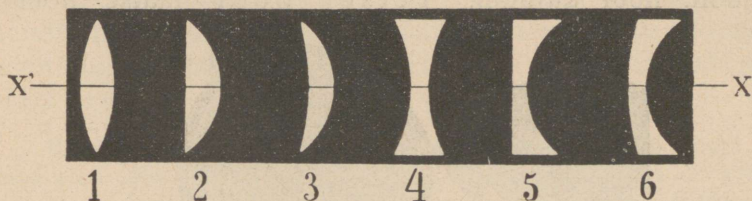
dus, mis iseäranis sagedasti soojades kõrbedes ja merekallaste läheduses esineb: mõnikord nähakse silmapiiril kaugeid kohti, mida harilikult näha ei ole.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kas tuleb jahimehel, kes vees kala tahab lasta, valgusekiirte murdumist arvesse võtta? Millal murdub valgusekiir ristjoonele lähemal, millal ristjoonest kaugemal? 3. Joonesta kiiretee a) õhust vette, b) veest õhku (128. joon.)! 4. Missuguses sihis peab päikesekiir maakerale langema, et ta oma esialgset sihti ei muudaks? 5. Miks vilguvad rohkem need tähed, mis silmapiiri läheduses asuvad?

Optilised läätsed.

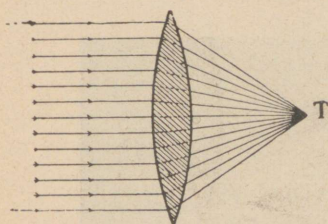
Optilisteks läätsedeks nimetame läbipaistvaid klaase, mis kahe kerapinnaga või ühe kera- ja ühe tasapinnaga piiratud (130. joon.). Kuju järele jagatakse neid kumerateks ja nõgusateks (130. joon. 1, 2, 3 — kumerad ja 4, 5, 6 — nõgusad), tegevuse järele koondavateks ja hajutavateks. Sirgjoont, mis kerapindade keskpunkti läbi läheb, nimetatakse peateljeks (130. joon., $X'X$ — on peatelj).

Võtame kumera läätse (tuleklaasi) ja laseme ta peale päikesekiiri langeda. Päikesekiired läätsest läbi minnes

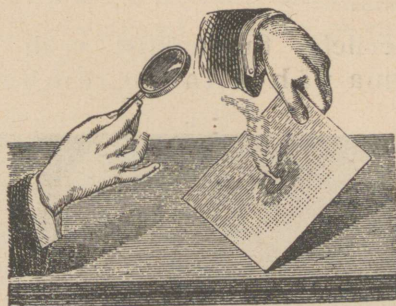


130. joon. Optilised läätsed. 1, 2, 3 — kumerad, 4, 5 ja 6 — nõgusad.

koonduvad ühte punkti (131. joon.), mida nad heledasti valgustavad ja nii soojendavad, et puulaaste, paberit



131. joon. Kumer ehk koon-
dav lääts.



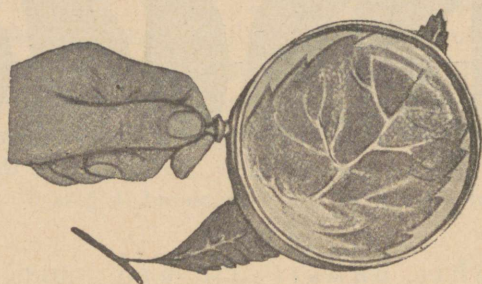
132. joon. Tulipunkt.

jm. võivad põlema panna (132. joon.). See on läätse tulipunkt (131. joon. T). Sirgjoon tulipunktist läätse keskusse annab meile tulipunkti kauguse.

Kujutised läätsede abil.

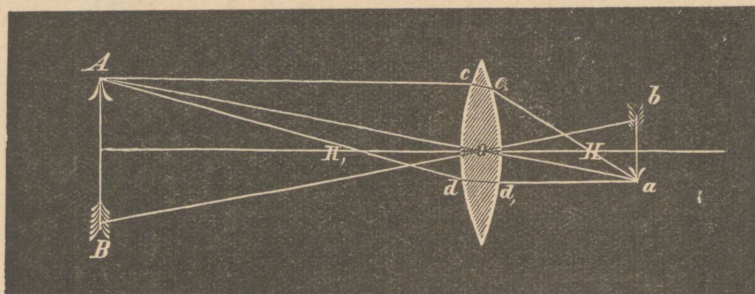
Kaksikkumer lääts. Paneme läätse trükikirjale. Kiri paistab ainult vähe suurendatud olevat. Tõmbame läätse kirjast kaugemale, siis suureneb ka kujutis. Nii kaua kui vahe kirja ja läätse vahel on tulipunkti kaugusest väiksem, näeme suurendatud kirja. Seepärast kutsutakse koon-
davat läätse ka suurendusklaasiks ehk luubiks (133. joon.).

Mõõdame läätsest kahekordse tulipunkti-kauguse ja asetame väljapoole seda kaugust põleva küünla, mida 134. joon. nool kujutab. Teisel pool läätse hoiame



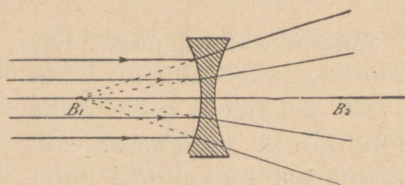
133. joon. Luup.

paberilehe tulipunktist veidi kaugemal. Paberile ilmub küünla vähendatud, ümberpööratud kujutis.



134. joon. Kujutis kumera läätse abil.

Nõgusad läätсед. Laseme nõgusale läätsele paralleelselt peateljele päikesekiiri langeda ja hoiame läätse taga paberi-



135. joon. Valguse hajumine nõgusas läätses.
 B_1 — ebatulipunkt.

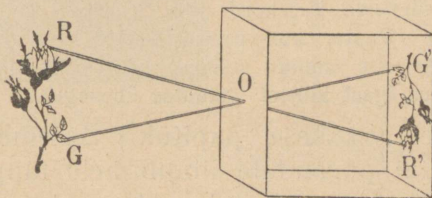
lehe. Paberil näeme tumedat sõõri, mida ümbritseb heledam ring. Eemaldame paberit läätsest: hele ring suureneb,

kuid heledus kahaneb. Katse näitab, et nõgus lääts valgusekiiri hajutab. Hajutavus suureneb kaugenemisega läätsest. Teljele paralleelselt langevad kiired murduvad nii, et nende pikendused eespool läätse ühte punkti koonduvad. Seda punkti nimetatakse hajumis- ehk ebatulipunktiks (135. joon.).

Ülesanded ja küsimused. 1. Täida keedupudel (kolb) veega ja hoiatema ees põlev küünal! Vaata paberilehe abil, missugune on küünla kujutis kolvi taga! 2. Kas on kardetav kergesti põlema hakkavat ainet hoida päikese käes kolvis?

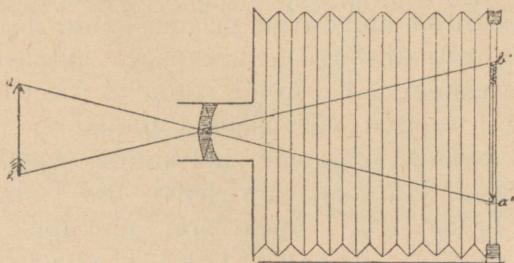
Pimekamber.

Võtke mõni pappkast (paberossikestade karp), mille ühe külje asemele valge paber on pandud, ja puurige vastas-



136. joon. Pimekamber.

olevasse karbi seinale väike auk (umbes 1 mm läbimõõduga). Seadke pimedas toas karbi ette põlev küünal, nii et küünla



137. joon. Päevapildiapaarat.

leek augukestega ühekõrgusel asuks; siis näete paberil leegi ümberpööratud kujutist (136. joon.). Et tuba iga kord hästi pimedaks ei saa teha, siis värvitakse kasti seinad seestpoolt

mustaks. Seesugust kasti kutsutakse pimekambriks. On avaus kasti seinas suur, siis ei saa me tagaseinal asjade selget kujutist. Et kasti rohkem valgust juhtida ja asjade selget kujutist saada, asetatakse avausse kumer lääts. Asjade kujutised kumera läätsel abil olenevad aga sellest, kui kaugel on asi (ja tagasein) läätselt. Selgema kujutise saamiseks peab võimalus olema kas läätsel edasi-tagasi nihutada või jälle kasti tagaseina lähendada ja kaugendada. Mõlemad viisid on tarvitusel. Päevapildiaparatuur pole ka midagi muud kui pimekamber (137. joon.).

Valguse lahutamine.

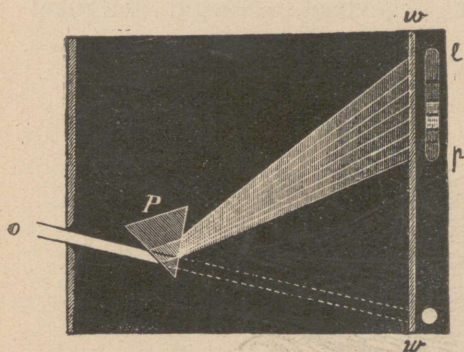
Vaatlused. 1. Missugustest värvustest koostub vikerkaar? Missugune on värvuste järjekord altpoolt üles? 2. Pane vikerkaare kuju tähele! Vaata, kus seisab päike, kui vikerkaar paistab! 3. Vaatle värvuste mängu päikesekiirte käes olevas kastetilgas! Kas on värvus igast küljest vaadates ühesugune?

