

LANG/PARIS/PEET/REIAL

VÄIKE
LOODUSE SÕBER

ÕPPERAAMAT ALGKOOLI
VI KLASSILE



KIRJASTUS „KOOL“, TARTU

LANG/PARIS/PEET/REIAL

*Ma E. S. S.
Jus. Laag*

VÄIKE LOODUSE SÕBER

ÕPPERAAMAT ALGKOOLI
VI KLASSILE

28760.



KIRJASTUS „KOOL“, TARTU
1938

Keeleline korrektor T. Melso

2



A-12412

Kuues, üite õppekavadega kohandatud trükk

Umbrohud aias ja põllul.

1. Põldsinep ehk telg.

1. **Õisik, õis, vili.** Põldsinep kasvab umbrohuna suviljades ja aedades. Ta harunev vars kannab sopiliste servadega lehti ja kollaseid õisi. Põldsinepi harilik õitse-aeg on juunis ja juulis, kuid teda võib leida õitsmas koguni hilissügiseni. Ühel ning samal vanemal taimel leidub harilikult nii õisi kui ka vilju.

Õied kinnituvad väikeste varrekeste abil taime pearaokülge, moodustades koos õisiku, mida nimetatakse kobaraks.

Iga õis sisaldab neli ristamisi asetsevat tupp- ja kroonlehte, kuus tolmukat, millest kaks on lühemad, ja ühe emaka. Õieehituselt kuulub põldsinep ristõieliste taimede hulka.

Vili on **kõder**, mis varustatud nokaga; nokk on otsast peaaegu rüljas. Seemned on noorelt pruunid, valminult mustad. Ta sigib ainult seemnetega.

Oma kasvuaja kestusel kasvatab põldsinep väga palju seemneid; ühe teadlase vaatluste järgi võib üks põldsinep anda kuni 20 000 seemet, kui ta saab takistamata kasvada kuivamiseni. Põllul kas-



1. joonis. Põldsinepi üksikud osad.

vaval põldsinepil pudeneb muist seemneid enne viljakoristamist, muist aga pekstakse välja ühes viljaga. Need jäävad ka seemeviljasse ja kui viljaseemet ei puhastata, siis külvatakse nad ühes sellega põllule. Põldsinepi seeme võib üle elada mitu aastat sügaval maa sees, kuhu ta satub sügisesse künniga, ilma et hakkaks seal idanema või kaotaks idanemisvõimet. Kui ta satub põllu edaspidisel harimisel pealmistesse kihtidesse, siis alles kasvab tast taim. Kõik need omadused teevad võitlemise põldsinepi vastu väga raskeks, kuid raskustest hoolimata peab põllumees temaga võitlema. Kus ta hävitamiseks midagi ei tehta, seal võib näha põlde, mis põldsinepi õitsmise ajal otse kollendavad. Lõikuse ajal saab sääraselt põllult koguda vaid sinepivarsi, mille hulgas vähe viljakõrsi, ja needki lühikeste peade ning peente teradega: põldsinep on hävitanud vilja, põllumees on jäänud ilma oma töötasust.

2. **Kahjustamine.** Põldsinepi halvav mõju viljakasvusse avaldub juba tema tärkamisest peale. Põldsinep tõuseb maast ühes orasega, kuid ta juured arenevad kiiremini kui vilja omad ning võtavad vilja eest toidu ja niiskuse ära. Ta laiad lehed varjavad vilja eest valguse. Seetõttu ei saa vili endale toitu valmistada, mille tagajärjel palju vilja kuivab, kuna kasvamajäänu muutub kiduraks ning kasvatab ainult peeni teri.

3. **Tõrje.** Võitlusel telgede vastu tuleb kõigepealt hoolitseda, et viljaseemne hulgas ei oleks põldsinepi seemneid. Selleks tuleb viljaseemet piinlikult puhastada. Põllule varisenud seemneid saab kahjuks teha sel teel, et neid samal sügisel äratatakse idanemisele: selleks tuleb põld kohe pärast lõikust koorida. Seejuures satuvad telje seemned mullasse, kus neist varsti kasvavad noored taimed. Hilisema sügisesse künniga hävitatakse need. — Kesapõldudelt peab teljed hävitama või-

malikult juba enne õitsmist, igatahes enne vilja valmimist, et seemneid ei pudeneks põllule.

Ka hävitatakse põldsinepeid noorelt, kui neil 2—4 lehte väljas, kainiidipulbri või rauavitrioli-lahusega. Kainiidipulbrit puistatakse hommikul vara, kui taimed on kas-



2. joonis. Põldrõigas.



3. joonis. Tõlkjas.

tesed. Pulber jääb peatuma põldsinepi laiadele lehtedele, variseb aga maha kitsaile oraslehtedelt. Lehtedel olevais kastetilkades lahustub pulber ja see kange lahus kisub lehtedest vee välja; selle tagajärjel kuivavad taimed või jäävad kiduraks. Rauavitrioli-lahust, mille kangus peab olema umbes 15⁰/₀, pritsitakse kuiva ilmaga. Need ained hävitavad ka teisi umbrohte, mil laiad lehed, kuhu võivad jääda peatuma.

4. **Teisi ristõielisi umbrohte.** Põldsinepiga sarnaneb õie ehituselt põldrõigas ehk rōikhein, kuid erineb vilja

ja lehtede ehituselt. Põldrõika kõder muutub arenemisel seemnete vahekohtadelt peenemaks, nii et näib lülilisena. Kui seemned valmis, siis jaguneb kõder tükkideks, igas tükis üks seeme; põldsinepi kõder aga avaneb kahe poolmega. Põldrõika alumised lehed on sügavate lõigetega ja meenutavad sulgjaid lehti.

Põldrõika vastu võideldakse samuti nagu põldsinepi vastu.

Tõlkjas ehk rakvere raibe erineb põldsinepist veel rohkem. Ta viljad on väikesed munakujulised ja sisaldavad harilikult ühe seemne. Alumised lehed on suurte lõhedega ja varrelised, ülemised — varretud. Vars hargneb õige haruliseks. Juur tungib mullasse üle meetri sügavuseni ja püsib veata ületalve. Kevadel kasvatab ta välja uued varred. Ka ei sure tõlkja juur siis, kui tal varred ära lõigata; ta ajab varsti uued võsud.

Selliste omaduste tõttu on tõlkjas väga kahjulik umbrohi. Ta vastu võitlemiseks tuleb hävitada varred enne seemnete valmimist ja juured välja kaevata.

Peale nende on ristõielistest tüütavateks umbrohtudeks põldudel harakladvad, põldlitterheinad, hiirekõrvad jt.

1. Loenda, mitu õit ja kõtra on ühel põldsinepil. 2. Mitu seemet on ühes kõdras? 3. Mõõda, kui pikk on põldsinepi kõder ja kui pikk on ta nokk. 4. Joonista põldsinepi kobarõisiku skeem. 5. Raputa noore kasvava põldsinepi lehele kainiidipulbrit ja vaatle selle mõju. 6. Korja eespool õpitud ristõieliste umbrohtude alumisi lehti ning vilju ja valmista neist kogu. 7. Joonista neid lehti ja vilju.

2. Põldohakas.

1. **Õisik ja vili.** Põldohaka pika hargneva varre harude otsas hakkavad meile silma mitmes suuruses **nutid**. Need on õisikud. Põldohakas on **korvõieline taim** nagu

päevalill. Tal on palju väikesi õisi koondunud ühisele õiepõhjale, mida ümbritsevad väljast rohelised katelehed. Õiekeste kroonlehed on punased või lillakaspunased ja nendest olebki avanenud nuti värvus. Avanevate nutid on väiksemad ja rohelised, sest katelehed varjavad õisi.

Õitest arenevad viljad, mis on varustatud karvatutiga. Karvakeste ülesandest saame aru, kui puhume valminud viljaga nutile: seemned tõusevad lendu, nende kandjaks on karvakesed. Kasvamisel on seemned kinnitatud õiepõhja külge; kui nad on valminud, katkeb see ühendus ja karvakesed ajavad end laiali; selleks ajaks on ümbritsevad katelehed kuivamas ja ei hoiu enam seemneid kinni — tuul tõstab need lendu. Õhust sajavate nutide maha igale poole ja kus kasvamiseks tingimused vähegi soodsad, areneb uus põldohakas.



4. joonis. Põldohaka üksikud osad.

2. **Vars ja lehed.** Esimesel aastal areneb seemnest lehtede rosett ehk kodarik ja otse mullasse tungiv juurikas. Teisel aastal kasvab ohakal juba kuni meetripikkune õisi kandev vars, ning juurikas maa all arendab külgevõsundeid, mis kasvavad mullas rõhtsalt umbes 30—40 cm sügavuses ja hargnevad tihedalt. Juurikale tekivad pungad, millest arenevad noored ohakad.

Ohaka juurikas on väga elujõuline: ta elab talve veata üle; vigastamised ja torkimised ärritavad teda uute pungade tekitamisele, ning ta üksikutest osadest võivad areneda uued ohakad.

Lehed kasvavad varrel üksikult. Nad on varustatud nõeljate jätketega, mis on taimetele heaks kaitseks loomade vastu.

3. **Tõrje.** Et põldohakas sigib kahel viisil — seemnetega ja juurvõsundite abil, siis on võitlemine ta vastu raske. Seemnete kaudu põldohaka levimise takistamiseks tuleb hoolitseda, et põllul, rohumaadel ega prüghunnikuil ei valmiks ohaka seemneid. Selleks on tarvis kõik ohakavarred maha lõigata. Viljas on hõlpsam seda teha keppnugadega. On maapealsed osad hävitatud, siis ei saa maa-alused osad toitu ja nad jäävad nõrgemaks. Uuesti tärkavate võsundite järjekindla hävitamise tagajärjel võivad maa-alused osad lõpuks toidupuudusel hoopis närbuda. Kindlam abinõu juurikate hävitamiseks on nende väljakitkumine või kaevamine. Ka nõrgestab juurikaid nende tükeldamine, mis toimub sügavkünnisel. Selleks tarvitatakse erilisi nuge, mis kinnitatakse kultivaatori piidele.

4. **Umbrohtudest üldse.** Me nimetame umbrohtudeks kõiki taimi, mis kasvavad aias või põllul vastu viljakasvataja tahtmist; neid on väga palju. Umbrohtudeks ei ole mitte üksnes metsikult kasvavad taimed, vaid ka kultuurtaimed, kui need on sattunud kasvama teise vilja hulka. Nõnda on paiguti sagedane umbrohi magun.

Oleme tutvunud ainult paari umbrohuga. Nende juures puutusime kokku peaaegu kõikide umbrohtude üldomadustega, mis on järgmised: tugev juurekava, lai oksastik; neil on palju seemneid, seemned säilitavad kaua idanemisvõime ja on varustatud mitmesuguste levimisevahenditega, nagu karvakesed, tiivad, konksukesed.

Paljunemisevahendeilt jagunevad umbrohud kahte suurde ossa: ühed paljunevad ainult seemnete abil nagu põldsinepki, näiteks rõikheinad, litterheinad, lusted, karikakrad, maltsad jt.; neid nimetatakse **seemeumbrohtudeks**. Teised paljunevad seemnete ja juurte

või juurikate abil, nagu põld- ja piimohakad, tõlkjad, orasheinad jt.; neid nimetatakse **juur-umbrohtudeks**. Juur-umbrohud on kõik mitmeaastased taimed; nende juured ja juurikad elavad maa sees ületalve ja kevadel kasvavad neist varred.

Kahju, mida umbrohud tekitavad, on väga suur. Selle selgitamiseks korraldatud võrdluskatsed on näidanud, et umbrohtunud hernepõld annab 2 korda, kõrsviljapõld 3 korda, kartulipõld 5 korda ja juurviljapõld 14 korda vähem saaki kui samas headuses puhtaksharitud põld. Säärase suure kahju pärast peavad põlluharijad tõsiselt hoolitsema, et umbrohte kasvaks põldudel ja põldude lähedal söötismail võimalikult vähe.

Tõrjevahendid kõikide umbrohtude vastu sarnanevad nendega, millega tutvusime põldsinepi ja -ohaka juures.

1. Tutvu umbrohtudega nii põllult kui aiast ja õpi tundma nende paljunemisi. Kogu andmeid tegelikelt põllumeestelt ja aednikelt võitlusvahendite kohta umbrohtude vastu ning loe raamatukogust vastavat kirjandust. Saadud andmeil koosta referaat teemale „Põllu-umbrohud ja võitlusvahendid nende vastu“ või „Umbrohud keeduvilja-aias ja võitlusvahendid nende vastu“.

2. Korralda kogud umbrohtudest, mil on ühiseid jooni, näiteks juur-umbrohud odrapõllult, seemeumbrohud odrapõllult, korvõielised umbrohud kartuliväljalt jne., ning lisanda vastavad seletused.

3. Korja umbrohtude oksid ühes valminud viljaga, mis on varustatud mitmesuguste levimisvahenditega, ja korralda neist kogu vastavate seletustega.

Koostöö ja võitlus olemise eest looduses. Looduskaitsest.