Läbi väikese augukese papitükis laseme valgusekiiri põrandale langeda: põrandale ilmub hele täpp — päikesekujutis. Paneme nüüd ava taha klaasprisma ja hoiame prismast veidi maad eemal paberilehe, nii et valgusekiired peale murdumist lehele langevad. Paberile ilmub värvuseline lint, all punane, üleval lilla (ehk violett). Värvuseline lint asub sellest kohast kõrgemal, kus enne valge täpp oli. Valgusekiired murduvad prismast läbi minnes, aga kõik kiired ei murdu ühesuguse tugevusega: punased kiired murduvad kõige vähem, lillad kõige rohkem. Värvuste järjekord prisma abil saadud värvuselises lindis on järgmine: punane, oranž, kollane, roheline, helesinine (taevassinine), tumesinine ja lilla. Säärast värvuselist linti nimetatakse päikesespektrumiks.¹ Spektrumi tekkimise nähtust nimetatakse valguse värvusteks lahutamiseks (138. joon.).

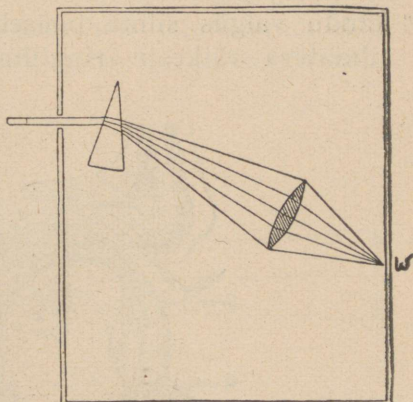
Võtame mõne värvuselise klaasi, näiteks punase, mis ainult punaseid kiiri läbi laseb, ja hoiame ta valgusekiire

¹ Spectrum tähendab ladina keeles kujutist, pilti.

teel; värvuselindi asemel ilmub paberile (seinale) nüüd pu-
nane täpp. Katset võime korrata mõne muu spektrumi-
värvusega, näit. sinisega, kollasega jne., alati ilmub ühe-
värvuseline kujutis. Spektrumi üksikuid värvusi ei



138. joon. Valguse lahutamine.



139. joon. Koondav lääts liidab spektrumi värvused uuesti valgeks.

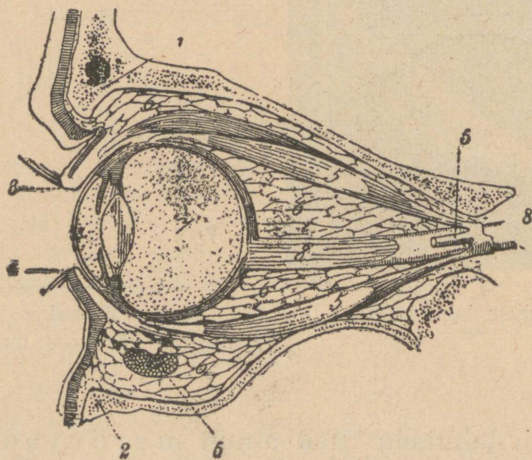
saa me enam lahutada (nad ainult murduvad prisma),
nad on lihtvärvused. Valge päikesevalgus koostub aga
seitsmest lihtvärvusest. Koondava lääts abil võime spekt-
rumi värvusi uuesti valgeks muuta ehk liita (139. joon.).

Silm.

Vaatlused. 1. Vaatle looma silma! 2. Lõika külmunud looma-
silm pooleks ja joonista tema pilt! 3. Vaatle teiste juures, kuidas
silmatera pimeduses laieneb ja valguse käes aheneb! 4. Vaatle
kaasõpilaste silmade värvust!

Silmamuna asub luukoopas, n. n. silma-augus, mida voo-
derdab rasvakiht (140. joon.). See vooder on silmamunale
pehmeks aluseks ja ka löökide nõrgendajaks. Silmamuna
on kolmekihiline. Välimine kiht, silma valgekile, läheb
eespool kumeraks uuriklaasitaoliseks läbipaistvaks sarv-

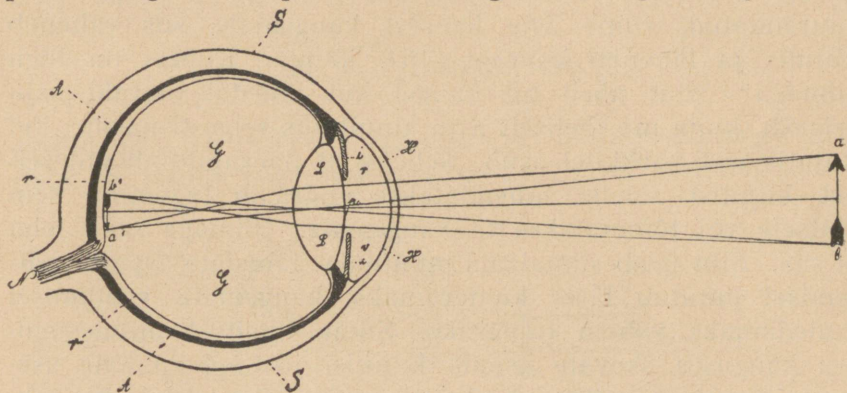
kileks. Keskmise kihi sünnitab tihe veresoonte võrk, soonkile, mis sarvkile alt n. n. kirjukilena nähtavale tuleb. Igal inimesel on kirjukile isevärvust ja tema järele kutsutakse inimesi halli-, sõstra- (pruuni-) ja sinisilmalisteks. Kirjukilel on keskel väike auk, silmatera, mille kaudu valgus silma pääseb. Ereda valguse mõjul aheneb silmatera väikeste ringlihaste tegevusel. Nõrgal valgusel



140. joon. Silm. Inimese silma piki-läbilõik. 1 — otsa- ja 2 — põseluu, mis silmakoobast aita-
vad moodustada; 3 — ülemine ja 4 — alumine
laug ripsmetega; 7 — silmamuna; 8 — nägemiserk.

laieneb silmatera lihaste kokkutõmbumise tõttu. Siit näeme, et ta ainult niipalju valgusekiiri silma laseb, kui palju nägemiseks on tarvis. Silmaerk tuleb silma päras läbi valgekile ja veresoonte kihi ja levib veresoontele õhukese võrk- ehk ergukilena. Kõige tundlikum koht silmas on otse silmatera vastas, n. n. kollane täpp. Koht, kust erk silma tuleb, n. n. must täpp, on valgust vastu võtvate otsakesteta ja seepärast ei näe inimene selle kohaga. Silmatera taga on kaksikkumer läbipaistev keha — silmalääts. Silmaläätsel on võime väikeste peente lihaste varal lamedamaks ja kumeramaks muutuda. Selle omaduse tõttu võime kaugeid

ja lähedaid asju selgesti näha. Silmalääts jaotab silmamuna kaheks kambriks. Esimene kambrike, mis asub eespool läätsel, on täidetud läbipaistva silmavedelikuga. Silmaläätsel tagust kambrikest täidab sültjas vedelik — klaaslima. Väliste ilma asjadest sünnitavad sarvnahk, silmalääts ja klaaslima ergukile peale asjast ümberpööratud, vähendatud, selge pildi. Valgustatud pilt ärritab ergukiles nägemisergu otsa-



141. joon. Kujutise tekkimine inimese silmas.

kesi ja erguniidid viivad ärrituse peaaugusse. Nii tekib meeletegevus, mida nägemiseks nimetatakse. Silmamuna liigutavad kuus ergurikast lihast.

Silma kaitsevad väljastpoolt kulmukarvad, mis takistavad soolast musta higi silma valgumast, ja silmalaud ühes ripsmetega. Silmamuna kuni sarvnahani ja laugude sisepool on kaetud limanahaga, mis silmamuna niisutavad. Silma-koopa välises nurgas asuv pisaranääre eritab vedelikku, mis silma alati niiske ja puhta hoiab. See niiskus korjub sisse misse silmanurka, kust ta väikese torukese kaudu ninasse valgub.

Nägemine.

Meie silma tähtsam osa on silmalääts, aga ka teised osad aitavad valgusekiirte murdumiseks kaasa. Et silm asju näeks, peavad valgusekiired asjast silma tungima: nad langevad

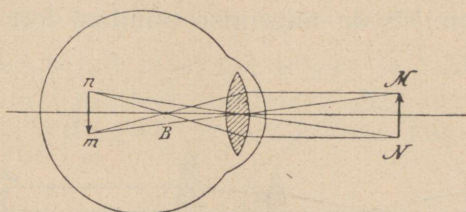
läbi sarvkile, silmatera, silmaläätse ja klaaskeha ergukilele. Nimetatud üksikud silmaosad mõjuvad valgusekiirtele, nagu koondav lääts, ja heidavad ergukilele asja ümberpööratud ja vähendatud kujutise. 141. joon. selgitab valgusekiirte murdumist silmas. Silma sattunud valgusekiired ärritavad ergukilet, selle ärrituse kannab silmanärv peaaugusse.