3. Taimed omavahel.

1. **Omavaheline võitlus.** Eelmisest õppeaastast teame, kuidas võistlesid männid omavahel valguse pärast: kes oli jõudnud teistest üle, see oli oma oksad ajanud laiali ning varjanud teiste eest valguse, hoolimata sellest, et valguse puudumine tähendab surma ta kaaslastele. Samasugust pilti näeme igas metsas. Suurte puude all on väikesi puud ning põõsaid ja igasuguseid rohttaimi. Nad peavad leppima selle valgusega, mis tungib läbi suuremate puude võrade. Ent sedagi ei jaga nad omavahel vennalikult, vaid võistlevad samuti, nagu teevad seda suuremad ülalpool. — Põllul ja aias võime tähele panna, kuidas kultuurtaimed saavad kannatada umbrohtude poolt. Viimased, olles loomult tugevamad, hävitaksid mõne aja jooksul kultuurtaimed täielikult, kui mitte inimese hoolitsev käsi neid ei kaitseks. — Vaadeldes heinamaal ja teistes ühiskondades taimede omavahelisi suhteid näeme täpselt samasugust pilti: seal on valitsevaid taimi, kes on jõudnud teistest üle ja laiutavad hoolimata teistest, ning kiduraid taimi, kes teistest varjatult peavad leppima selle vähese valgusega, mis neile osaks langeb teiste vahelt. Kellele seda vähe, ei saa elu jätkata — ja närtsib.

Otsi põllult ning söötismailt valitsevaid ja kiduraid taimi ning võrdle nende suurust.

2. **Kohanemine.** Ent häübuda ei taha ükski taim. Nad nagu otsivad sääraseid elamisviise, kus tuleks vähem

võistelda. Nõnda nägime, et mänd on kohanenud kehva pinnasega, seemed kasvavad ilma leheroheliseta. Leherohelise puudus takistab neid endile toitu valmistamast; nad võivad areneda ainult seal, kus juba on olemas valmis valke ja süsivesikuid, mida nad võtavad kas mädanevaist aineist või elusait olendeilt; neile on paremuseks aga see, et neil pole vaja võistelda valguse pärast.

3. **Nugilisuus.** Ka õistaimede hulgas on selliseid, kes võtavad kõik oma toidu teistelt kasvavalt taimedelt. Sagedaim seesuguseist

parasiitidest on võrm, mis kasvab umbrohuna linal ja teistel taimedel, eriti nõgestel. Võrmil on peenike ning tugev vars, mis kõvasti väändub ümber teise taime. Oma varrest kasvatab ta välja tugevad näsad ehk imised, mis tungivad teise taimesse ja milledega ta imeb sellest toitu. Lehed ja juur puuduvad võrmil. Küll aga on tal palju õisi; need on koondunud tihedaisse nuttidesse. Seemneid valmib palju; need on õige pisikesed, neid kannab laiali tuul; maa sees



5. joonis. Võrm nõgesel.

võivad nad püsida idanemata mitu aastat, ilma et nende idanemisvõime kaoks. Kui seemnest on tärganud noor taim, siis keerdub ta terav ladvake ringi ja otsib taime, millest kinni hakata. Kui talle panna ligidale pulgake,

siis hakkab ta selle külge, aga laseb varsti lahti ja otsib edasi. Ei juhtu ligidal elusat taime, siis sureb võrmike, leiab ta aga otsitava, siis najatub sellele, kasvatab endast esimese näsa sellesse ja algab võõra mahla imemist. Juurdetulnud toidu kosutusel sirgub võrmitaim ruttu, ta kasvatab teise, kolmanda jne. näsakese; varsti kaotab ta oma juure, sünnitab esimese õienuti ja elab vaese ohvri kulul muretut elu. Linaväljadele teeb võrm suurt kahju. Millest tuleb see kahju?

Otsi taimi, millel parasiteerub võrm, ja võrdle neid teistega, mis kasvavad vabalt ainult endile. Kummad on tugevamad?

Suvel ja sügisel leiame põõsastikes kõrreliste hulgast ilusa kollaste õitega taime; ta ülemised lehed on lillad, nii et eemalt vaadatuna paistab, nagu oleks tal kahevärvilised õied. Selle taime nimi on **pärishärghein** ehk **kuupäevarohi**. Lillad lehed teevad silmapaistvamaks õied, kuid nad ei valmista sel määral toitu kui rohelised lehed. Toidupuuduse all härghein siiski ei kannata — ta muretseb endale lisatoitu teisiti.

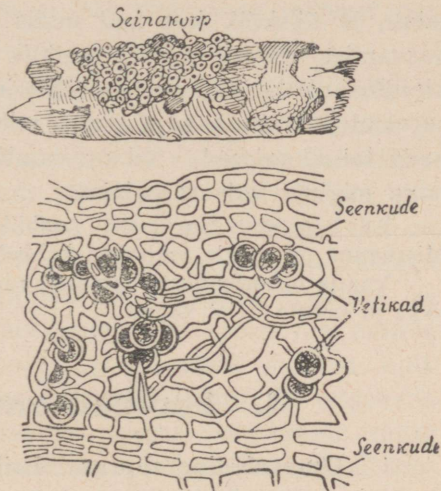
Et näha, kuidas see toimub, selleks juurime maast välja härgheina ühes naabertaimega, raputame mulla ettevaatlikult ära ja paneme teraselt tähele segaminikasvavaid juuri.

Mõni härgheina juureharu on kasvanud kokku mõne teise taime juureharudega: härgheina juureharud kasvavad endast näsad teise taime juurtesse, ja nendega imeb härghein sealt valmis toitu. Nõnda tarvitab härghein kahesugust toitu: oma roheliste lehtedega valmistatud ja teiselt vägivaldselt võetut. Tema on **poolparasiit-taim**, aga võrm, kes elab teise kulul, on **täisparasiit-taim**.

Korja parasiit- ja poolparasiit-taimi ühes nende taimega, millel nad parasiteeruvad, kuivata koos ja valmista neist kogud.

4. **Sümbioos.** Taimeriigis on ka vahekordi, mis otse vastandid parasitismile, — see on vastastikune toetamine. Säärase vahekorraga tutvusime herne ja männi õppimisel. Tuleta meelde, milles seisnes see ja kuidas nimetatakse sellist vahekorda. Veel täielikumalt avaldub sümbioos **samblikkude** juures. Samblikke kasvab suurel hulgal män-

nikuis maas ja puudel, samuti ka mujal, isegi kividel. Väljastpoolt on nad enamasti hallid, mõni üksik kollane, nagu **seinakorp**, mis kasvab puudel. Kui mõnest samblikust teha õhuke lõik ja seda vaadelda mikroskoobis, siis on näha pilt, mida kujutab 6. joonis. Sambliku ülemise ja alumise pinna moodustab tihe seenkude. Sees on seeneniite hõredamalt; nende vahel leidub suurel hulgal rohelisti terakesi — need on rohelistid **keravetikad**.



6. joonis. Seinakorp ja selle lõik.

Sääraseid keravetikaid elutseb palju kõigis veekogudes ja niiskeis kohtades, nagu puukoore pragudes, kivide vahel jne. Kui klaasnõu seisab veega mõne päeva aknal, siis muutub nõu põhi rohelisteks. Roheline vina koostubki seesuguseist vetikaist. Kui nende kasvamisukoht kuivab, siis ei sure vetikad, vaid kuivavad ainult kokku, kattuvad tiheda kestaga ning jäävad ootama uut niiskust. Kuivanult on nad kerged; neid kannab siis laiaili tuul, ja kui nad sadenevad niiskele kohale või vette, siis jätkavad kasvamist. Nad paljunevad pooldumise teel; valguse ja soojuse käes läheb paljunemine õige kiiresti; on küllalt mõnest üksikust kuivanud vetikaterast, et suvel anuma põhi muutuks mõne päevaga rohelisteks. Veekogudes — tiikides, järvedes, jõgedes, meredes — on keravetikad toiduks väikestele loomadele.

Peale keravetikate kasvab meil veekogudes igal pool kiudvetikaid.

Samblikus elavad seeneniit ja keravetikad sõbralikult koos. Seeneniidid imevad endisse niiskust ja selles lahustunud aineid; neid aineid tarvitavad vetikad, milles on

klorofüllid, toidu valmistamiseks. Vetikate valmistatud toitu tarvitavad ka seened. Nõnda põhinebki nende elu vastastikusel toetamisel.

Samblikkude paljunemine toimub ka peamiselt ühiselt; neist eralduvad väikesed terakesed, milles on üks vetikas ja selle ümber seeneniidid. Tuul kannab need laiali, ja ükskõik kus nad maha langevad, seal algavad kasvamisest. Maast ei võta samblik toitu, maa on talle vaid kinnituskohaks, samuti puu, kivi jm. Vanemad samblikud surevad ja kõdunevad mullaks, milles võivad edaspidi areneda teised taimed. Nii on samblikudki maaparandajad, nagu nägime seda samblaist.

Kas on soovitatav lasta samblikke kasvada viljapuudel? Missugune on nende tekitatud kahju?

Vaatle mitmesuguste samblikkude kasvukohti, korja samblikke ja koosta neist kogud.

4. Loomad omavahel.

1. **Omavaheline sõprus.** Eriliselt sõbralikke vahetõrki on vähe leida loomariigis. Neid võib ehk tähele panna ühiskondlike putukate, nagu sipelgate ja mesilaste juures. Nende omavahelised suhted on arenenud nii kaugele, et pesakondades omavahelist tüli ei esine ja iga üksik loomake on alati valmis aitama teisi, ka siis, kui tema oma elu ähvardab kindel surm. See sõbralik vahetõrk ei ulatu aga omast perekonnast kaugemale: sipelgad võtavad ette röövkäike teistesse pesadesse, ja mesilased käivad meelsasti võõrais tarudes meevargil.

Teiste loomade juures on näha säärast sooja sõprust ainult oma poegade vastu. Nende eest hoolitsevad vanemad toidu ja eluaseme muretsemisega ning kaitsevad neid ennastsalgavalt vaenlaste vastu. Aga sedagi ainult teatud vanuseni. Kui pojad on jõudnud niikaugele, et võivad elada iseseisvalt, jätavad vanemad nad maha.

1. Kas oled pannud tähele, kui vanad on pojad kassil, kanal või mõnel teisel loomal, kui vanemad jätavad neid isendi hooleks?

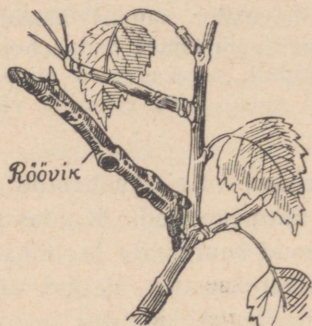
2. Paljude karjades elavate loomade, näiteks kanade, hanede, külvivareste jt. lindude juures võib tähele panna hoivatavaid hüüdeid ligineva hädaohu puhul. — Kas oled midagi sellist tähele pannud? Kui ei, siis katsu näha esimesel võimalusel.

2. **Kaitsevahendid vaenlaste eest.** Kaitsevahendid ja kaitsmisviisid on loomadel väga mitmekesised. Kuidas ja millega kaitsevad endid koduloomad suuremate ja väiksemate (vereimejad putukad) vaenlaste vastu? Paljud väikesed loomad, nagu mesilased, herilased, sipelgad jt., on varustatud mürgiga. Mõned sõõrutavad vastiku lõhnaga vedelikku. Millised? Mõned on nii halva maitsega, et neid ei sööda, näit. kapsaussid jne. Kas tead veel mõnda erilist kaitsevahendit loomadel? Kaugelt suurem hulk loomi peab aga kasutama liikumisväledust, et põgeneda vaenlaste eest, või võimalusi otsima vaenlastele mitte silma puutuda. Heas seisundis on selles mõttes need loomad, kes on varustatud nõndanimetatud **kaitsevärvusega**. Nägime seda põldhiire ja jänese vaatlusel; ka kala õppimisel veendusime kasus, mida annab kalale tumedam selja ja heledam kõhupoole värvus. Sedasama võime tähele panna paljude putukate ja nende röövikute juures, nagu heinaritsikad rohus, lehetäid puudel, kapsaussid jt.

Otsi puu koorelt kaitsevärvuselisi putukaid; löika sealt õhuke pealmine koorekiht või võta kogu oks, kuidas sobivam, ja kui oled surmanud putuka, kleebi ta koorele samas asendis, nagu leidsid. Nõndasama toimi putukatega, keda leiad lehtedelt, rohult või mujalt. Sedaviisi teetsedes saad kogu kaitsevärvuselisi putukaid.

Vaatleme p o r i k ä r b e s t. Millise loomaga sarnaneb ta värvuselt? Ei ole raske tunda, et herilasega. Herilane on teatavasti varustatud mürgise kaitsevahendiga, ja nii mõnigi putukasõoja loom või lind on tunda saanud ta

valusat nõelamist; muidugi ei lähe need enam herilasi püüdma. Porikärbes, olles herilase värvust, on tänu sellele kaitstud ka putukasööjate eest, sest need peavad teda mürgiseks herilaseks.



7. joonis. Vaksiklase röövik kaseoksal.

Looduses esineb teisigi sarnasusi kujult. Sügisel metsas kõndides võib tähele panna puudel ronivaid röövikuid, kellest mitmed oma värvuselt ja kujult on sarnased selle puu okstega, millel nad elavad. 7. joonis kujutab üht sellist nähtust. Neid on palju. Mis kasu on röövikul oksa järeleaimamisest kujult ja seisangult?

Säärast ühevärvilisust ja ühekujulisust mürgiste loomadega on leida rohkesti soojemate maade loomariigis, meil aga võrdlemisi harva. Kas tead veel mõnda? Korja neid ja pane oma kogusse kõrvuti.

Looduses esineb teisigi sarnasusi kujult. Sügisel metsas kõndides võib tähele

5. Taimede ja loomade vahekorrast.

1. **Taimed loomadele toiduks.** Taimed valmistavad endile vajalisi süsivesikuid, valke ja teisi aineid, kasutades seks mullas leiduvaid soolasid, vett ja õhus leiduvat süsihaput gaasi. Loomad seda ei suuda. Nad surevad nälga, kui pakkuda neile ainult taimede toitu: soolasid, vett ja süsihaput gaasi. Vajanduvaid valke ja süsivesikuid saavad loomad taimedelt, süües neid kas otseselt — **taimesööjad** — või kaudselt, s. o. süües teiste loomade liha — **lihasööjad**; on neidki loomi, kes söövad mõlemaid toite, — need on **kõigesööjad**.

Milliseid loomi tead, kes söövad ainult taimi, kes liha ja kes tarvitavad segatoitu?

Loomade toiduks on peamiselt roht-taimed; puudelt ja põõsailt eriti lehed. Kuid loomad ei söö kõiki taimi ühesuguse isuga; mõnd põlgavad täiesti, sest et need taimed sisaldavad aineid, peamiselt mürke, mis teevad neid loomadele vastikuks. Seega on mürk taimedele kaitsevahendiks loomade vastu.

Kas tead näiteid õpitud taimedest ja oma tähelepanekuist?

Korja mürgiseid taimi ja valmista neist kogu.



8. joonis. Vägiheina haruline karvake.

Teiseks kaitsevahendiks on okkad ja teravad karvakesed.

Milliseil taimedel tead olevat okkaid, milliseil karedaid karvakesi? Kuidas kaitsevad need taimi?



9. joonis. Nõgese kõrvekarvake.

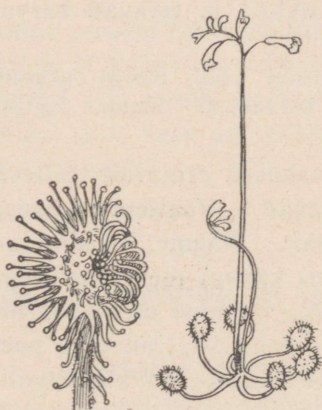
Nõgeste karvakesed erinevad teistest, sest nad kõrvetavad. Vaatleme nõgese karva mikroskoobis. Näeme, et alumine jämedam osa on kaetud marrasknahaga nagu nõgese varski; ülemine on sile ja lõpeb munakesega; selle kael on väga peenike. Sile osa ja munake on klaasitaolisest ainest. Karvakese sees on mürgist vedelikku, mis eritub mürginäärdest. Kui karvakest puudutada, murdub munake, ja selle all olev terav ots torkab nahasse haava, millesse nõrgub karvakesest mürki.

Mürk tekitab väikese põletiku, mis kutsub esile paistetuse. Suurtele loomadele ja inimestele ei tee mürk suuremat viga, väiksemad kannatavad aga raskesti ja hoiduvad seepärast nõgestest eemale. Ometi on väikesi

loomi, kellele nõgese kõrvekarvad ei näi tegevat häda, need on nõgeseliblikate röövikud, kes arenevad nõgestel ja söövad nende lehti. See näitab, kuidas loomad kohanevad toiduga.

Koosta kogu taimedest, mille karvad ja okkad kaitsevad neid loomade vastu.

Et loomad tarvitavad taimi toiduks, siis osutuvad nad seega nende vaenlasteks. Kuid teisest küljest vaadatuna teevad loomad taimedele ka palju head: nad levitavad nende seemneid, nende väljaheited on väetusaineks, putukad kannavad laiali õietolmu, lihasööjad hävitavad palju taimesööjaid jne. Ilma loomade abita oleks taimede seisund kindlasti teissugune, kui me seda tunneme praegu.



10. joonis. Huulhein.

2. Lihasööjad taimed.

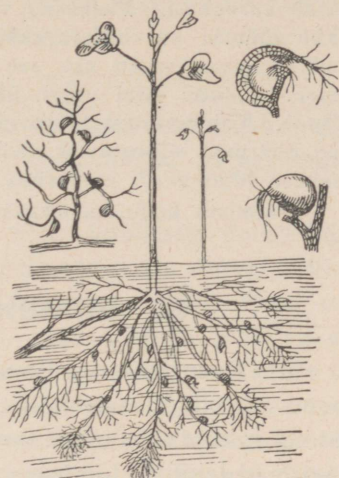
Taimede hulgas on ka mõnigaid, kes tarvitavad toiduks loomakesi. Üks neist huvitavaist taimedest kasvab meie rabades — see on **huulhein**. Ta punased lehekesed kasvavad rosetina samblal, ja nende keskelt tõuseb otse üles õieraag, mis sügisel koltub ja kannab vilja.

Huulheina lehed on paksumad, lihavad ja kaetud punaste karvadega, mis annavadki lehele punase värvuse. Igal karvakesel on otsas nupuke. See sõõrutab vedelikku, mis jääb nupukese ümber ja läigib päikese käes nagu meepiisake. Juhtub mõni väike putukas istuma lehele, siis jääb ta kinni kleepuvasse vedelikku. Karvakesed painduvad putuka ümber nagu sõrmed; neist sõõrdub seedivat vedelikku. Mahlas lämbub

putukas, ta lihased ja muud pehmed kehaosad lahustuvad ning imuvad taimesse, putuka kuiva kesta aga kannab



11. joonis. Vöipätakas.



12. joonis. Vesihernes.

ära tuul. Putukaist saab huulhein peaaegu kõik oma valgud; ta juurekava on õige nõrk, ei jõua tungida nii sügavale, et saaks maast soolasid, millest võiks ise valmistada valke.

Huulheina „söömist“ on huvitav jälgida. Seda on hõlpsu teha koolis või kodus. Huulhein tuleb võtta rabast ühes sambalaga ja panna niiskele taldrikule; toas on õhk kuiv, huulhein närtsib varsti; et seda ei juhtuks, tuleb ta katta klaaskupliga. Toita võib teda keedetud munavalge tükikestega, mille seedimine toimub samuti kui putukate seedimine rabas.

Soostuvail heinamaail leidub teine lihasööja taim — **vöipätakas** ehk **libeleht**. Ta lehtedel on karvad õige lühikesed, ei paista väljagi, lima sõõrutavad nad aga palju. Sellesse jäävad putukad kinni. Seedimine toimub samuti kui huulheinal, selle vahega, et ta keerutab leheserva ümber seeditava putuka.

Kraavides, tiikides, järvedes ja mujal seisvais vetes leidub paiguti rohkesti kolmat lihasööjat taimet — **vesihernest**. Sellel on lehtede küljes umbes nõõpnõelapea-suurused hernekesed, mis

seest õõnsad. Õõnsusse viib avaus, mis suletud „uksega“; see avaneb ainult sissepoole. Ukse ümber on tihedalt hargnevaid karvakesi; mõned neist sõõrutavad magusat vedelikku, mis katab karvakesi. Pisikesed veeloomakesed tulevad seda vedelikku sööma; karvakeste vahel on neil raske ümber pöörduda, nad tõukavad vastu ust, see avaneb, putukad roomavad hermesse. Nende järel vajub üks kinni — ja sissetungijad ongi lõksus. Toidupuudusel surevad nad pea. Herne seintes asetsevad näärmed sõõrutavad seedivat vedelikku, mis lahustab loomakese lihas-osad, ja hernes imeb need lahused endasse.

Valmista kogu ka lihasööjaist taimedest.

6. Inimene ja loodus.

1. **Kasutamine.** Loodus on inimese vara-ait. Inimene saab looduselt kõike, mida vajab. Arenemise algastmel rahuldab inimene oma tarbeid loodussaadustega nii, nagu nad leidsid looduses. Ta ei osanud neid veel ümber töötada. Ta oli täiesti loodusjõudude meelevalda all.

Pidades rasket võitlust oma olemasolu eest, õppis inimene tundma loodust. Ühes teadmiste suurenemisega suurenesid ka ta oskused, ja inimene vabanes ikka enam ja enam looduse mõju alt. Ta hakkas juba loodusjõude rakendama enda teenistusse. Ta nõuded kasvasid järjest. Looduses leiduvad varad ei rahuldanud teda enam sel kujul, nagu loodus neid pakkus. Ta õppis neid ümber töötama vastavalt oma nõudeile. Inimese oma füüsiline jõud pole suur. Ta ei suuda seda ka kuigi suureks arendada. Küll aga oma vaimset jõudu. See ongi teinud inimesest looduse kuninga.

Tuleta meelde, milliseid loodusvarasid meil leidub. Milliseid neist töötame ümber? Kust saame selleks energiat? Misuguseid energia-allikaid on meie kodumaal?

2. **Hoolitsemine.** Oma suure mõistuse abil on inimene vallutanud looduse ja selles läbi viinud suured muudatused: ta on loonud uued taimeühiskonnad, nagu põllud,

aiad, heinamaad, arendanud koduloomad ja kultuurtaimed, mida ta tarvitab oma elu ülalpidamiseks ja elamute kaunistamiseks. Omalt seisukohalt jaotab inimene nii taimed kui loomad kasulikeks ja kahjulikeks.

Milliseid peab ta kasulikeks, milliseid kahjulikeks?

Kasulikkude eest hoolitseb inimene, kahjulikke aga hävitab. Erilise hoole all on koduloomad ja aia- ning põllutaimed.

Vähem kui aia ja põllu eest, hoolitseb maapidaja heinamaa eest, veel vähem või peaaegu mitte sugugi metsa eest. Heinamaalt niidetakse iga aasta rohtu. Rohi on võtnud maast toiduna soolasid. Iga aastaga jääb vähe- maks soolade hulk, ja kui uusi soolasid väetisena juurde ei anta, ei ole rohul ka enam midagi võtta; tagajärg on see, et rohi jääb kord-korralt hõredamaks, ja heinamaale ilmub sammal. Heinasaagi vähenemisega ei tohiks aga ükski maapidaja leppida. — Seepärast peab ka heinamaad väetama ja harima, et ei ilmuks sammal ega tekiks soostumine.

Metsa tähtsus tõuseb meil iga aastaga. Kui vanasti tarvitati puid peamiselt kütteks, mitmesugusteks ehitusteks, mööbluks ja tarberiiistadeks, siis on nüüd peale nende tarvitamisalade tekkinud veel suured tööstused, mis töötavad puid ümber teisteks tarbeaineteks. Tähtsamad neist on paberi-, kunstiidi-, suitsuta püsirohu, tselluloidi- jt. tööstused. Meil on arenenud peamiselt küll paberi- ja sulfaattselluloosi-tööstus, aga seegi tarvitab võrreldes meie metsade hulgaga küllalt palju puid; peale selle veetakse meilt puid välismaadesse, ja ka kodus tarvitatakse neid igal alal väga ohtrasti. Selle tagajärjel hõrenevad meie metsad iga aastaga.

Suur tulu, mida metsad pakuvad inimesele kas otsestelt või kaudselt, peaks kohustama metsa eest ka hoolitsemise ja eeskätt seda kasvatama.

Mets areneb loomulikul teel kas seemneist, mis puudel valminud ja loodusjõudude poolt ilma inimese abita levitatud, või juurevõrsete abil.

Loomulikul teel metsa tekkimine võtab palju aega, enne võivad vanad täiesti lõppeda, kui uued jõuavad kasvada asemele. Seepärast peab uute metsade kasvamist kunstlikult kiirendama: neid tuleb külvata või istutada.

Kuidas seletad nähtust, et seemnete külvamisel areneb mets kiiremini kui loomuliku külvi kaudu?

Ka metsade kasvamise ajal peab hoolitsema, et puude arenemine toimuks võimalikult normaalselt: selleks tuleb metsa vajaduse järgi hõrendada; teda tuleb puhastada tarbetuist taimedest, nagu põldu puhastatakse umbrohtudest; niiskeil mail kasvavaid metsi tuleb kuivatada maa kraavitamise ja torutamise teel, metsakahjurite vastu tuleb võidelda vastavate vahenditega.

Kuidas soodustavad need hoolitsemisviisid metsa kasvamist? Kui uued metsad ei jõua ka hea hoolitsemise juures sel määral kasvada, et asendada maharaiutuid, mis siis tuleb teha?

3. Looduskaitsest. Inimene hävitab järjekindlalt ja kõigi vahenditega kahjulikke taimi ja loomi, sellest hoolimata, kas nad on kahjulikud otseselt, nagu haigusitekitavad pisikud ja sise- ning välisparasiitloomad (millised?), või kaudselt, s. o. kahjulikud kasulikele taimedele ja loomadele. Hävitamise tagajärjel on paljud nende liigid jäänud õige väheseks. Nõnda olevat vanasti meil metsad kubisenud metsloomadest, nüüd aga leidub neist vaid üksikuid. Kahjurite hävitamises minnakse asjatundmatuse tõttu sageli väga kaugele ja hävitatakse kahjulikkude nime all ka neid, kes pole sugugi kahjulikud. Nõnda hävitatakse kõik kullid, keda hävitada võimalik. Ometi on kullide hulgas väga kasulikke linde, näit. hiiretuuletallaja ja hiireviu, kes tarvitavad toiduks peamiselt ülikahjulikke põldhiiri, neid kulle peaks pigemini hoidma. Nõnda juh-

tub see*paljude teiste loomadega, nagu kasulikkude nas-
tikute ja vaskusside hävitamisel mürgise rästiku pähe jne.