Asja kujutise kaugus optilisest läätsest oleneb asja kaugusest: on asi läätse lähedal, siis on kujutis kaugel ning suurendatud, viime asja läätsest kaugemale, siis väheneb kujutis ja läheneb läätsele (134. joon.). Kuidas on lugu silmaga? Silm näeb nii kaugel kui lähedal olevaid asju selgesti, kuna me tõeliselt asju ainult siis selgesti näeme, kui kujutis just võrkkilel asub. Selleks, et päevapildiplaadil selget kujutist saada, lähendatakse aparadi tagumine sein läätsele või tõmmatakse ta kaugemale. Silmaga seda teha ei saa. Siin peab silmalääts muutuma: lähedate asjade vaatlemisel muutub lääts kumeramaks, kaugemate vaatamisel lamedamaks, vähem kumeraks. Silma omadust, mitmesuguses kauguses asuvate asjade kujutisi just võrknahale asetada, nimetame silma kohastumisvõimeks (ehk akkommodatsiooniks). See võime on aga piiratud: kaugust, milles silm ilma pingutamata selgelt näeb, kutsutakse nägemiskauguseks. Silma, mis umbes 25 sm kauguses harilikku trükikirja ilma pingutuseta võib lugeda, nimetatakse harilikuks ehk normaalsilmaks. Normaalne nägemiskaugus on siin 25 sm; lähemal kui 10 sm ei näe normaalsilm asju selgesti.

Nägemise puudused ja prillid.

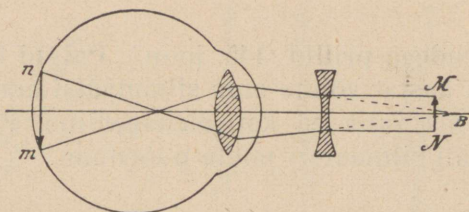
Kui silm omaduse kaotab kaugelenägemiseks kohaneda ja ainult lähedalolevaid asju selgesti näeb, siis on ta lühinägev. Tema nägemiskaugus on väiksem kui normaalne, tema lääts on kas liiga kumer või on silmamuna liiga piklik. Kummalgi juhul tekib normaalnägemise kaugusel asuva asja kujutis võrkkile ees (142. joon.). Et niisuguses silmas valgusekiired liiga „tugevalt“ murduvad, tarvitavad lühikese

nägemisega inimesed prille, mis valgusekiiri hajutavad, nii et nad alles kaugemal (võrknahal) kujutiseks ühinevad. Need



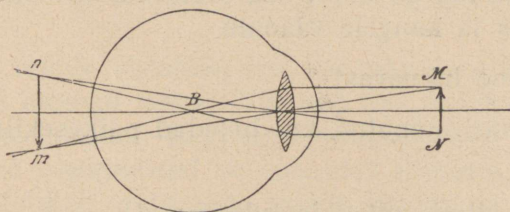
142. joon. Lühinägev silm.

prillid on nõgusate klaasidega (143. joon.). Enamail juhitudel on lühike nägemine tingitud sellest, et töötamisel asju



143. joon. Nõgusad prillid lühinägijale.

liiga lähedal on hoitud. Lühikese nägemise kujunemisele mõjub kaasa ka halb valgustus. Nägemine püsib terve, kui

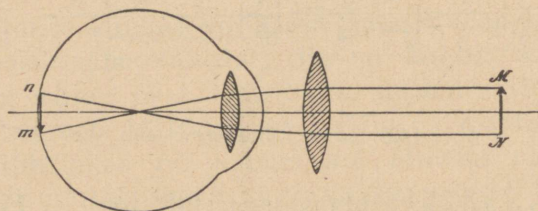


144. joon. Kaugelenägija silm. Kujutis tekib võrkkile taga.

töötatakse ühtlasel parajal valgusel. Valgus paistku ikka vasemalt poolt. Raamat olgu otse ees, umbes 30 sm kaugusel.

Näeb silm ainult kaugeid asju, ilma et ta lähedate asjade

vaatamiseks suudaks kohaneda, siis on ta kaugelenägev. Tema nägemiskaugus on suurem kui normaalne ja silmalääts on liiga vähe kumer. Seesuguse silmaehituse puhul tekib normaalnägemise kaugusel oleva asja kujutis võrkkile taga (144. joon.). Seda nägemise puudust kõrvaldavad ku-



145. joon. Kumerad prillid kaugelenägiljale.

merate klaasidega prillid (145. joon.). Paljud inimesed kaotavad peale 40. aastat võime oma silmaläätsi lamedaks muuta ja neil tekib siis vana ea kaugelenägemine. Prillide valiku puhul tuleb alati silmaarsti poole pöörduda!

Tervishoiulised küsüd. 1. On prügi silma läinud, siis võta see puhta lapiotsaga välja! Ei lähe korda prügi kõrvaldada, siis pöördu tagu silmaarsti poole. Ka iga teise vigastuse ja haiguse puhul otsitagu arsti abi.

2. On silmadega mõni aeg töötatud, siis on tarvis neile puhkust anda ja kaugele vaadata.

3. Ära loe hämaras!

4. Ära loe raamatut, kui heledad päikesekiired ta peale paistavad.

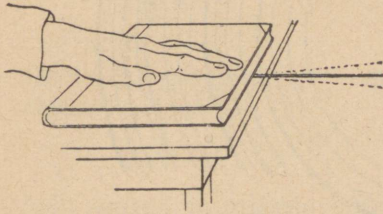
5. Hoiä silmi suitsu ja tolmu eest!

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugune töö mõjub kaasa lühikese nägemise kujunemiseks? 2. Mis väärtus on sellel, et silm koopas asub? 3. Millest see tuleb, et nohu aegu ka silmad punaseks lähevad? 5. Miks pilgutame meie silmi kuiva õhu käes rohkesti?

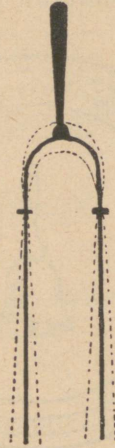
Hääl.

Vaatlused. 1. Missugused hääled meeldivad sulle? 2. Pane tähele eemalsõitvat rongi, mis vilistab! Kas kuuled sa vilet just samal ajal, kui sa auru näed vilest välja tulevat? 3. Viska kivi tiiki või järve ja pane tähele, kuidas levivad tekkinud lained!

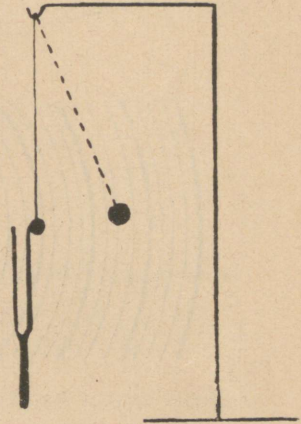
Meid ümbritsevad ainelised kehad ja raske on liikuda, ilma et me mõnd neist ei puudutaks. Kui me põranda peal sammume, siis võngub ta pisut meie keha raskuse all;



146. joon. Sukavarda võnkumine.



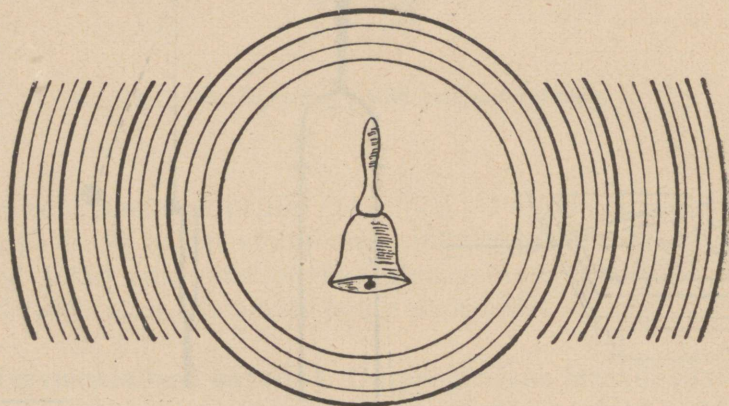
147. joon.
Helihargi
võnkumine.



148. joon. Kuulike põrkub helisevast kamertonist eemale.

kui raamatu lauale viskame, siis võngub pisut ka laud raamatu all; kui loomad metsas liiguvad, siis panevad nad lehti, oksid ja rohtu liikuma; isegi maa võngub pisut jalgade all, olgugi et need võnkumised on sedavõrt väikesed, et me neid ei näe. Nimetatud nähtavate asjade kõrval on veel õhumeri, milles me elame. Me ei saa liikuda, ilma et me õhku liikuma ei paneks, veel enam, me ei saa ühtki teist asja liigutada, ilma et õhk puutumata jääks, sest õhk puutub kõigi välisilma asjadega kokku ja liigub ühes nende liikumisega. Õhku on kerge liikuma või võnkuma panna, ja kui ta

kord ühel kohal võnkuma on hakanud, siis levib see võnkumine igale poole, kuni ta pikkamööda ära kaob. Õhk võib ühel ajal väga mitmesuguseid võnkumisi edasi anda ja igaüks neist võngub nii, kui poleks teisi võnkumisi olemaski. Nii näeme siis, et kõik toimetused tingimata tõukeid ja võnkumist ellu kutsuvad kas kindlates kehades, vedelikus või õhus. Inimesel ja loomadel on väga tähtis teada, mis nende ümber toimub, ja nii inimene kui ka loomad on isesuguste organitega varustatud, mis kirjeldatud võnkliikumisi vastu võtavad.

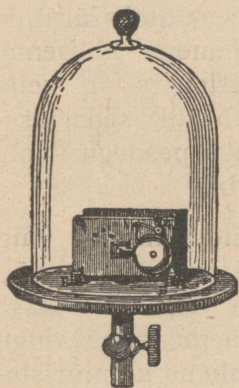


149. joon. Häälelained.

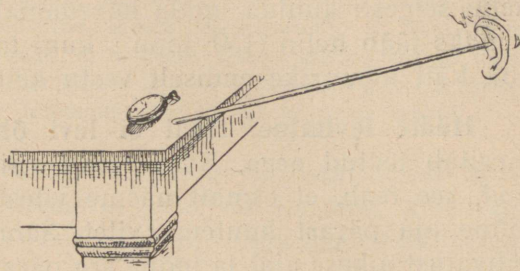
Kõrv on vastuvõtlik kõige nõrgemategi õhuvõnkumiste vastu: meie kuuleme häält, see tähendab: kuski on õhu võnkumine tekkinud, mis meie kõrvu ulatub.