Kas tead veel näiteid?

Kui loodus-esemete hävitamine toimub asjatundmatu-
sest, siis on see veel kuidagi mõistetav ja võib loota, et kui
inimesed saavad targemaks, nad seda enam ei tee. Kui
aga hävitamine toimub hoolimatuse ja ulakuse tõttu, siis
on see otse kuritegu. Ja kahjuks on sedalaadi hävitustöid
näha nii sageli. Neist olgu nimetatud: puude okste ning
latvade murdmine ja koore kaapimine, rohu tallamine,
linnupesade lõhkumine, lindude ja teiste loomade kividega
loopimine, hooletu tule käitlemine, mille tagajärjel hävivad
vahel paljud elamud ja metsad ühes loomadega, igasugune
loomade piinamine jne. Samuti on hukkamõistetav, kui
inimesed ahnuse tõttu ja silmapilgu mõnude rahuldamiseks
laastavad loodust. Seda tehakse nii mitmeti, nagu lillede
noppimine, pähklike enneaegne korjamine, kaskede raiu-
mine roheline tuppatoomiseks, noorte kuuskede hävitamine
jõulupuudeks, röövkalapüügid ja -jahid, metsade laasta-
mine ja palju muud. Ükski nende tegude tegijaist ei esita
endale küsimust, mis saaks aastate pärast siis, kui kõik
inimesed teeksid nõnda; kes kannatab tulevikus tagajär-
gede all?

Esita sina endale see küsimus ja leia vastus.

Niisuguste tegude vastu peab võitlema. Mõnel alal
on pandud maksma kaitseadused, nagu kalapüügi- ja
jahiseadused, kuid sellest on vähe. Veel enam kui kaitse-
seadusi on vaja, et inimestes ärkaks arusaamine loodus-
esemete alalhoidmise tähtsusest ja et neis tekiks oskus ning
tahe nende otstarbekohaseks käitlemiseks ja kokkuhoidli-
kuks kasutamiseks. Erilise hoole all peavad aga olema
need loodus-esemed, mis on haruldased, olgu need taimed,
loomad, kivid, maa-alad või veekogud.

Haruldaste loodus-esemete kaitse loomiseks anti 11. det-
sembril 1935. a. eriline „Looduskaitseadus“. Selle seaduse

alusel moodustati Looduskaitse Nõukogu, mis koosneb mitmest looduskaitset tundvast isikust. Looduskaitse Nõukogu otsustab, missuguseid esemeid looduskaitse alla võtta.

Iga looduskaitse alla võetud eseme või ala kohta määratakse ka kaitse ulatus. Nõnda on looduskaitse alla võetud umbes 20 taime, mille kogumine, lõikamine või raiumine, asjata hävitamine ning kahjustamine on keelatud üle terve riigi, ükskõik kus nad kasvavad; säärased on jugapuu, mägi-kadak-kaer, pihkane, põisrohi jt. Kuna aga 5—6 taime puhul looduskaitse keelab ainult nendega kauplemise igal pool; niisugused on näsiniiin, varesekold jt.

Peale taimede on üleriikliku kaitse all palju loomi, kelle peale jahipidamine on keelatud kogu aasta, nagu hirv, metssiga, lendav orav, emamõtus, emateder, must toonekurg, nahkhiired, mõned liblikad jt.

Peale üldiselt kaitse alla võetud taimede ja loomade on kaitse all väga palju üksikesemeid, eriti haruldasi puid ja suuri kive ehk rändrahne.

Maa-alad ja veekogud on võetud kaitse alla kas eriotstarbel või tervikuna. Nõnda on kaitse all lindude koduna Vaika saared Saaremaa rannikul, Linnulaht Kuressaare lähedal, Jõgeva mõisa park Tartumaal; lootaimede asukohana Lasnamäe serv Tallinnas; metsa-alana Lipstu nõmm Harjumaal Rapla lähedal ja Abruksa saare osa Kuressaare lähedal; kõrgrabana osa Ratva rabast Alutaguses jne.

Looduskaitse Nõukogu otsused täidab Looduskaitse Inspektor. Tema teeb ka nõukogule ettepanekud uute esemete kaitse alla võtmiseks. Inspektori asukoht on Tallinnas. Inspektori abilisteks on Looduskaitse usaldusmehed. Neid on igas maanurgas. Usaldusmehed valvavad kohtadel, et looduskaitse alla võetud esemeid ei rikutaks. Nemad võivad teha ettepanekuid inspektorile esemete kaitse alla võtmiseks.

Looduskaitse alla võetud esemete rikkujaid karistatakse kohtu poolt.

Füüsika igapäevases elus.

7. Kiiruse ja tee pikkuse arvutamine.

1. Ühtlane ja ebaühtlane liikumine. **Kiirus.** Matkaja läheb edasi igas tunnis 5 km, me ütleme: matkaja kõnnib ühtlaselt kiirusega 5 km tunnis.

Raudteerong liigub edasi igas sekundis 15 m. Me ütleme: rong liigub edasi ühtlaselt kiirusega 15 m sekundis.

Keha liigub **ühtlaselt**, kui ta mistahes võrdseis ajavahemikes, näiteks sekundis, läheb edasi võrdsed teeosad.

Harilikult ei liigu kehad ühtlaselt, vaid **ebaühtlaselt**, näiteks rong jaamast välja ja jaama sisse sõites, auto liikuma hakates ning seisma jäädes jne.

Kahe telegraafitulba vahe on 52 m. Rong tarvitab selle maa ärasõitmiseks 4 sek. Kui suur on rongi kiirus?

Kiirus näitab, kui palju keha liigub edasi ühe ajaühiku (sekundi) jooksul. Järelilikult on antud juhul rongi kiirus $52 \text{ m} : 4 = 13 \text{ m sekundis}$ ehk lühidalt $13 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Üldse võime kirjutada:

$$\text{kiirus} = \frac{\text{käidud tee}}{\text{aeg}}$$

Siit järeldame:

$$\text{käidud tee} = \text{aeg} \cdot \text{kiirus.}$$

Kiiruse nimetuse lühendatud tähistamisel kirjutatakse üles (joone peale) ühiku nimetus, millega mõõdetud tee pikkus, ja joone alla vastava ajaühiku nimetus, näiteks kiirus $30 \frac{\text{km}}{\text{sek}}$

$5 \frac{\text{km}}{\text{tunnis}}$, $10 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ jne. Säärane kiiruse nimetuste kirjutamisviis on otstarbekohane, sest ta näitab alati, missuguse ühikuga on mõõdetud käidud tee ja missugusega aeg.

Kiirrong kulutab Tartu—Tallinna vahe — 191 km — ärasõitmiseks 3 tundi. Selles ajavahemikus on kõik peatused jaamad kaasa arvatud. Rongi liikumise keskmise kiiruse saamiseks tuleb kogu tee pikkus (191 km) jagada kogu selle tee ärasõitmiseks kulutatud ajaga (3 tundi). Tee seda! Leia selle rongi keskmine kiirus $\frac{\text{m}}{\text{sek}}$ -tes ja $\frac{\text{km}}{\text{tund}}$ -des.

2. Järgnevas tabelis on antud mõne meile tuntud liikumise ligikaudne keskmine kiirus. Võrdle neid omavahel. Pane tähele, missuguseis ühikuis on antud need kiirused.

Kiiruste tabel.

Aurik	$30 \frac{\text{km}}{\text{tunnis}}$	Kõva tuul	$12 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$
Aeroplaan	180 „	Maa ümber Päikese	$30 \frac{\text{km}}{\text{sek}}$
Auto	70 „	Pääsuke	$60 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$
Hobune sammu käies	4 „	Tigu	$1,5 \frac{\text{mm}}{\text{sek}}$
Jalakäija	5 „	Torm kuni	$50 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$
Kiirrong	80 „	Traavel	$12 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$
Kahurikuul .	600—800 $\frac{\text{m}}{\text{sek}}$		

1. Kujuta võrdlevalt auriku, aeroplaani, auto, hobuse, jalakäija ja kiirrongi kiirus. Kiiruse $1 \frac{\text{km}}{\text{tunnis}}$ kujutamiseks võta 1 mm. 2. Leia oma käimise keskmine kiirus kodunt kooli ja überpöördult. 3. Jalamees käib 45 minutiga 3 km. Leia ta keskmine kiirus $\frac{\text{km}}{\text{tunnis}}$, $\frac{\text{m}}{\text{min}}$, ja $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$. 4. Kui laev liigub edasi tunnis 1852 m, siis öeldakse, et selle laeva kiirus on **1 sõlm**. Mitu km tunnis liigub edasi laev, mille kiirus on 20 sõlme? 5. Saja meetri jooksus rekord-ajaks Eestis on praegu 10,7 sekundit. Leia sellele vastav kiirus $\frac{\text{m}}{\text{sek}}$ -tes. Ülemaailmne rekord-

aeg saja meetri jooksus praegu on 10,2. Missugune kiirus vastab sellele? Kui palju suudaks inimene seesuguse kiirusega tunnis edasi liikuda? 6. Soomlane Lehtinen on joosnud 5000 m ajaga 14 min. 17,8 sek. Arvuta keskmine kiirus $\frac{m}{sek}$ -tes ja $\frac{km}{tund}$ -des. 7. Kui palju kuluks aega kiirrongil Kuule sõitmiseks (384 400 km)? 8. Kuidas peaks paadimees üle jõe sõidul paati juhtima, et risti üle jõe otse vastaskaldale jõuda? 9. Kuidas mõjub tuul lennuki, merevoolused laeva sõidusuunasse? 10. Pane tähele, kas sina saad olla nõnda, et sul ükski kehaosa ei liiguks.

8. Inerts.

1. Palli liikumapanemiseks on vaja teda tõugata; et seisev rong hakkaks liikuma, peab vedur teda tõmbama, samuti vankrit hobune; kõndides liigume edasi lihaste pingutuse abil jne. Ükski paigalolev keha ei hakka liikuma iseendast, ilma põhjuseta.

Pane lauale 2 metallraha (või ka rohkem) teineteise peale ja löö õhukese noaga alumine raha kiiresti liikuma. Mis juhtub ülemise rahaga ja mispärast? Pikkamisi alumist raha edasi lükates liiguvad mõlemad üheskoos. Mispärast?

Tahame kiiresti joostes äkki seisma jääda või järsku kõrvale pöörduda, peame selleks tarvitama kaunis tugevat lihaste pingutust; ratsa sõites võib kergesti kukkuda, kui hobune teeb järsu pööraku; raudteerongi kinnipidamiseks tarvitatakse pidurit, samuti teiste sõidukite juures; liikuva palli kinnipüüdmisel rõhub see tugevasti vastu kätt jne. Neist näiteist selgub, et ükski liikuv keha ei jää seisma iseendast, ilma põhjuseta, ka ei muuda keha ilma põhjuseta oma liikumise suunda ega kiirust.

Need kaks kehade omadust võime lühidalt kokku võtta lauses: **iga keha püüab alal hoida oma liikumise olekut**: on keha paigal, siis püüab ta edasi paigale jääda; liigub aga keha, siis püüab ta jätkata liikumist samas suu-

nas ja sama kiirusega, s. o. liikuda edasi ühtlaselt ning sirgjooneliselt. Teisiti võime väljendada seda kehade omadust veel järgmiselt: **iga keha püüab kas paigal püsida või liikuda ühtlaselt ning sirgjooneliselt niikaua, kuni mõni põhjus seda olekut ei muuda.** See lause kannab *inertsiseaduse* nime, sest *inerts* all mõeldaksegi kehade omadust alal hoida oma liikumise olekut.

2. Sõna *inerts* tuleb ladina keele sõnast *inertia*, mis tähendab tegevusetust, laiskust, muidugi inimeste kohta mõeldud.

Laisk inimene ei armasta liikuda ega võtta ette muudatusi oma tegevuses. Ka kehad looduses on nagu laisad: ilma välise sunnita ei hakka nad liikuma ega jää ka seisma.

Vanaaja teadusmehed ei tundnud *inertsiseadust*. Alles kuulus itaalia teadusmees *Galileo Galilei* esimesena avastas selle kõigi kehade ühise omaduse. — Galilei oli matemaatika-, füüsika- ja täheteaduseprofessoriks Piisa ja Paadua ülikoolis. Peale *inertsiseaduse* tegi Galilei terve rea teisi tähtsaid leiutusi loodusteaduse alal: avastas kehade vaba langemise seadused, pendli



Galileo Galilei
1564—1642.

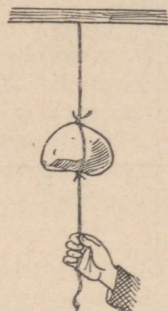
võnkumise seadused, tungide rööpküliku-seaduse jne. Ka ehitas Galilei pikksilma, millega esimesena vaatles Päikest ja tegi kindlaks, et Päikese pinnal on tumedad laigud. Galilei pooldas ka avalikult Koperniku õpetust Maa liikumisest ümber Päikese. Selle eest heideti ta vangi ja sunniti koguni vägivaldselt lahti ütleva oma õpetusest. Kuulus Torricelli oli Galilei õpilane, kes jätkas Galilei tööd.

Katsu sama tugeva tõukega liikuma panna raskeid ja kerkeid kehi (kivi, pall, puuklopid). Mida märkad? Kuidas on

lugu sama kiiresti liikuva raske ja kerge keha seismapanemise-
 sega? Katsed näitavad: mida raskem on keha ja
 mida suurem on ta liikumise kiirus, seda
 suurem on ka ta inerts.

1. Seo tükk niiti näiteks tooli külge ja vea pikkamisi. Tool
 nihkub edasi. Äkitselt tõmmates katkeb niit. Mispärast? Veel
 huvitavam on korraldada samalaadiline katse 13. joonisel näi-

datud kujul. Niidi otsa riputatud kivi äkki
 tõmmates katkeb niit alati altpoolt, mitte
 ülaltpoolt kivi. Mispärast? Kivi ümber tuleb
 siduda tugevam niit või nöör, sest muidu või-
 vad kivi teravad ääred ümberseotud niidi ker-
 gesti katki lõigata. 2. Kui raudteerongid kii-
 rel sõidul kokku põrkavad, purunevad vagu-
 nid. Mispärast? Miks pole alati võimalik rongi
 enne õnnetust piduriga peatada? Millest
 on tingitud maavärisemise hävitav (purustav)
 mõju? 3. Pane pabeririba laual seisva vee-
 klaasi või mõne teise väiksema asja alla ja
 tõmba äkki ära. Mida paned tähele ja kuidas
 seda seletada? Tõmba pikkamööda — mida



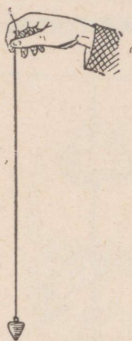
märkad siis? 4. Kui sõiduk äkki liikuma hak-
 kab, langevad reisijad tahapoole. Äkilisel seis-
 majäämisel toimub vastupidine nähtus. Mispärast? 5. Mispärast
 tuleb tolmu klopimisel või raputamisel riiete seest välja?
 6. Kui veega täidetud klaasi äkki liikuma või seisma panna,
 läheb vett üle ääre maha. Mispärast ja kuhupoole? 7. Me
 teame, et Maa pöörleb oma telje ümber läänest itta. Mispärast
 langeme meie maapinnalt üles hüpates samale kohale tagasi,
 aga mitte üleshüppamiskohast lääne poole? 8. Kuhupoole tuleb
 liikuvalt sõidukilt maha hüpata, et haiget ei saaks? 9. Mis-
 pärast koputatakse varre otsa kirvele või luuale vart taha
 pannes? 10. Mispärast ei saa raudteerongi järsku seisma ega
 liikuma panna? 11. Kastega on kergem niita kui kuivaga. Kui-
 das seda seletada? 12. Mispärast õunad puu raputamisel maha
 langevad? 13. Mispärast roomad sagedasti katkevad, kui ho-
 bune äkki tõmbab? 14. Tagaajamisel on kasulik suuna äkilise
 muutmisega end kaitsta. Mispärast?

13. joonis. Kivi
 inerts.

13. joonis. Kivi inerts.

9. Raskustung. Püst- ja rõhtsiht ning selle määramine.

1. Võtame kätte mõne keha, näiteks raamatu. Me tunneme, et raamat tungib Maa poole ja rõhub kätt — tal on teatav raskus. Kui käsi alt ära võtta, langeb raamat maha. Sama nähtus kordub kõigi teiste asjadega, nagu pliiats, sulg, kivi, puutükk jne.



14. joonis. Lood.

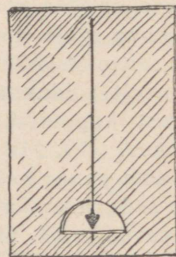
Inertsiseaduse järgi ei hakka ükski keha liikuma iseendast, ilma põhjusest. See maksab ka kehade langemise kohta. Siin on raskus ehk raskustung selleks põhjuseks, miks kehad Maa poole langevad. Niisiis: kehad langevad Maa poole raskustungi mõjul.

2. Seo kivi või mõni teine asi niidi otsa ja lase vabalt alla rippuda. Korda katset mitu korda. Missugune on alati niidi siht?

Sihti, milles vabalt langev keha liigub Maa poole, nimetatakse **püst-** ehk **vertikaalsihiks**. Püsti me kõnnime ja kasvavad puud; samuti ehitame püstsihis tornid, seinad, korstnad jne. Misparast? Püstsihi määramiseks tarvita-takse loodi (14. joonis), s. o. nõöri



15. joonis. Vaaderpass ehk vesilood.



16. joonis. Vaaderpass loega.

või niiti, mille otsa on kinnitatud raskus, näiteks seatina-kuulike.

3. Püstsihiga ristik siht on **rõht-** ehk **horisontaalsiht**. Vaikne veepind on rõhtus. Kontrolli seda loe ja nurklaua abil. Rõhtsihis toimub harilikult meie liikumine. Rõhtsihis ehitame ka maja laed ja põrandad. Mispärast? Rõhtsihi määramiseks tarvitavad ehitustöölised **vesiloodi** ehk **vaaderpassi** (15. joonis).

See on õhuke ning pikk risttahuka-kujuline puutükk, mille keskele on paigutatud klaastoru. Klaastoru on ülespoole kumer ja täidetud vedelikuga (piiritus), kuid mitte täiesti. Torru jäänud õhumull on väga liikuv ja nihkub kergesti vesiloe asendi muutudes. Ta püüab kui kergem jääda alati kõige kõrgemasse asendisse. Toruke on asetatud nõnda, et risttahuka rõhtasendis õhumullike seisab just toru keskel. See koht märgitakse kriipsukestega. Püstsihi määramiseks on samal risttahukal otsas veel teine klaastoruke. Seleta, kuidas kasutatakse kirjeldatud vesiloodi rõht- ja püstsihi määramiseks.

4. Tee endale papi- või lauatükist 16. joonisel kujutatud vaaderpass. Seleta, kuidas teda tarvitada. Katsu järele, kas põrand, aknalauad jne. on rõhtsad. Kuidas selle riistaga määrata püstsiht? Katsu järele, kas seinad, aknalengid, uksepiidad jne. on loodis.

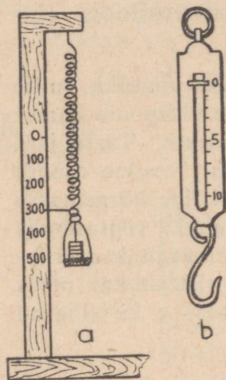
10. Kaal ja erikaal.

1. Võta kätte mingisuguseid asju (kivi, võti, pliats, nuga jne.) ja katsu hinnata nende **raskuse suurust** ehk **kaalu**. Kuidas oleneb keha kaal ta ruumalast?

Käega „kaaludes“ ei saa me küllalt täpselt hinnata kehade kaalu. Seepärast tarvitame keha kaalu täpsemaks määramiseks **kaalusid**. Lihtsam neist on **vedrukaal** (17. joonis). See on terasvedru, mis venib seda pikemaks, mida suuremad raskused talle otsa riputada. Kõrvalolev numbrilaud näitab, kui palju kaalub keha, mis vedru antud kriipsuni välja venitab. Igapäevases elus tarvitamiseks antakse vedrukaalule praktilisem kuju, nagu näha 17. joonisel *b*.

Valmista endale 17. joonise *a* vedrukaal. Vedru saamiseks tuleb hea terastraat pinguli keerata ümber ümmarguse pulga.

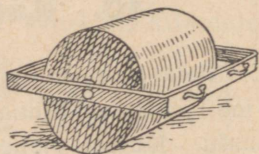
2. Asjade vedamisel, ehitiste püstitamisel jne. on sageli tähtis teada asjade kaalu. Suurte asjade juures pole otsene kaalumine alati võimalik.



17. joonis. Vedrukaalud.

Seepärast kasutatakse selleks kaudseid vahendeid. Näiteks on vaja leida kivist (graniidist) teerulli kaal, kui rulli pikkus on 150 cm ja otsa läbimõõt 120 cm. Leiame esiteks selle ruumala. Kuidas? — Olgu see ümmarguselt 1700 dm³. Nüüd oleks lihtne leida rulli kaal, kui teaksime ühe-kuupsentimeetri ruumalaga samast kivist keha kaalu. Selleks võtame tüki kivi (graniiti) ja määrame ta ruumala ning kaalu. Ruumala määramiseks tarvitame mõõtklaasi (mensuuri) või ülevoolu-anumat. Tuleta meelde, kuidas tegid seda eelmistes klassides. Olgu selle kivitüki ruumala 240 cm³ ja kaal 600 g. Siit arvutame ühe kuupsentimeetri kaalu grammides ehk erikaalu, mis on

600 g : 240 = 2,5 g. 1 kuupsentimeeter graniiti kaalub seega 2,5 grammi, järelikult 1 dm³ graniiti kaalub 2,5 kg ja otsitav rulli kaal on 1700 · 2,5 ehk 4250 kg.



18. joonis. Teerull.

1 cm³ vett kaalub 1 g, järelikult on vee erikaal 1 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ (loe: üks gramm kuupsentimeetris); 1 cm³ kivi kaalub 2,5 g, järelikult on kivi erikaal 2,5 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, jne. Üldse nimetame aine erikaaluks arvu, mis näitab, mitu grammi kaalub üks kuupsentimeeter seda ainet.

Jagades kivi erikaalu (2,5) vee erikaaluga (1), saame arvu (2,5), mis näitab, mitu korda on 1 cm^3 kivi raskem 1 cm^3 veest. Et vee erikaal on 1 ja 1-ga jagamisel arvu suurus ei muutu, siis järeldame sellest, et erikaal ühtlasi näitab meile alati, mitu korda on antud aine raskem veest, muidugi kui mõlemaid on võetud ruumalalt ühepalju.

Määra eespool-kirjeldatud viisil raua, puu, kivi ja sea-tina erikaal.

3. Alljärgnevas tabelis on antud meile enamtuntud ainete erikaal. Vaatle neid arve ja võrdle omavahel. Millised ained kuuluvad raskete, millised kergete hulka?

Erikaalude tabel.

Plaatina	$21,4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	Kuusepuu	$0,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
Kuld	19,3 „	Kork	0,2 „
Seatina	11,3 „		
Hõbe	10,5 „	Elavhõbe	13,6 „
Vask	8,9 „	Väävelhape	1,84 „
Valgevask	8,1 „	Glütseriin	1,26 „
Raud	7,8 „	Vesi (4^0 C)	1,00 „
Inglitina	7,3 „		
Tsink	7,1 „	Petrooleum	0,8 „
Marmor	2,7 „	Piiritus	0,79 „
Alumiinium	2,7 „	Eeter	0,72 „
Jää	0,9 „		
Tammepuu	0,8 „	Õhk	0,0013 „

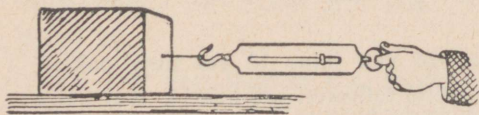
1. Telliskivi pikkus on 24 cm, laius 12 cm ning paksus 6 cm ja kaalub 4 kg. Leia selle telliskivi erikaal. 2. Kui palju kaalub klaasitäis (250 cm^3) elavhõbedat? 3. Kas jõuab keskmine tugev inimene pange (12 liitrit) elavhõbedat või kuupmeetri korki üles tõsta? Kumb on kergem? 4. Mitu korda on õhk veest kergem? 5. Mitu kg kaalub klassitoatäis õhku? 6. Inimese keskmine erikaal on $\sim 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ (too tõendeid selleks).

Leia selle põhjal oma keha ruumala liitrites. 7. Kui palju kaalub kuuselaud, mille pikkus on 5 m, laius 1,8 dm ja paksus 3 cm? 8. 4 liitrit piima kaalub 4 kg 120 g. Kui suur on piima erikaal? 9. Kui palju kaalub õhk inimese keha ruumala suuruses? 10. Kui palju maksab liiter kulda, kui 1 g kulla hind on 3,90 kr.? 11. Mitu kg kaaluks massiivsest graniidist tehtud sinu kuju loomulikus suuruses?

11. Hõõrdumine.

1. Tasast maapinda mööda visatud kivi, rõhtsal pinnal rööpmeil liikuma pandud vagun, uisutaja jääl, veepinnal liikuma tõugatud paat jne. — kõik nad kaotavad varsti oma liikumise kiiruse ja jäävad lõpuks seisma, kui nad ei saa uut tõuget liikumiseks. Mis oli siis põhjuseks, mis elmisis näiteis takistas kehade liikumist? — Kehade pind ei ole kunagi päris sile, vaid konarlik. Vaatle seda luubiga! Liikumisel jäävad ühe keha pinna konarused teise keha konaruste taha ja takistavad sedaviisi liikumist. Me ütleme sel puhul lühidalt: liikumist takistab **hõõrdumine** ehk **hõõrdumistung**. Kui tahame, et liikumapandud keha liiguks järjest edasi ühtlaselt, s. o. endise kiirusega, peame kogu aeg ületama liikumist takistavat hõõrdumistungi.