Hääle tekkimine. Võtame viiuli (või mõne muu keelpilli) ja lööme sõrmega vastu keelt. Keel hakkab helisema. Heli-sevat keelt lähemalt tähele pannes näeme, et ta võngub; et seda võnkumist veel selgemalt esile tuua, lähendame heli-sevale keelele pabeririba: pabeririba hakkab hüppama. Võtame sukavarda ja hoiame teda käega üht otsa pidi laua serval, tõmbame vaba otsa üles: varras hakkab võnkuma; võnkumine on selgesti näha ja samal ajal kuuleme segast häält (146. joon.). Võtame helihargi ehk kammertooni,

lõõme ta järsult vastu lauda; ta hakkab helisema. Puudutame üht haru sõrmega, siis tunneme sõrme all võnkumist (147. joon.). Lähendame helisevale kammertoonele väikese niidi

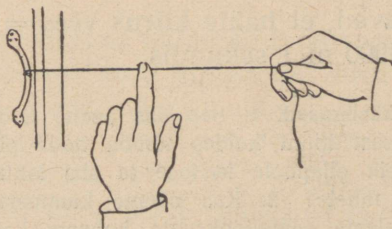


150. joon. Helisev kell õhupumba kupli all.



151. joon. Hää lēvib ka kindlat keha mööda.

otsa seotud kuulikese: kuulike pörkub kammertooneist eemale (148. joon.). Heli kuuleme nii kaua kuni kammerton võngub. Iga helisev keha võngub; neid võnkumisi ei märka



152. joon. Võnkuv nõõr.

me iga kord. Võnkudes paneb helisev keha võnkuma ka teda ümbritseva õhu: õhus tekivad õhulained. Kaldudes ühele poole surub helisev keha oma ees õhku, tema järele jääb hõrendus jne. Need õhu tihendused ja hõrendused anduvad

naabruses olevaile õhukihtidele edasi jne., nii et õhus tekib rida tihendusi ja hõrendusi. Niisugused õhulained levivad heliseva keha ümbert kerapinnaliselt igale poole; kui need inimese kõrvu ulatuvad, siis võime kuulda häält (149. joon.). Nii siis kannab õhk heli meile kõrvu. Kui õhku ei oleks, siis ei kuuleks me ka helisid. Võtame näiteks äratuskella, asetame ta õhupumba kupli alla ja paneme helisema. Hakkame kuplist õhku välja pumpama. Alguses on kella helin selgesti kuulda; mida hõredamaks jääb õhk, seda tasasemaks jääb helin (150. joon.), kuni ta lõpuks peaaegu kaob, ehk küll haamrike endiselt vastu kella lööb.

Hääle levimine. Hääle ei levi õhus silmapilkselt, vaid tarvitab teatud aega. Kes eemalt vilistavat vedurit on näinud, see teab, et esmalt näeme vilest auru välja tulevat ja mõne aja pärast kuuleme vile. Samuti näeme enne välgu sähvatust äikese ajal ja mõne aja pärast kuuleme ka müristamist. Täpsad mõõtmised näitavad, et hääle õhus 333 meetrit 1 sekundis edasi jõuab. Hääle ei levi ainult õhus; ta võib levida ka vedelikes ja kindlais kehaes. Vedelikud ja kindlad kehad annavad häält kiiremini edasi kui õhk. Kui taskukell lauale asetada ja laua äärest nii kaugele minna, et kella tiksumist enam ei kuule, siis pika kepi üks ots laual ja teine ots kõrva ääres hoida, võib jälle kella tiksumist kuulda (151. joon.). Sel juhul levib hääle mööda keppi. Hästi annab häält ka vesi edasi.

Katsed näitavad, et hääle kiirus vees = 1450 m 1 sekundis ja rauas = 4900 m 1 sekundis.

Ülesanded ja küsimused. 1. Seo üks peene nõõri ots ukse käeraua külge ja teisest otsast kinni hoides tõmba nõõri pingule! Tõmba teise käega nõõri keskaik allapoole ja lase ta siis lahti (152. joon.)! Mida paned selle juures tähele? 2. Kas näeme kammertooni harude võnkumist? 3. Miks kuuleme eemaljooksvate hobuste kabjaplaginat paremini, kui me kõrva vastu maad hoiaime? 4. Seleta, miks kõlab püssipauk eemalt nõõrgemini kui läheda maa pealt! 5. Kiviraiujat eemalt vaadeldes leiame, et vasaralöögiga tekitatud hääle ei lange ühte vasara liikumisega. Millega seda seletada? 6. Kui kaugel on meist (umbes) äike, kui välgu ja müristamise vahel on 10 sekundit?

Hääle kõrgus ja tugevus.

Vaatlused. 1. Vaatle üksikuid viiulikeeli (d-, a-, ja e-keeli) ja pane tähele, mille poolest nad erinevad! 2. Mille poolest erinevad üksikute viiulikeelte helid üksteisest? 3. Võta pikergune tühi puukarp (sigarikast kõlbab selleks otstarbeks hästi), kinnita kaks viiulikeelt, teine ja kolmas, üht otsa pidi naelte abil karbi servale, teiste otsade külge seo üheraskused pommikesed ja pinguta keeled ühepikkuselt üle karbi (153. joon.)! Tõmba mõlemad keeli! Kas helisevad keeled ühesuguselt? 4. Võta nüüd kaks ühesugust keelt (näit. a) ja korda katset! Missugused on nüüd helid? 5. Seo kahele ühesugusele keelele mitmesugused raskused vaba otsa külge! Missugune keel annab kõrgema tooni?

Tõmmates õrnalt viiulikeelt kuuleme õige tasast heli. Tõmbame seda keelt kõvemini, siis on ka heli kõvem. Esimesel juhul märkame vaevalt keele võnkumist, teisel juhul

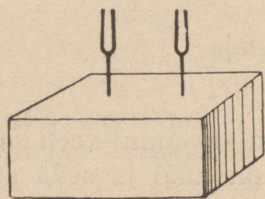


153. joon. Kast ühe keelega.

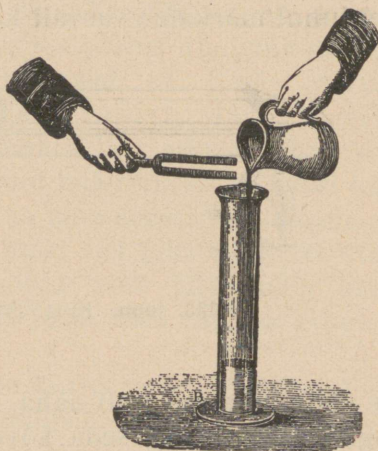
on keele võnkumine selgesti näha. Mida kõvemini keelt sõrme või poognaga tõmbame, seda kõvem on hääl ja seda selgemini näeme viiuli keele võnkumist. Hääle tugevus oleneb keele võnkumise jõust; mida suurem on võnkumise „laius“ ehk ulatus, seda tugevam on hääl. Võtame nüüd sama keele, venitame ta rohkem pingule ja tõmbame poognaga üle keele. Nüüd on heli kõrgem. Mida rohkem me keele pingule tõmbame, seda kõrgema heli ta annab. Vaadeldes lõtva ja pinguletõmmatud viiulikeelt näeme, et lõtv keel võngub aeglasemalt ja annab madala heli. Pinguletõmmatud keel võngub aga kiiresti ja annab kõrge heli: mida kiiremini võngub keha, seda kõrgem on hääl.

Kõige madalama heli kuuleme siis, kui mõni keha teeb 16 võnku sekundis, kõige kõrgema, kui võnkude arv ulatub sekundis 40 000-ni. Kui keha võnkude arv on väiksem kui 16 või suurem kui 40 000, siis ei kuule me häält. Teatud kõrgusega häält nimetatakse heliks ehk tooniks. Mõnikord ei saa me hääle kõrgust määrata, kas seepärast, et ta liiga lühikest aega vältab või mitmesuguse kõrgusega helisid sisaldab. Niisugust ebakorrapärast häält nimetatakse suminaaks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kui puud saagides saagi kord kiiremini, kord aeglasemalt liigutada, kas muutub siis sae hääl? 2. Millest tuleb, et bassviul (kontrabass) annab madalamaid toone kui harilik viul?



154. joon. Kaaskõla ehk resonants.



155. joon. Võnkuv õhusammas heliseb kaasa.

Kõla ja kaaskõla.

Õhk võib mitmesuguseid võnkusid ühel ajal edasi kanda. Kui mõnele põhitoonile teised nõrgad kõrvalhelid kaasa helisevad, siis omandab põhitoon isesuguse kõla. Mitmesugused keelpillid, viiul, kannel, kitarr j. t., on igaüks isemoodi ehitatud ja igaüks neist tekitab iseliiki kaasheliseid, iga-

ühel neist mänguriistadest ja ka inimeste häältel on oma kõla, millest neid võib ära tunda. Võtame tühja puukarbi ja puurime kahel kohal augukesed kaane sisse (või kummulikeeratud karbi põhja). Asetame kaks ühesugust heliharki augukestesse ja lööme ühe pihta, nii et ta helisema hakkab. Hoiame ta kinni, et ta ei heliseks; siiski heliseb teine helihark edasi. Esimese võnkusid andis võnkuma hakanud õhk teisele helihargile edasi ja see hakkas kaasa helisema (154. joon.). Aga mitte ainult teine helihark ei hakka kaasa helisema, vaid ka teised kehad, mis sama kõrgusega helisevad. Võtame näiteks kõrge mõõtklaasi ja valame temasse vett, hoiame samal ajal heliseva helihargi mõõtklaasi suu kohal (155. joon.). Kui veepind teatava kõrguseni on tõusnud, kuuleme kaaskõla: õhusamba võnkude sagedus on sama sugune kui helihargil. Kaaskõla kutsutakse veel resonantsiks.