2. Näitena määrame hõõrdumistungi suuruse tooli vedamisel mööda pörandat. Selleks tõmbame tooli vedrukaalu



19. joonis. Hõõrdumistungi määramine liugumisel.

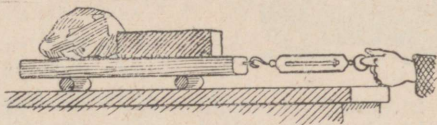
konksu pidi mööda pörandat edasi. On tooli edasiliikumine enamvähem ühtlane, siis näitab vedrukaal hõõrdumistungi suurust. Olgu see näiteks 1 kg ja tooli

raskus 4 kg. Nüüd võime kergesti arvutada, kui suure osa tooli raskusest (4 kg) moodustab hõõrdumistung (1 kg) ehk kui suur

on hõõrdumistungi ja tooli raskuse suhe. Saame: $1 \text{ kg} : 4 \text{ kg} = \frac{1}{4}$. Seda suhet nimetatakse ka **hõõrdumiskoefitsiendiks**.

3. Määra kirjeldatud viisil hõõrdumistungi suurus klassi-
pingi, laua, puuhalu, kasti jne. vedamisel mööda põrandat.
Arvuta iga juhu kohta hõõrdumistungi ja keha raskuse suhe ehk
hõõrdumiskoefitsient. Võrdle saadud hõõrdumiskoefitsiente
omavahel. Määra katse abil, kuidas oleneb hõõrdumiskoefit-
sient pinna suurusest ja siledusest, keha rasku-
sest ja õlitamisest.

Asetame lauatükile raskuse suurendamiseks mõned kivid.
Veame sedaviisi koormatud lauatükki mööda põrandat või
lauda. Määrame hõõrdumiskoefitsiendi. Nüüd paneme laua-
tüki alla paar üm-
margust pulka (sule-
pead) ja määrame
jällegi hõõrdumis-
koefitsiendi. Kum-
mal juhul on hõõr-
dumistung suurem
ja mitu korda?



20. joonis. Hõõrdumistungi määramine
veeremisel.

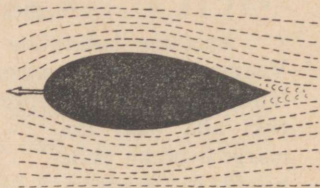
Katsed näitavad, et hõõrdumine veeremisel
on märksa väiksem kui liugumisel. See-
pärast püütakse igal pool, kus võimalik, liugumine asen-
dada veeremisega (kuul-laagrid jalgrattal, autol, palkide,
vaatide veeretamine jne.). Aga mispärast pole vanker rege
siiski hoopis välja tõrjunud?

4. Väga palju inimsoo tööst kulub hõõrdumise üle-
tamiseks, näiteks hõõrdumise ületamine raudteerongi,
vankri, saani jne. vedamisel, viilimisel, saagimisel, värvimi-
sel, pühkimisel, kirjutamisel, kündmisel — üldse iga töö
juures. See on hõõrdumise kahjulik mõju. Teiselt poolt
aga oleks elu ilma hõõrdumiseta täiesti võimatu: meie ei
saaks ilma hõõrdumiseta seista ega kõndida, puujuured ei
püsiks maa sees ega kalossid jalas, rihmad ei veaks masi-
naid ümber jne. Too veel näiteid, kus hõõrdumine on meile
kasulik.

Tuleb silmas pidada, et hõõrdumistung tekib ainult kehade liikumisel ja mõjub alati liikumisele vastassuunas. Et hõõrdumine on tingitud kehade kokkupuutepindade konarusest, siis on hõõrdumine alati väiksem, kui kokkupuutepinnad on hästi siledad. Samas mõttes mõjub ka õlitamine: õlikiht katab kokkupuutuvad pinnad ja teeb nad libedaks.



21. joonis. Auto liikumisel tekkinud õhukeerised takistavad liikumist.



22. joonis. Tilgakujulise läbilõikega keha liikumisel on keskkonna takistus kõige väiksem.

5. Kõik meie liikumised toimuvad kas õhus või vees. Õhk ja vesi, samuti teised gaasid ning vedelikud, takistavad kehade liikumist neis. Juhul, kui keha liigub mõnes **keskkonnas**, näiteks aeroplaan õhus, allveepaat vees, kõneleme selle **keskkonna takistusest** liikumisele.

Keskkonna (õhu, vee) takistav mõju liikumisele suureneb liikuva keha esipinna ja liikumise kiiruse suurenemisega. Keskkonna takistuse vähendamiseks on väga oluline ka liikuva keha väline kuju, sest iga keha õhus või vees liikudes tekitab enda ümber **keeriseid**, milleks kulub hulk keha liikuma panevast energiast. Kõige vähem keeriseid õhus või vees liikudes tekitab nn. **tilgakujuline keha**. Sellepärast ehitataksegi kiirsõidua autod, lennuki kandepinnad, allveelaeva kere, torpeedod jne. keskkonna takistuse vähendamiseks tilgakujulised (voolujoonelised).

1. Kui puuduks hõõrdumine, kas oleks siis võimalik liikuma hakata, seisma jääda, asju nõõriga kokku siduda, naelu

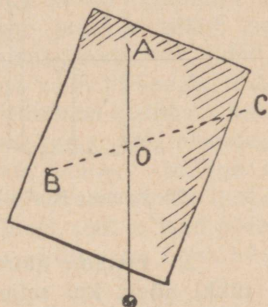
ja kruvisid tarvitada jne? 2. Mispärast on tähtis, et maanteed oleksid hästi siledad? 3. Missuguseid takistusi tuleb ületada kelgusõidul? 4. Missugune kuju on lindude ja kalade kehadel?

12. Raskuspunkt ja tasakaal.

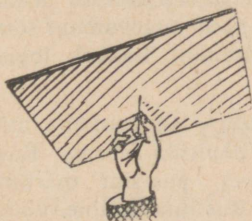
1. Pilt ripub seinal, lamp laes konksu otsas. Siin hoiab neid asju maha langemast seina või lae külge kinnitatud nöör. Me ütleme veel teisiti: nöör tasakaalustab nende asjade raskust.

Raamat seisab laual, tool põrandal, vaat lasub vankril, laev sõidab merel jne. Siin tasakaalustab kehade raskust alus, millele need kehad toetuvad: laud, põrand, vanker, merevesi jne. Vaatame lähemalt kehade mitmesuguseid tasakaalu-juhtumeid.

Võtame papitüki ja pistame ta ühest äärest nööpnõela läbi, nii et ta selle ümber saaks vabalt võnkuda (23. joonis). Nööpnõel on toeks ehk toetuspunktiks, mis tasakaalustab papitüki raskust. Pärast lühikest võnkumist jääb papitükk seisma. Kui teda sellest asendist välja viia, tuleb ta ise sinna jälle tagasi. Seepärast nime-tame säärast keha tasakaaluasendit püsivaks tasakaaluks.



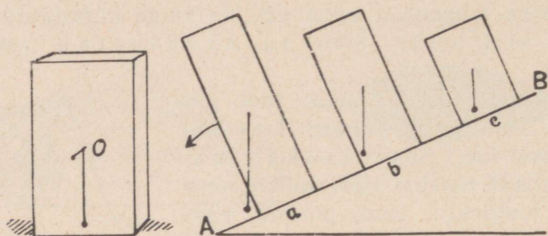
23. joonis. Papitüki raskuspunkti määramine.



24. joonis. Papitüki toetamine raskuspunktis.

Nüüd märgime papitükil loe abil toetuspunktist A läbimineva püstsihi. Teeme samuti mõne teise toetuspunkti suhtes (B). Sedaviisi talitades näeme, et püsiva tasakaalu korral toetuspunktist tõmmatud püstsihid kõik lõikuvad ühes punktis (O). Nimetame seda punkti papitüki raskuspunktiks. Eelmine katse näitas, et püsiva tasakaalu korral asetseb raskuspunkt alati püstsihis otse toetuspunkti all.

Me võime kujutella, et kogu papitüki raskus on mõjumas ehk rakendatud raskuspunktis. Seega on siis raskuspunkt keha raskuse rakenduspunktiks. Tõepoolest, toetades papitükki alt raskuspunktist nõelaga, näeme, et papitükk jääb tasakaalu. See näitab, et oleme raskuspunktis tasakaalustanud kogu papitüki raskuse. Kui valime toetuspunkti väljaspool raskuspunkti, siis kukub papitükk ümber, sest raskuspunkt ja toetuspunkt ei asetse ühel ning selsamal püstsihil.



25. joonis. Risttahukas loega. 26. joonis. Tasakaalujuhud.

2. Pistame nüüd papitükist raskuspunktis nõela läbi. Papi-tükki nõela kui telje ümber ringi pöördes näeme, et ta jääb tasakaalu igas asendis. Seepärast ütleme, et papitükk on **ükskõikses tasakaalus**. Katsed näitavad, et raskuspunktis toetatud keha on alati ükskõikses tasakaalus.

Üskõikses tasakaalus on ka jalgratta, vankri ja kõik masinate rattad. See on vajaline, et nad ühtlaselt käiksid ja kuluksid. Muidu saab võll või laager ühelt poolt tugevamaid tõukeid kui teiselt; ta kulub sellelt poolt kiiremini, hakkab logisema ning läheb rikki.

3. Igal kehal on oma raskuspunkt. Ta asukoha määramiseks võime kasutada sama viisi kui papitüki juures. Raskusi tekitab siin toetuspunktist läbimineva püstsihi märkimine. Harilikult läheb see siht keha seest, kus märkimine võimatu.

Lihtsam on korrapärase geomeetrilise kujuga keha raskuspunkti leidmine. Nii asetseb ühtlase kera raskuspunkt kera tsentris, kuubil ja risttahukal samuti nende tsentris (diagonaalide lõikepunktis), silindril telje keskel jne.

Vaatame nüüd, kuidas on lugu alusele toetuva keha tasakaaluga. Võtame risttahuka-kujulise paksema lauaotsa. Ta

raskuspunkt asetseb keskel. Lööme tahu keskele raskuspunkti kohale naelakese ja riputame sinna otsa loe (25. joonis). Nüüd asetame risttahuka ühele servale mitmel viisil kaldu ja vaatame järele, millal tuleb risttahukas tagasi endisse tasakaalu-asendisse ning millal kukub ta ümber. Tee seda. Kõiki katsete tulemusi kokku võttes võime ütelda: alusele toetuv keha tuleb tagasi endisse tasakaalu-asendisse ainult siis, kui r a s k u s p u n k t i s t t õ m m a t u d p ü s t j o o n l ä h e b s e e s t p o o l t t o e t u s p i i r j o o n t. Vastasel korral kukub keha ümber. See on üldine tasakaalu tingimus kõigi toetuvate kehade puhul. Siit järeldub ka, et keha tasakaal on seda püsivam, mida suurem on toetuspiirjoon ja mida madalamal asetseb raskuspunkt. Seda tõendavad näitlikult 26. joonisel kujutatud katsed risttahukatega: juhul *a* kukub risttahukas ümber, juhul *b* on ta **mittepüsivas tasakaalus**, juhul *c* püsivas. Aluslauda parempoolsest otsast veidi ülespoole tõstes kukub ka risttahukas *b* ümber, kuna *c* jääb veel püsima. Aseta samad risttahukad aluslauale praeguse katse külgtahkudega. Milline neist nüüd kukub kõige enne ümber? Milline on kõige püsivamas tasakaalus ja mispärast? Pane tähele ümberolevaid asju (raamat, tindipott ja lamp laual, tool ja laud põrandal). Missugune on nende tasakaal ja milline on neist kõige püsivamas tasakaalus?

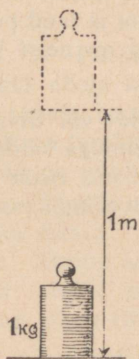
1. Kumb läheb kergemini ümber: kas õle- või liivakoorerem? vanker või regi? tühi lamp või petrooleumiga täidetud?
2. Mispärast on karkudel, palgil, aialatil, nõõril jne. raske kõnvida?
3. Mispärast hoidub inimene, kes kannab mingit raskust, ühele või teisele poole kaldu?

13. Töö ja selle mõõtmine.

1. Põllutööline töötab põllul, sepp oma alasi, tisler kruvipingi juures jne. Kõik ühiskonna liikmed teevad tööd ühel või teisel viisil. Tööle rakendatakse koguni loomad ja masinad. Mis on töö ja kuidas seda mõõta?

Tööd teeb hobune koormat vedades, ületades hõõrdumistungi, samuti kärumees käru ajades, vedur rongi veda-

des jne. Tööd teeme ehituse juures kive kätte andes, mulda pildudes augu kaevamisel, kaevust vett vinnates jne. Viimastel juhtudel ületame tööd tehes raskustungi. Nimeta veel mõned töötegemise juhud. Töötegemisel tuleb alati ületada mõnesugust tungi ehk takistust, nagu raskustungi asjade tõstmisel ja hõõrdumist koormavedamisel. Mida suurem on takistus ehk tung ja mida kaugema maa peal tuleb teda ületada, seda suurem on katehtud töö hulk. Näiteks kaks korda suuremat raskust samale kõrgusele vinnates teeme kaks korda rohkem tööd; sama raskust 3 korda kõrgemale tõstes on tehtud töö hulk 3 korda suurem. Töö hulga mõõtmisel on võetud ühikuks see töö hulk, mis tuleb teha 1-kg-se raskuse kõrgemale-tõstmiseks 1 m



27. joonis. Tööühik: kgm.

võrra. Nimetame seda töö hulka **kilogramm-meetriks** (lühidalt: kgm). Siit järeldeb, et 3 kg tõstmiseks kõrgemale 2 m võrra kulub $2 \cdot 3$ ehk 6 kgm tööd; 5 kg tõstmiseks 60 cm võrra — $5 \cdot 0,6$ ehk 3 kgm tööd, jne. Üldse: tehtud töö hulk mõõttub tungi suuruse ja tungi rakenduspunkti poolt käidud tee pikkuse korrutisega, s. o.

$$\text{töö} = \text{tung} \cdot \text{tee}.$$

Arvutamisel võib kasutada eelmist juhust ainult siis, kui keha liigub tungi suunas, näiteks kelk nõõri suunas, millest tõmmatakse. Kui äga keha ei liigu tungi mõjumise suunas, siis läheb osa tungi tööst kaduma küljerõhumisele ja saadud töö hulk on sel juhul väiksem tungi suuruse ja tee pikkuse korrutisest.

2. Tuleb silmas pidada, et töötegemine ülaltoodud mõttes on kindlasti seotud liikumisega. Kui keha, millesse tung mõjub, edasi ei liigu, vaid paigal püsib, siis seejuures tung tööd ei tee. Näiteks, kui kraamivedamisel koorem on liiga raske ja hobune ei jõua teda paigast nihutada,

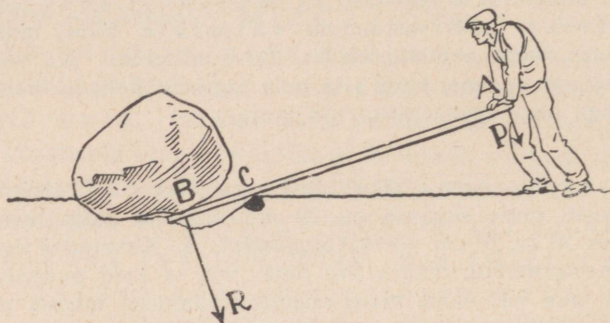
siis ei tehta ka tööd ja ei maksta selle eest palka. Mispärast hobune seejuures siiski väsib? Samuti „liikumatul“ paigal seistes, kätt kõrvale väljasirutatult hoides, vastu lauda rõhudes jne. väsime siiski, sellest hoolimata et füüsika mõttes seejuures tööd ei tee. Mispärast? Too veel samalaadilisi näiteid.

Inimese ja loomade lihastetungi, masinate, tuule, vee jne. tööd nimetatakse sagedasti ka mehaaniliseks ehk füüsiliseks tööks vastandina vaimsele tööle, mida teeme lugedes, ülesannet lahendades, üldse mõteldes. Ka vaimse töö juures me väsime, kuigi siin pole tegemist kehade liikumapanemisega nagu mehaanilise töö juures.

1. Mitu kgm tööd kulub 1 pange vee (12 l) ülestõstmiseks kaevust, mille sügavus on 20 m? 2. Kui palju teeme tööd, tõstes 30 kg 20 cm võrra kõrgemale? 3. Kasutades vedrukaalu ja meetermõõtu, määra töö hulk, mis sa teed puuhalu, kelgu, kivi, laua või mõne teise raskuse vedamisel mööda põrandat. Kas oleneb tehtud töö hulk ajast, mille jooksul see töö on tehtud? 4. Kuidas oleks võimalik mõõta tööd, mida teeb hobune koormavedamisel, kündmisel jne.? 5. Mitu kgm tööd teed sa esimeselt korralt teisele korrale minnes, kui kordade vahe on 4 m? 6. Vihmapiisk, mis kaalus 0,05 g, langes 1 km kõrguselt maapinnale. Kui palju tööd tegi raskustung? 7. Hobune vedas koorma, mille raskus 1,2 tonni, üles mäkke, mille kõrgus 15 m. Mitu kgm tööd tegi hobune raskustungi ületamiseks? 8. Kooli veevärgi reservuaar mahutab 1,2 m³ vett ja asetseb 35 m kõrgemal veepinnast kaevus. Mitu kgm tööd kulub selle vee hulga ülespumpamiseks? 9. Inimese süda, verd mööda keha laiali surudes, teeb iga löögiga keskmiselt nii palju tööd, kui palju tööd kulub 1 kg tõstmiseks 9 cm kõrgusele. Kui suur on inimese südame öö-päeva jooksul tehtud töö hulk kgm-eis? Kui kõrgele maapinnast jõuaks inimene (75 kg) ennast tõsta selle töö arvel? 10. Kui suur on raskustungi töö 25-grammise kivi langemisel 50 m võrra? 11. Karjapoiss viskas 120-grammise kivi 20 m kõrgusele. Kui palju tööd kulus selleks? 12. Töö, mida teeb inimene rõhtsal pinnal edasi liikudes, on umbes $\frac{1}{15}$ sellest tööst, mis kuluks ära sama inimese püsti ülestõstmiseks käidud tee kõrgusele. Mitu kgm tööd teed sa iga päev kooli minnes? 13. Mitu kgm tööd teeb raudteevedur rongi Tartust Tallinna vedades (191 km), kui rong kaalub 150 tonni ja veduri tõmbetugevus on 0,5⁰/₀ rongi raskusest?

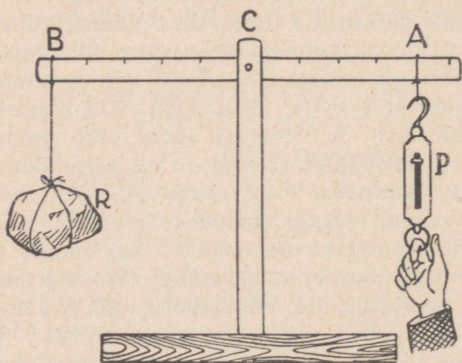
14. Lihtsamad tööriistad ja masinad.

1. Tööriistad ja masinad. Inimesel tuleb ületada töötegemisel suuruselt väga mitmesuguseid takistusi, nagu kive ja kände kaaluda, puud kanda, vaati vankrile veere-



28. joonis. Kivikaalumine kangi abil.

tada, vett kaevust välja tõsta jne. Otsesest lihaste tungi rakendamisest sagedasti ei jätku, seepärast tarvitab ini-



29. joonis. Kahepoolne kang.

mene töötegemisel mitmesuguseid kunstlikke tööriistu või seadiseid, mida nimetatakse masinaiks. Lihtsamad neist on kang, plokk, pöör, kaldpind, kiil ja kruvi.

2. **Kang. Tasakaal kangil.** a. Suurte raskuste nihtamisel, näiteks kivide ja kändude kaalumisel, on väga kasulik tarvitada kangi (28. joon.). See on tugev sirge varb AB (puu- või raudlatt), mille üks ots (B) pannakse tõtetava keha alla, teises otsas (A) surub tööline noole suunas. Kangi toetuspunktiks on C, mille ümber saab kangi vabalt pöörda. Otsa A allapoole rõhudes surub ots B kivi üles. Ütleme, et tööline lasub kangil otsas A kogu oma raskusega — 75 kg. Kui tugevasti rõhub kang kivi ülespoole otsas B? Küsimuse vastamiseks teeme rea katseid lihtsa kangiga, mis on kujutatud 29. joonisel.

b. Kang AB annab vabalt pöörduda toetuspunkti C ümber. Tühjalt on kang tasakaalus igas asendis. Riputame nüüd kangle otsas B enne ärakaalutud koormuse R (kivi), otsas A tasakaalustame selle vedrukaalu abil. Koormuse kui ka tasakaalustava tungi (vedrukaalu näitamise) suuruse märgime tabelisse; ühes sellega märgime sinna ka koormuse ja tasakaalustava tungi rakenduspunktide kauguse toetuspunktist — koormuse ja tungi õla pikkuse.

Parajate koormuste puudumisel võib tarvitada nende asemel vedrukaalu.

Koormus	2 kg	4	3	5	?
Koorm. õla pikkus	6 jaotist	3	5	?	6
Tasakaalustav tung	4 kg	3	?	2	2
Tungi õla pikkus	3 jaotist	?	3	5	3

Kangil järele katsudes täida puuduvad andmed tabelis. Vaatle veel uusi juhtusid koormuste tasakaalustamisel ja kannad tabelisse. Korruta koormuse suurust temale vastava õla ja tasakaalustava tungi suurust temale vastava õla pikkusega. Mida paned tähele?

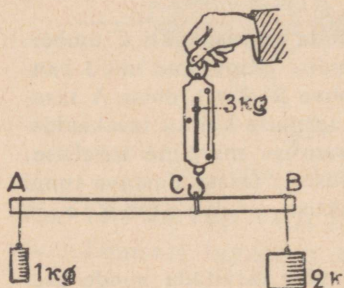
c. Katsete tulemuseks on: kang on tasakaalus, kui koormuse ja tema õla korrutis võrdub tasakaalustava tungi ja tema õla korrutisega.

Kasutades 29. joonisel tarvitatud koormuse ja tungi tähistust, võime eelmise lause lühidalt üles kirjutada nõnda:

$$P \cdot AC = R \cdot BC.$$

Siit järgneb: tung P on nii mitu korda **väiksem** koormusest R , kui mitu korda tungi õlg AC on **suurem** koormuse õlast BC , ja ümberpöörduvalt.

Lahenda nüüd ülesanne: kui tugevasti rõhub kang kivi ülespoole otsas B (28. joonis). Seejuures tuleb silmas pidada, et kang rõhub kivi sama tugevasti kui kivi kangi.



30. joonis. Rõhumise määramine toetuspunktis.

1. Missugused peavad olema kangi tasakaalu korral võrdsete koormuste puhul vastavad õlad? 2. Kangil on ühel pool toetuspunkti koormus 1 kg, teisel pool

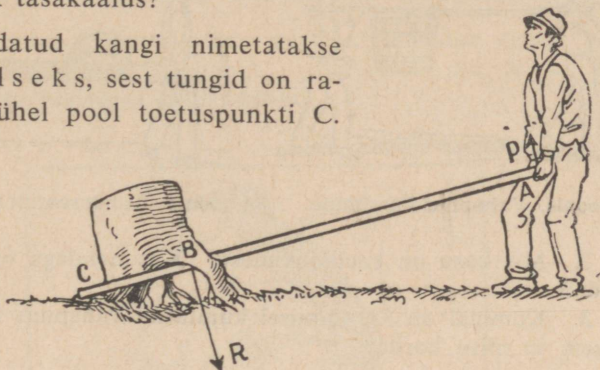
— 2 kg. Kui suur on kangi rõhumine toetuspunktis?

Märkus. Jätame kangi oma raskuse arvestamata. Siis võime küsimuse lahendada katseliselt järgmiselt: kerge sirge varva otstesse (puust liist, umbes 25 cm pikk) riputame antud koormused (30. joonis). Varva riputame vedrukaalu konksu otsa nii, et ta oleks tasakaalus. Kui palju näitab vedrukaal? Kus on kangi AB toetuspunkt? Missugune on rõhumine toetuspunktis C? 3. Heinaline kannab seljas leivakotti, mille raskus on 6 kg. Kepi eespoolne ots on tagapoolsest 3 korda pikem. Kui suur on kepi rõhumine õlale? 4. Sa tahad oma raskusega üles tõsta kivi, mille raskus on 500 kg. Missugune peab olema õlgade vahekord kangil?

3. Ühepoolne kang. Kangide liigitamine. Sagedasti kasutatakse kangi 31. joonisel näidatud kujul. Kännu-

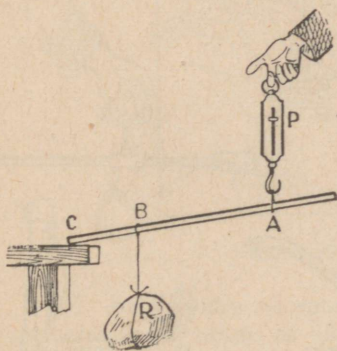
kaaluja rõhub kangi, mis toetub punktis C, otsas A üles P kg tugevuselt; käänd omakorda surub kangi allapoole punktis B R kg tugevuselt. Missuguseil tingimustel on tungid P ja R tasakaalus?

Kirjeldatud kangi nimetatakse ühepoolseks, sest tungid on rakendatud ühel pool toetuspunkti C.



31. joonis. Kännu kaalumise kangi abil.

Vareminikirjeldatud kang (29. joonis) oli kahepoolne. Mispärast? Antud ühepoolse kangi juures on tungi P õlaks AC ja tungi R õlaks BC. Kat-



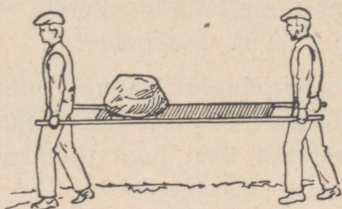
32. joonis. Ühepoolne kang.

sed näitavad, et ühepoolse kangi tasakaalu korral kehtib sama seadus kui kahepoolse kangi tasakaalu puhulgi, s. o. $P \cdot AC = R \cdot BC$.