K a j a.

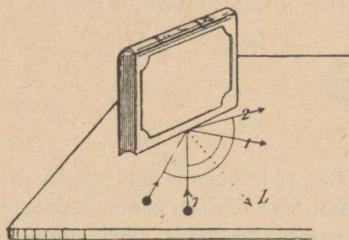
Vaatlused. 1. Vaata, kuidas ristjoones vastu seinat visatud kummipall tagasi pörkub! 2. Viska kivi tiiki ja vaata, kuidas lained kaldalt tagasi pörkuvad! 5. Missugust iseäralist hääle nähtust oled sa lauldes metsas või tühjas kirikus tähele pannud? 4. Kus kostuvad sõnad selgemini, kas kinnises ruumis või vabas õhus?

Hääle peegeldumine. Paneme paksu raamatu serviti lauale ja tõmbame kriidiga raamatu keskkohalt ristjoone ehk perpendikulaari (156. joon. L.) ning kaks joont mõlemasse täisnurka nii, et nad perpendikulaariga võrdsed nurgad moodustavad. Võtame nüüd väikese kuulikese ehk palli ja lükkame teda teatavas suunas raamatu keskkoha poole. Kuulike pörkub vastu raamatut ja jookseb muudetud sihis, vastava nurga haru mööda edasi. (See katse tahab natuke harjutust!).

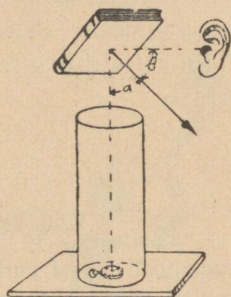
Samuti muudab oma liikumissuunda iga häälelaine. Võtame sügava silindri (157. joon.) ja paigutame ta põhja taskukella. Läheme silindrist nii kaugele, et kella tiksumine kõrvu ei kostuks. Kella tiksumist võib aga kuuldavaks teha, kui mõne raamatu või tahvli silindri kohal

hoiame, nii et häälelaine langemisnurk (*a*) võrdub peegeldumisnurgaga (*b*). Häälelaine peegeldub ja meie kuuleme jälle kella tiksumist. Hääle peegeldumisel põhineb kaja. Igaüks teab, mis on kaja, ja on seda kuulnud kas metsas või mõnes suures hoones (näit. kirikus): iga sõna kuuldub mõne aja pärast uuesti. Häälelained, levides õhus, pörkuvad vastu takistusi, peegelduvad, tulevad tagasi, ja me kuuleme öeldud sõna uuesti.

Eespool nägime, et hääle levimise kiirus õhus on 333 meetrit sekundis. Inimese kõrv võib ühes sekundis kümne



156. joon. Peegeldumine.



157. joon. Hääle peegeldumine.

silbi ehk heli vahel vahet teha. Iga $\frac{1}{10}$ sekundi järele võib uus silp järgneda. Selle aja jooksul jõuab esimene silp 33 meetrit ($330 : 10$) kõnelejast eemale, enne kui järgmine öeldakse. Kui nüüd häälelaine vastu peegeldavat seina pörkub, siis tuleb ta vastupidises suunas tagasi. Jõuab esimene silp enne tagasi, kui teine öeldud, siis ei kuule me kaja. Seepärast peab edasi-tagasi käik olema vähemalt 34 m pikk. Selleks, et kaja tekiks, peab peegeldusseis olema vähemalt 17 m eemal.

Kõnetoru. Kõnetoru on umbes 1 meetri pikkune ühele poole lehtisarnaselt laienev toru (158. joon.). Kui kitsamasse otsa kõnelda, siis tekivad häälelained. Kõnetoru hoiab nad koos: nad peegelduvad toru seintelt, seintega järjest vähene-

vaid nurki moodustades, ja lahkuvad laiemast otsast pea-aegu paralleelsetena. Kõnetoru tarvitatakse peasjalikult laevadel.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kas võime kaja järele peegeldusseina kaugust ligikaudu teada saada? 2. Välgu sähvatus kestab ainult ühe silmapilgu. Millega seletada müristamise kestust? 3. Miks kostub kammertooni heli tugevamini, kui ta jalg lauale toeb? 4. Kui kaugel on sein, kui vile kaja alles 3 sekundi pärast kostub?



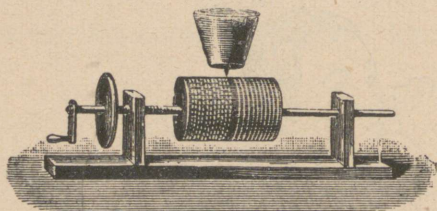
158. joon. Paberist kõnetoru.

Fonograaf ja grammofon.

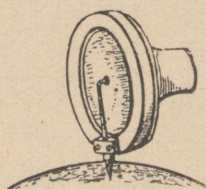
Fonograaf¹, sel kujul, nagu teda esialgu valmistati, kujutab terassilindrit, mille pinnale on aetud spiraalikujuline vagu; seda katab õhuke tinapaber. Pöörlemise ajal liigub silinder oma telje suunas edasi. Tinapaberi vastu lehtrikujulise karbi põhja on kinnitatud kergelt vetruv plaat ehk membraan. Plaadi keskele on kinnitatud metallnõel, mis võlli pöörlemise korral vagu mööda jookseb ja tinapaberi pinda puutub. Kui membraanikarpi kõnelda või laulda, siis hakkab plaat ühes nõelaga võnkuma, kord nõrgemalt, kord tugevamalt rõhub ta tinalehte. Lehele jäävad mitmesugused jooned (159. joon.). Tinalehele märgitud võnke võib uuesti kuuldavale tuua (nagu üleskirjutatud sõnu lugeda). Selleks otstarbeks võetakse silindrilt plaat ära ja pannakse silinder

¹ Fonograaf tähendab „häälekirjutaja“.

esialgsesse asendisse. Nüüd asetatakse plaat uuesti oma kohale, nagu üleskirjutamise ajal. Silindri pöörlemisel vajub nõel augukestesse ja kerkib uuesti üles, jne. See üles-alla liikumine paneb membraani võnkuma, mis omakord võngud õhule edasi annab. Õhk kannab need võngud meie kõrvu. Fonograafi leiutaja on ameeriklane Edison. Grammofon on täiendatud fonograaf, läheb aga viimasest selle poolt lahku, et teda ainult hääle kuuldavaletoomiseks tarvita-takse. Grammofoni tähtsamad osad on helikarp (160. joon.)



159. joon. Fonograaf.



160. joon. Grammo-
foni helikarp
membraaniga.

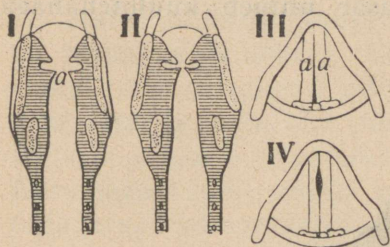
membraaniga, mille keskele nõel on kinnitatud (teine heli-
karbi ots on pasunatoru-sarnane) ja grammofoni plaat.
Membraan on ristsihti asetatud ja nõel on tema külje peale
kinnitatud. Grammofoni plaat on kõvast kummist ja šellakist
valmistatud, kellavärk paneb ta keerlema. Plaadi pinnal on
madalamad ja sügavamad augukesed, mis spiraalis keskkoha
kokku jooksevad. Nõel liigub lainetades plaadi pinnal ja
paneab membraani võnkuma.

Inimese hääl.

Vaatlused. 1. Pane hääle kõrgust tähele laste ja täiskasva-
nute juures! Kes kõnelevad „sügavama“ häälega? 2. Katsu, kas
sa saad madalaid ja kõrgeid toone tase laulda? 3. Kas sa saad
ka sissehingamise ajal laulda? 4. Kuidas tekitab suupill helisid?

Inimese hääl tekib häälepaelte võnkumisest kõris,
(161. joon.), kus nad nii on asetatud, et nende vahele pilu

jääb, millest õhk hingamisel vabalt läbi pääseb. Kõnelemise ja laulmise ajal tõmbuvad häälepaelad pingule, nende ääred litsuvad pilu koomale; kopsust tulles tungib õhuvool häälepaelte vahelt läbi ja paneb nad võnkuma. Hääle kõrguse muutumine sünnib mitmel viisil: siin mõjuvad häälepaelte



161. joon. a — häälepaelad.
I ja II — kurgu pikilõige hingamise ja häälitsemise ajal. III ja IV — vaade ülevalt häälepaelte peale madala ja kõrge tooni tekitamisel.

mitmesugune pingulolek, õhuvoolu kiirus, mis neid võnkuma paneb, ja see, et mõnikord ainult osa häälepaelast võngub.

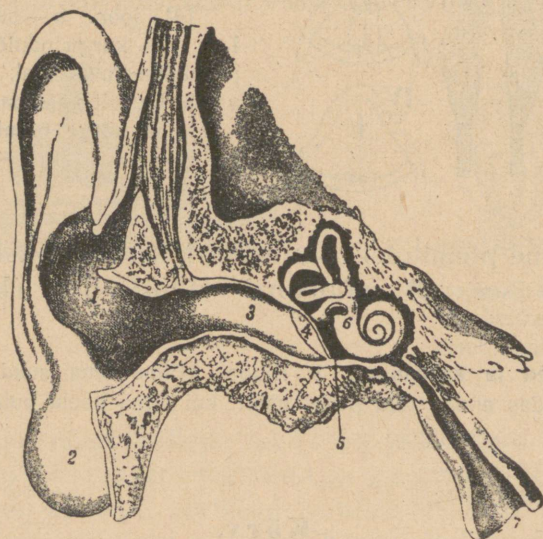
Ülesanded ja küsimused. 1. Kuidas võime oma suud vilena tarvitada? 2. Kuidas annab tühi pudel häält, kui tema kaela puhuda?

Kõrv.

Vaatlused. 1. Hoiä lahtine käsi kõrvalehe taga, kaugeid hääli kuulatades! kas kuuled paremini? 2. Tee neelamisliigutusi ja pane seejuures tähele, kuidas kõrvas väikesed plaksud kuulduvad! 3. Pigista nina ning suu kinni ja suru kõvasti õhku kopsust suhu! Mida tunned kõrvades?

Kõrv on kuulmisriist (162. joon.). Ta jaguneb kolme ossa: väliskõrv, mis helisid vastu võtab, kesk-kõrv, mis neid edasi toimetab, ja sisekõrv, millega nad ajusse edasi antakse. Väliskõrv koostub kõrvalehest ja torust, mis sügavasse oimuluusse viib. Kõrvatoru nahas on näärmekehad, mis kõrvavaiku valmistavad, et välist kõrva seest pehmeks võida ja ka kahjulikke putukaid takistada kõrva tungimast. Kesk-kõrv on väike õhuga täidetud ruum, millest toruke kurku

läheb. Selle n. n. kõrva-kurgutoru kaudu vahetub õhk kesk-kõrvas. Tema kaudu on õhurõhk ühesugune mõlemal pool kuulmenahka. Seepärast soovitatakse suud avada, kui on oodata välist suuremat rõhumist kuulmenahale, mis sisekõrva väliskõrvast lahutab. Kuulmenaha külge liitub rida väikesi kuulmeluukesi, mida nende kuju järele vasaraks, alasiiks ja jaluseks kutsutakse. Vasar ühineb kuulmenahaga,



162. joon. Kõrv. 1, 2 — kõrvaleht; 3 — kõrvatoru; 4 — kuulmenahk; 5 — keskkõrv; 6 — sisekõrv.

kuna jalus ovaalsele aknale toetub, mis sisekõrva viib. Nende kaasabil jõuavad kõik kuulmenahka võnkuma pannud häälelained sisekõrva. Sisekõrv on sügaval luu sees ja täidetud kuulmevedelikuga. Ta jaguneb kolme ossa: eeskoda, tigu ja kolm looka. Loogad asetsevad kolmes ruumi määravas seisus. Lookades asuvad ergud, mis võimaldavad tasakaalu tundmist, sisekõrva tungib pea-ajust tulev kuulmiserk ja levib peene võrguna kuulmevedelikus, sisekõrva tiguosas. Kõik välisest

ilmast sisekõrva vedelikku jõudnud häälelainekeused annab kuulmiserk ajusse edasi. Nii tekibki peaaigus see, mida kuulmiseks nimetatakse.

Kõrva haigused ja tervishoid.

Halva kuulmise põhjuseks on kuulmetoru sulgumine või ka haigus kesk-kõrvas. Kõrva välistorusse võib koguneda vaiku. Lapsed panevad sinna sagedasti ka igasuguseid väikesi asju, nagu herneid, ube, nõöpe. Neid asjakesi ei saa kergesti välja ja säärastel puhkudel tuleb ikka arsti poole pöörduda. Kõrvatoru kaudu võivad igasugused pisikud kesk-kõrva sattuda ja siin kõrvapõletiku tekitada. Leetrite, sarlaki, difteeriahaiguse puhul juhtub ka kesk-kõrva põletikku. Mida varemini korralik arstimine ette võetakse, seda rohkem lootust on täielikuks paranemiseks. Jäetakse haigus arstimata, siis läheb ta edasi luu külge, kus ta pikaldast mädanikku võib sünnitada. Haigus võib ka sisekõrva ja aju külge minna. Neid haigusi ei ole siis enam kerge arstida. Kui kuulmenahal auk sees, siis pane vannitamise puhuks kõrva-auku vase-liiniga niisutatud puuvilla-troopp, et must vesi kõrva ei satuks.

Tervishoiulised käsud. 1. Hoia kõrva põrutuse ja löökide eest!

2. Ära karju kõvasti kellelegi kõrva!

3. Ära pane midagi kõrva sisse (kivi, herneid, ube jne.)!

4. Paukude ajal hoia suu lahti, sest muidu võib kuulmenahk katki minna!

5. Ära torgi kõrva kunagi! Tahad kõrva ^{kuulmiskõrva} vaigust puhtaks teha, siis pese või pritsi teda leige veega!

6. Oled nohu või kurguhaiguse järel halvasti kuulma hakanud, siis mine aegsasti arsti juurde, — muidu võib kuulmine kauemaks ajaks halvaks jääda.

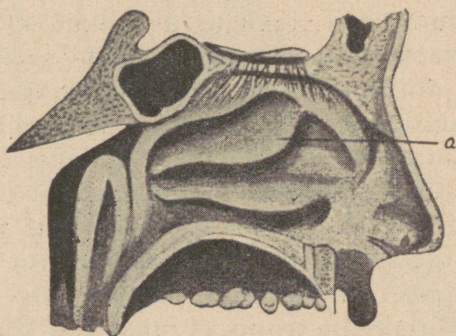
7. On sul kesk-kõrva põletik, siis arsti ^{abiga} seda hoolega!

Küsimused. 1. Missugust liikumist kuuleme kõrvadega? 2. Mis pärast kuuleb inimene siis halvasti, kui kurgu-kõrva toru on kinni? 3. Mis teevad halva kuulmisega inimesed, et paremini kuulda? 4. Kuidas kaitseb suu lahtiolek kuulmenahka paugutamise ajal?

Haistmine.

Vaatlused. 1. Katsu järele, kuidas tunned paremini lõhna: kas siis, kui lõhnava asja lihtsalt nina all hoiad, või siis, kui õhku asjalt sisse tõmbad. 2. Mida tõendab sulle järgmine vaatlus: Astud rahvarikkasse ruumi. Tunned alguses küll paha õhku, kuid hiljemini ei märka sa seda peaaegu sugugi.

Nina jaguneb vaheseinaga kaheks ühesuuruseks pooleks — sõõrmeks — ja ühineb kurguga (163. joon.). Kummaski pooles on kolm ninakarpi (kõrkmed). Seest vooderdab nina



163. joon. Nina läbilõik. a — kõrkmed; ülemal on näha hargnev haistmiserk.

limanahk, mille ülemises otsas lõpeb haistmiserk. Haistmisergu otsi ärritavad ainult lehkavad ja lõhnavad ained. Ergu kaudu läheb ärritus peaaegusse ja me saamegi haistmistunde.

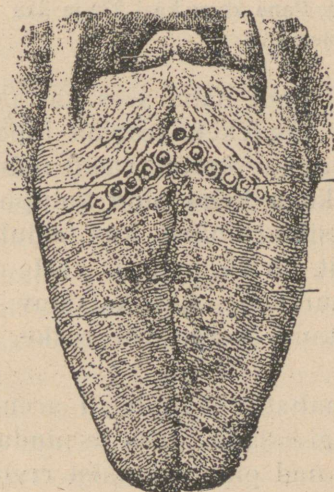
Haistmistunne võimaldab meil sissehingatava õhu ja toidu väärtust tunda. See tunne on meie tervise tõsine vaht. Haistmise tõttu jätame halva, haisva toidu tarvitamata ja hoidume eemale pahasti lõhnavast õhust. Teiselt poolt tekitavad head lõhnad meis ka mõnutunnet ja mõjuvad seega meie kehale ja vaimule kosutavalt. Haistmine on sedavõrt terav, et võime tunda aine lõhna, mille õhus leidumist ei saa kindlaks teha kõige peenemategi keemiliste katsetega. Lehkava aine miljondikune osa milligrammist ühes liitris pii-

ratud õhus on juba ninaga aistitav. Liiga tugev ja kaua püsiv ühtlane lõhn pingutab ergu tegevust sedavõrt, et ta lõhna hiljemini enam küllalt teravalt ei aista.

Maitmine ja keel.

Vaatlused. 1. Võta 5% glaubrisoola-sulatist ja määri väikese pintsliga keele otsa, siis keele külgi ja lõpuks keele pära! Vaata, kuidas erinevad maitsetunded. 2. Tee suhkrust ja soolast 2-, 1-, $\frac{1}{2}$ -, $\frac{1}{4}$ -protsendilisi sulatise! Katsu, kui väikest osa saad sa veel ära tunda!

Keele kaudu aistame maitsetundeid (164. joon.). Keel on lihaserikas elund, millel suur tähtsus seedimistegevuses. Kee-



164. joon. Keel. Keele pinnal on näha näsakesed, kus maitsemisergu otsakesed.

lega tunneme lahustatud asjade maiku nagu nina varal gaasi-
taolises olekus olevate ainete lõhna.

Keele limanahal asuvad väikesed maitsemiskäsnakesed. Vedelad või süljega niisutatud ained puutuvad neisse ja ärritavad siin lõppeva ergu isesuguseid kehakesi. Iga koht keelel

ei tunne ühtviisi: ots tunneb soolast ja keelepära mõrudat maiku. Ärritus läheb erkupidi maitsmistundena edasi peajusse.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast surume maitsedes keelt suulae vastu? 2. Kas kivil on maiku? 3. Mispärast võime suhkrut maitseda? 4. Mis ülesanne on keelel söömise puhul?

Nahatunne.

Vaatlused. 1. Rõhu külma sukanõelaga kätt ja käsivart pealt- ja altpoolt! Kus tunned külma, kus ainult litsumist? 2. Korda sama katset sooja asjaga! Missugune koht oli sooja suhtes kõige tundlikum? 3. Pane üks käsi külma ja teine sooja vette! Aseta siis mõlemad käed korraga leigesse 20° vette! Kirjelda enda viimast soojusetunnet! 4. Pane kogu käsi 37° ja üks sõrm 40° vette! Kumb vesi tundub soojem?

Ergud, mis igal pool naha sees kas peente niidikestena või jälle isesuguste tundekehakestena lõpevad, teevad naha tundlikuks. Naha kaudu võtame vastu naha- ehk kompimis-tundeid. Ehk küll kogu keha pind kompimistundeid aistab, siiski on mõned üksikud kohad, kus leidub ergu tundekehakesi tihedamalt: näit. on näppude ja keele ots iseäranis tundlikud. Naha abil tunneme, kas katsutatav asi on palav või külm, märg või kuiv, kerge või raske, tunneme valu ja kõdi.

Pimedatel on nahatunne ülihästi arenenud; nad võivad katsumise varal kõigi asjade vormi ja pinda ära tunda. Nahatunde varal võivad nad oma liikumist reguleerida.

Nahatundel on suur mõju enese äratundmiseks. Nahatunne määrab piiri meie ja välise ilma vahele, ta eraldab meid sellest. Nahatunde kaudu teostub ka meie enesekaitse; ei tunneks nahk temperatuuri vahesid või ei eraldaks kerget raskest, teravat nürist, siis juhtuks meie kehale palju ootamatuid hädasid, mida nüüd nahatunde varal aegsasti saame ära hoida.

Igasugune liiga suur naha ärritus, nagu suur kuumus ja suur raskus, sünnitab valu ja on sellega hoiatuseks organismile.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võta sirkel ja puuduta ühtaegu mõlema otsaga nahka (sõrme otsa, käsivart, selga)! Katsu järele, kus kohal on nahatunne teravam! 2. Missugune meeleriist on pimedatel kõige rohkem arenenud? 3. Mis tähtsus on huultel ja keelel toidu söömise kohta?

Elumaja.

Et end külmade tuulte ja temperatuuri kõikumiste vastu kaitsta, ehitab inimene omale elumaja, kus soojus tal aasta läbi enam-vähem ühtlane seisab. Elumaja tuleb ehitada kindlale ja kuivale pinnale. Alusmüür olgu küllalt kõrge raudkivist või tsemendist ehitis, mis niiskust läbi ei lase. Maja võib ehitada puust kui ka kivist või savist, kuid materjal olgu kuiv ja hea, sest siis valitseb elumajas hea õhk. Oma asetuse suhtes seisku maja pikiteljega lõunast põhja. Eluruumid koondatagu päikesepoolsesse ossa; köök, sahvri ja väljakäigukoht jäägu põhjapoolsele otsale.

Kõik eluruumid olgu küllalt avarad ja õhurikkad. Iga inimese kohta peaks elukorteris vähemalt 25 kantmeetrit õhuruumi olema. Eluruume peab võimalikult rohkesti tuulutama. Kõige lihtsamini puhastatakse õhku vastamisi olevate akende ja uste lahtihoidmise varal. Elamu peab kuiv olema. Niiske õhk on raske hingamiseks ja tekitab kergesti külmetuse- ja muid haigusi (reumatism). Uude majasse ei peaks enne sisse kolitama, kui ta küllalt on ära kuivanud. Ei tohi toas ka pesu pesta ega kuivatada, sest see teeb toa õhu niiskeks. Samuti tuleb keetmisaur tõmbetorudesse juhtida. Selleks peab pliit kummiga kaetama.

Tervishoiunõuetele vastav korter peab olema päikese- paisteline. Kõige parem asetuse on korteril, kui ta seisab akendega hommiku- ja õhtupäikese vastu. Aknad olgu suured ja neid ärgu kaetagu paksude eesriietega.

Laste magamistuba peab korteris ikka kõige suurem, avaram ning päikese- paistelisem olema. Lastetoas ei tohi olla pakse vaipu ega polsterdatud mööblit, mis enesesse tolmu koguvad ja seega õhku rikuvad. Ka täiskasvanud inimeste

magamisruum peab valguse- ja õhurikas olema, sest siin viibib inimene ometi kauem kui üheski teises ruumis.

Magamisase kui ka riided olgu niisugused, mis õhku läbi lasevad. Madrats või kott võib olla täidetud jõhvidega, mere-rohuga või õlgedega. Suvel olgu kätteks õhuke villane ja talvel vateeritud vaip. Voodiriideid peab iga päev tuulutama ja sagedasti ka päikese kätte viima.

Kõrvalruumid on sama tähtsad kui eluruumid. Köök peab olema suur, avar ja puhas. Toiduriistade ja musta vee pangede tarvis olgu eraldi seinakapid. Sahver peab samuti valge ja puhas olema. Toidusahvris ei tohi muud, musta kraami hoida. Toit ja toidused nõud ei tohi kunagi katmata seista, kärbestele tallata. Kärbsed käivad väljaheidetel, sõnniku- ja prügihunnikuil, lendavad sealt toidule ja võivad siia peale rüvetamise haiguseidusid tuua. Kärbseid peab kõigiti hävitama, samuti ka nende tõukude eluasemeid. Toidujätised, roiskuvad jäänused jne. peab elamust võimalikult eemale toimetatama ja kinni kaetama. Väljakäigukohad peavad olema kinnised ruumid, samuti peab augu seinad tehtama tsemendist või tõrvatud puust, et mustus ei saaks välja valguda ja nii siis sagedasti elumaja lähedal olevat kaevu reostada. Väljakäigukoha tõmbetoru peab korstnasse juhutama — siis ei tule haisu kunagi majja.

Ruume tuleb talvel kütta. Nende soojus olgu 14^o—15^o R. Kõige paremaiks ahjudeks on pottkivi-ahjud. Nad soojuvad küll aeglaselt, kuid annavad ka aegapidi oma soojust välja ja hoiavad sellega toa pidevalt sooja. Raudahjud lähevad kiiresti soojaks, annavad rohkem soojust, kuid jahtuvad jälle ruttu. Ahjusid on soovitatav ühendada ventilatsiooniga (õhupuhastustorudega). Selle sisseseadu varal saame tuppa ahju juures soojendatud puhast õhku juhtida, mitte aga külma, mida akendest saadakse.

Õhtuti tuleb ruume kunstlikult valgustada. Kunstlikest valgustustest on elekter kõige parem. Ta ei vilgu, on ühtlaselt hele ega riku õhku. Õige rohkesti tarvitatakse ometi petrooleumilampi. Ta valgus on kollakam, rikub õhku soojuse ja süsihapu gaasiga.

Tubaka ja alkoholi kahjulik mõju.

Tubakas ja alkohol on ained, mille tarvitamine on tervisele väga kahjulik. Tubakat saadakse tubakataime käärinud lehtedest. Ta sisaldab kuni 2 % nikotiini, mis on õige kange mürk. Suitsetamise tagajärjel tekivad kurgu- ja kopsukatarrid, närvlikkus ja südamekloppimine. Suitsetamisel läheb nikotiinist 90 % õhku ja sellega kannatavad ka teised kaasainimesed, kes seal ruumis asuvad, kus suitsetatakse.

Joodud alkohol läheb veres kiiresti laiali. Kõige esiti halvab ta peaju ja kogu ergukava. Kõik kõrgemad vaimlised omadused saavad halvatud, tahtejõud, arusaamine ja taktitunne kaovad. Kui inimene rohkem joob, kaotab ta valitsemise oma liikmete üle.

Pikaldase joomise juures ilmuvad samad halvad nähtused, kuid palju aeglasemalt. Inimene kaotab oma terava mõistuse ja tahtejõu, ta muutub ükskõikseks oma ligimeste suhtes. Alkoholi mõjul kasvab südamesse, veresoontesse, maksa, neerudesse ja teistesse organitesse köitkude. Need organid ei suuda siis enam korralikult oma ülesandeid täita. Selle tagajärjel väheneb joodiku töövõime. Alkoholil on halb mõju ka järeletulevale soole. Joodikute lapsed on nõrgad, kannatavad langetõve ja teiste vaimuhaiguste all.

Nakkushaigused.

Nakkushaigused jagunevad lühiajalisteks ja pikaajalisteks. Esimeste hulka kuuluvad leetrid, sarlakid, influentsa, kopsupõletik, soetõbi jne. Pikaajalised kuid ja aastaid võltavad haigused on tiisikus, süüfilis ja pidalitõbi. Kõigi nakkushaiguste tekitajaks on bakterid. Neid asub haige organismis haiguse puhul suurel hulgal. Pisilased hakkavad kehasse satudes mürke välja töötama. Veres liiguvad mürgid nõrgendavad organismi ja võivad ta hävitada.

Pisilasi sisaldavad väga mitmesugused haige eritused, nagu nahakestakased, lima, röga, sülg ja väljaheited. Haiguse edasikandjaks on peaaesjalikult haige inimene ise. Haigust võivad ka haigega kokku puutunud asjad edasi anda, nagu näit. pesu, rõivad, toiduriistad, raamatud, mänguasjad jne. Nakkushaiguste vastu võitlemine olgu iga inimese kohus. Haigust enesest ära hoides kaitseb igaüks kõige pealt ennast ja oma lähedasi inimesi.

Tervishoiulised käsud. 1. Inimene peab korralikult ja puhtalt elama, parajasti sööma, magama ja rohkesti värske õhu käes viibima, kas tööd tehes või sportides. Tubli ja terve organism saab kergesti võitu kehasse sattunud bakteritest. On aga keha nõrgendatud kas halva toitumise, külmetamise või liiga suure tööga, siis hakkab haigus kergemini külge.

2. Haiguse puhul tuleb haige tervetest eraldada kas eraldi tuppa või haigemajja. Kõige kohasem on haige paigutada haigemajja.

3. Teised ei tohi haigega ega haigetalitajaga kokku puutuda, ka ei tohi ühtki asja tarvitada, mis haigega on kokku puutunud.

4. Inimesed, kes teatava aja nakkushaige läheduses elanud, peab mõneks ajaks teistest eraldama, sest igal haigusel on oma peite-aste, kus haiguseidud juba kehas on, kuid välised haigusnähtused veel puuduvad. Seesugune haige võib haigust enese teadmata levitada.

5. Kõhuhaiguse taudide puhul tuleb hoiduda toorete ainete söömisest, sest kärbsed roojastavad neid hõlpsasti. Kärbes lendab haige väljaheite pealt ja läheb istub teisel kohal toidu peale.

6. Rõugete ärahoidmiseks on õige kindel abinõu — kaitserõuged. Kaitserõuged tekitavad kerge kunstliku rõugehaiguse, mille tõttu veres kujunevad vastumürgid, mis päris rõugehaigust nõrgendavad ja koguni tema nakkamist võivad ära hoida.

7. Haige eritused, röga, väljaheited jne. tehtagu kahjutuks. Ka haige riided tuleb haiguseidudest puhastada.

Päike, õhk, vesi ja seep on küllalt mõjuvad abinõud bakterite surmamiseks. Suure kuumuse ja kemikaalidega on võimalik kõiki pisikuid hävitada.

Peale selle tarvitatakse päris desinfektsiooniaineid. Tähtsamad neist on sublimaadilahus vees 1:1000, 3%—5% karboolilahus, 5% lüsoolvesi, kloorlubja (kustutamata lubja) piim, formaldehüüdi-aur jne. Nende ainetega peab haige ruume ja asju peale terveksaamist haiguse idudest puhastama.

Pärilikkus ja tōutervis.

Vanemate omadused antakse pärivuse teel edasi, mis käib kindlate reeglite järele. Kōik omadused ei lähe otsekohe vanematelt lastele, vaid ainult teatud osa ja vahel ilmuvad need omadused kolmandas ja neljandas põlves.

Heade omaduste pärandatavust kasutame koduloomade ja kultuurtaimede kasvatamisel. Näiteks Plymouth-Rocki tõugu kanadel on hea munemisanne. Et hea munemisandega kanu saada, peame muretsema P.-R. kuke. Kui paaritame Plymouth-Rock'i kukke teist tõugu kanadega, siis omandavad nende järeletulijad kanad Plymouth-Rock'ide omaduse — hea munemisande. Samuti toimetatakse ka veiste tõuparandamist. Omadus antakse isa kaudu tūtardele edasi. Ka inimese juures võime tähele panna, et tütred on rohkem isa ja pojad ema sarnased.

Ka paljud halvad omadused on pärandatavad. On palju haigusi, mis esinevad ainult meesliinis, nagu näit verit-sustõbi (vere tarretusvõime puudumine, mis raskeid ja surmavaid verekaotusi võib kaasa tuua); värvipimedus, (mõnesuguste värvide mitte aimestamine), kanapimedus (videvikus mittenägemine). Need omadused antakse edasi tūtarde kaudu nende poegadele.

Vaimlised omadused on, samuti kui kehalisedki, paran-datavad. Nii head kui halvad omadused antakse järeletule-vale soole edasi. Pärandatavad on nõrgamõistuslikkus, lii-derlikkus, joomatõbi, kurikalduvus.

On tähele pandud, et eriti sigivõimsad on alaväärtuslik element ja vaimselt kõrgel seisev andekas kiht on vähe-sigiv.

Igaühe ülesandeks on kasvatada tervet, tugevat ja elu-jõulist rahvast. Selles jääb kõige suurem ülesanne iga isiku oma valikule. Kes tahab oma järeletulijaid näha andekate ja tugevate inimestena, see peab abielluma ainult terve ja hästiarenenud inimesega.

Looduseuurimise tähtsusest.

Meie päevilgi leidub ehk mõni inimene, kes ei saa aru looduseuurimise tähtsusest ja peab seda asjatuks ajaraiska-miseks. Tõepoolest aga põhineb kogu meie kultuurelu loo-dusteaduse saavutistel. Keegi meist ei tahaks vist elada nen-des tingimustes, milles olid meie esivanemad kauges mine-vikus.

Metsinimene värises ebausklikus hirmus loodusejõu aval-diste ees, nüüd aga oskame neid jõude rakendada oma teenis-tusse. Samm-sammult, pikkamööda on tungitud looduse sala-dustesse. Esimesed leiutised tehti juhtumisi; alles uuemal ajal on looduseuurimist toimetatud kavakindlalt. Selle tagajärjel ongi tehtud viimasel ajal otse peadpööritavaid edusamme.

Alles paarikümne aasta eest kõneldi aeroplaanist ainult fantastilistes romaanides. Nüüd on ta aga tuntud kõigile. Rikkamates maades, näiteks Inglismaal, on aeroplaane pal-judel eraisikutel, kes neid tarvitavad lõbusõitudeks, nagu meil tarvitatakse jalgrattaid.

Praegu võime raadiot leida peaaegu igas külas, ometi pole radio leiutamine vanem kui viiasteist aastat.

Mitte ainult lõbu ei paku meile teaduse saavutised, vaid

nad soodustavad ka elu ülalpidamise muretsemist. Keemiliste jõudude tundmaõppimine võimaldab põlluharimist korraldada nii, et saak on nii suur, millisest esimesed põlluharijad unistadagi ei osanud. Kiired liikumisvahendid teevad ühe maa saadused kättesaadavaks kõigile teistele.

Arstiteaduse edusammude tagajärjel on paljud haigused hõlpsasti arstitavad, näit. rõüged, difteeria jne., mis varemini suurel hulgal inimelusid hävitasid.

Nii näeme, et loodusteaduse saavutisi kasutame igal sammul, tihti isegi enese teadmata. Veel ei ole aga kõik looduse saladused avastatud. Teaduse tööpõllul on veel palju tööd.

Sisukord.

Mõned tähtsamad põllu-umbrohud	3
Mõned tähtsamad aia-umbrohud	6
Taimede liigitamine	9
Põllutaimede söödikud	10
Kaera-nõgipea	10
Nisu-nõgipea	11
Rukki-tungaltera	12
Kõrrerooste	13
Aia kahjurid	13
Õnauss	13
Külmaliblikas	15
Mets	15
Loodusejõud inimese teenistuses	21
Õhurõhu kasutamine	21
Veepumbad	22
Lõõts ja hingamine	24
Tuulejõu kasutamine	26
Veejõu kasutamine	27
Kehade ujumine	28
Vesi liiklemisteen	30
Õhusõit	31
Vesinik	32
Tuulemadu ja aeroplaan	34
Soojus ja töö	35
Magnetism	38
Kompass	38
Elekter	43
Elektri tekkimine hõõrdumisel	43
Valk ja piksevarras	47
Elektrivool	50
Elektrivoolu mõjud	52
Elektrikell	54
Telegraaf	55

Telefon	58
Elektrivalgustus	61
Raadio	63
Liikumine	65
Tung ja tema mõõtmine	66
Raskuspunkt ja tasakaal	66
Pendel	68
Ringjooneline liikumine	69
Lihtmasinad	71
Kang	71
Plokk	74
Kaldpind	76
Keemilise jõu kasutamine	78
Happed, alused ja soolad	78
Seep ja seebi valmistamine	80
Käärimine	81
Leiva valmistamine	81
Veini ja piirituse valmistamine	82
Päevapildistus	83
Inimese kehaehitus ja tervishoid	85
Luukere ehitus	85
Luustiku tervishoid	88
Esimene abi luuõnnetuste puhul	91
Lihased	94
Lihaste vead ja tervishoid	97
Ergukava	98
Peaaju haigused ja tervishoid	101
Meeleriistad	102
Valgus	103
Valguse allikad	103
Valguse peegeldumine	104
Valguse murdumine	106
Optilised läätsed	108
Kujutised läätsede abil	109
Pimekamber	111
Valguse lahutamine	112
Silm	113
Nägemine	115
Nägemise paudused ja prillid	116
Hääl	119
Hääle kõrgus ja tugevus	123
Kõla ja kaaskõla	124
Kaja	125

Fonograaf ja grammofon	127
Inimese hääl	128
Kõrv	129
Kõrva haigused ja tervishoid	131
Haistmine	132
Maitmine ja keel	133
Nahatunne	134
Elumaja	135
Tubaka ja alkoholi kahjulik mõju	137
Nakkushaigused	137
Pärilikkus ja tõutervis	139
Looduseuurimise tähtsusest	140

A

5783

58097II

Hind 1 kroon