Tõenda seda ühepoolse kangi abil 32. joonisel kujutatud viisil. Tulemused kannu tabelisse samuti, nagu seda tegime kahepoolse kangi puhul (lk. 43).

1. Mis liiki kanged on järgmised riistad: tangid, pihid, käru, käärid, ukselink, kaevuling, pumbaraud, tule- ja pähkli-tangid, päsmer, lõualuu, inimese käsi, pliits kirjutamisel, mõla sõudmisel jne. Kus on nende riistadega töötamisel toetuspunkt,

kus tungide rakenduspunktid ja õlad? Mis liiki kangid on kujutatud joonisel 35?

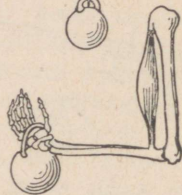
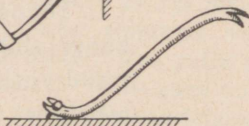
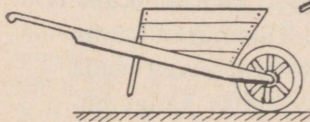
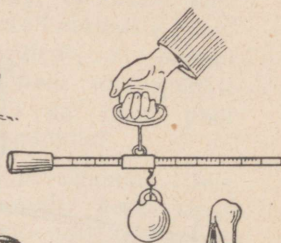
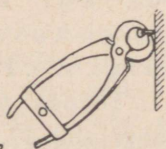
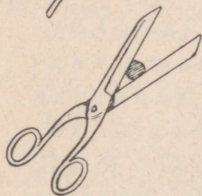
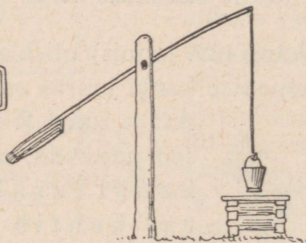
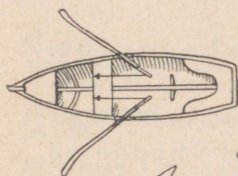


33. joonis. Vahepuus kandmine.

34. joonis. Kanderaamil kandmine.

2. Mis kasu on kaelkookudest? Kas nendega on kergem kanda?

3. Kummal on 33. joonisel kujutatud vahepuus kandmine kergem ja mitu korda?



35. joonis. Mitmesugused kangi rakendused.

4. Kuidas tuleb asetada asi kanderaamile, et ühel oleks kolm korda kergem kanda kui teisel? Kummal on 34. joonise järgi kergem kanda ja mitu korda?

5. Mis liiki kang on harilik kangkaal? Mispärast on kangkaalul õlgade pikkused võrdsed? Kas on võimalik õieti kaaluda ka mittevõrdsete õlgadega kaalude abil? Missuguse raskusega vihid on vajalised, et kaaluda asju igasuguses raskuses?

6. Kuulus vanaaja teadusmees Archimedes olevat ütelnud: „Andke mulle toetuspunkt, — ma tõstan üles Maa.“ Kas on see ütlus millegagi põhjendatud?

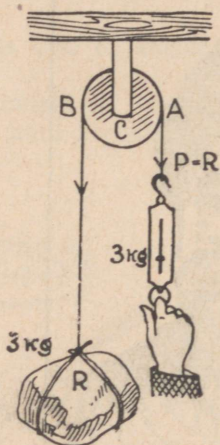


Archimedes 287—212 e. Kr.

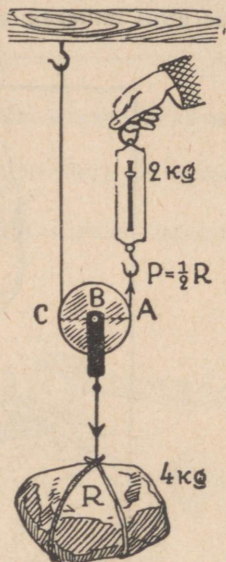
5. **Archimedes** on suuremaid vanaaja teadusmehi. Rahvuselt kreeklane, sündis ta Sürakuusa linnas Sitsiilias ja elas seal kogu aja. Archimedes olevat ehitanud kuni 40 mitmesugust uut masinat. Ta on kangide ja teiste lihtmasinate tasakaalu seaduse ning vedeliku altrõhu seaduse avastaja; ka määras ta esimesena π suuruse ja arvutas ringi pindala. Kui roomlased piirasid Sürakuusat, aitas Archimedes mitmesuguste uute masinate abil edukalt kaitsta oma kodulinna. Kolmeaastase piiramise järel langes Sürakuusa siiski roomlaste kätte ja Archimedes sai surma rooma sõduri käe läbi. Räägitakse, et para-

jasti enne surma Archimedes olevat uurinud mingit joonist liival. Rooma sõdurile, kes tuli teda tapma, olevat Archimedes hüüdnud: „Ära astu mu ringidele!“

6. **Plokk.** a. Töötegemisel on tungi rakendamine ühes suunas sagedasti lihtsam ning hõlpsam kui teises. Näiteks kottide ülesvinnamisel kuivatises, veskil, mulda tõstes kaevutegemisel jne. on meil



36. joonis. Liikumatu plokk.



37. joonis. Liikuv plokk.

palju lihtsam tõmmata nõorist ülalt alla kui otse alt üles. Töötegitaja tungi mõjumissuuna muutmiseks tarvitame plokki (36. joonis).

Plokk on keskelt läbimineva telje ümber vabalt pöörduv ketas; tema äärelle tehtud soonest käib nõör üle. Nööri ühes otsas ripub koormus R (kivi); nöori teisest otsast tõmbame vedrukaalu abil, et hoida koormust tasakaalus.

Riputa mitmesuguse raskusega koormusi ploki nöori otsa ja vaata, mida näitab vedrukaal nende tasakaalustamisel.

Katsete tulemusena näeme, et tasakaalu korral ploki nõõri otstes mõjuvad tungid on võrdsed, s. o.

$$P = R.$$

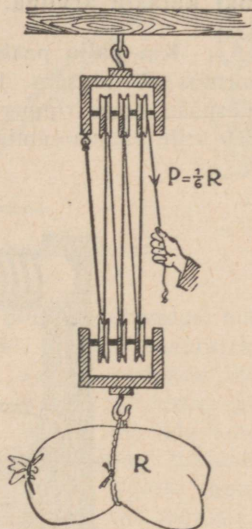
Samale otsusele jõuame vaadeldes plokki kui kahepoolset kangi, mille toetuspunkt asetseb C-s. Õlgadeks on siin AC ja BC. Nad on võrdsed kui ketta raadiused. Järelikult peavad olema võrdsed ka A-s ja B-s rakendatud tungid, s. o. $P = R$.

b. Kirjeldatud plokki nimetatakse liikumatuks, sest ploki telg toetub liikumatult kinnitatud hargile. Annab aga hark ühes kettaga vabalt üles ja alla liikuda, siis nimetatakse niisugust plokki liikuvaks (37. joonis). Siin ripub koormus R kahe nõõri otsas. Kumbki neist kannab poole koormuse raskusest. Seega: liikuva ploki tasakaalu korral võrdub tasakaalustav tung koormuse raskuse poolega, s. o. $P = \frac{1}{2}R$.

Tuleta liikuva ploki tasakaalu tingimus, vaadeldes liikuvat plokki kui ühepoolset kangi, mille toetuspunkt asetseb C-s.

Mõõda, kui palju nihkub edasi tungi P rakenduspunkt A, et koormus R tõuseks kõrgemale 20 cm võrra. Arvuta sel puhul P ja R tehtud töö hulk. Võrdle neid isekesksis. Arvuta P ja R töö hulk, kui koormus tõuseb 30; 40 cm võrra. Missugusele üldisele otsusele jõuame neist katseist? Sõnasta see.

c. Nagu nägime, on ühe liikuva ploki juures tasakaalustav tung 2 korda väiksem koormuse raskusest. Tahame tasakaalustavat tungi veelgi vähendada, tuleb ühendada järjest mitu liikuvat plokki. Sel teel saame nn. liitploki

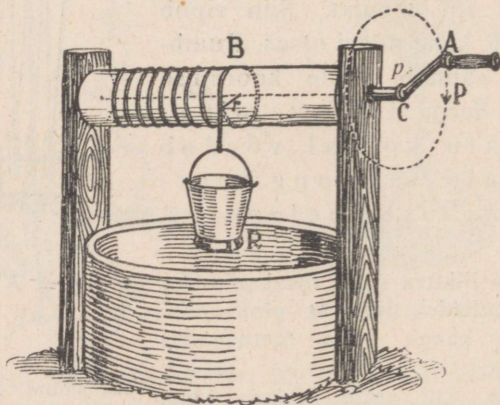


38. joonis. Liitplokki.

ehk **polüspasti**, mida tarvitatakse suurte raskuste tõstmisel. 38. joonisel kujutatud liitploki on kummaski hargis ühendatud 3 ploki. Koormus R ripub siin 6 nööri otsas, mis kõik ühte viisi pingul. Järelikult tasakaalustav tung $P = \frac{1}{6} R$.

Seda liiki polüspastis võrdub nööri arv ploki ketaste arvuga. Seepärast on alati lihtne arvutada tasakaalustava tungi P suurust. Selleks tuleb koormuse raskus jagada ploki ketaste arvuga.

1. Kui palju peab nööri otsast P allapoole tõmbama, et koormus R tõuseks 1 m võrra? 2. 38. joonisel kujutatud polüspasti otsas rippuv viljakott kaalub 96 kg. Kui tugevasti tuleb selle ülesvinnamisel nööri otsast tõmmata?



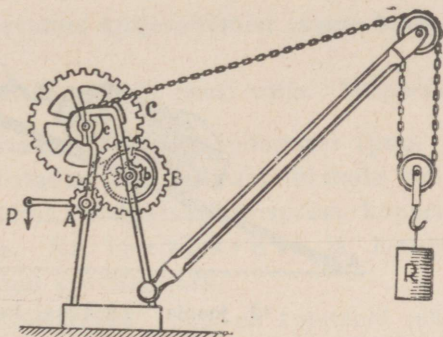
39. joonis. Pöör.

6. **Pööra** kasutatakse meil harilikult kaevust vee vinnamiseks (39. joonis). Ta koosneb võllist (B) ja temaga ühendatud rattast või vändast. Võlli ümber käib nöör, mille otsas ripub veepang. Veepange raskus R ja vänta ümberajav tung P püüavad pöörda võlli teine teisele poole. Missuguseil tingimusil tasakaalustab tung P pange raskuse R ? Joonisel kujutatud asendis võime vaadelda pööra kui

kahepoolset kangi, mille õlgadeks on võlli raadius r ja vända pikkus p . Tasakaalu korral peab olema $Pp = Rr$. Siit järgneb: vända ümberajav tung P on nii mitu korda **väiksem** koormuse raskusest R , kui mitu korda on vända pikkus p **suurem** võlli raadiusest r .

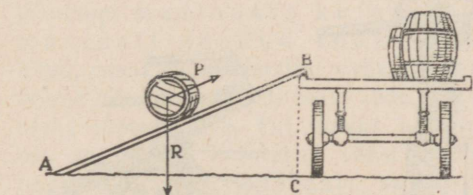
Vända pikkus on võlli raadiusest 3 korda suurem. Mitu korda on P R -ist väiksem?

Sagedasti tarvita-takse pöörade ühendust hammasrataste abil. Sel teel saavutatakse veel suuremat võitu tasa-kaalustava tungi suu-ruse poolest. 40. joonisel on kujutatud pöörade ühendus, mida kutsutakse tõstemasinaks ehk kraanaks. Teda kasutatakse



40. joonis. Kraana.

suurte raskuste tõst-miseks ehituste juu-res ja laevade laadi-misel ning tühjenda-misel. Vaatle tähele-panelikult joonist ja

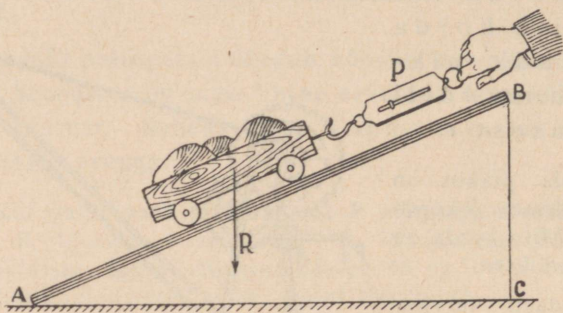


41. joonis. Kaldpinna kasutamine vaadi veeretamisel.

7. **Kaldpind** leiab kasutamist suurte raskuste (koormuste) tõstmisel, näiteks vaadi vankrile veeretamisel (41. joonis). Tema abil saame suurt koormust — vaadi raskus R — tasakaalustada palju väiksema tungiga P . Selle tõenduseks teeme mõned katsed. Võtame siledaks tehtud lauatiiki AB ja asetame ta kaldu (42. joonis). Nüüd võtame mõne suurema koormuse R , näiteks rattail kasti, mis

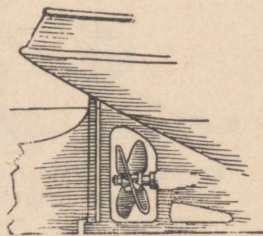
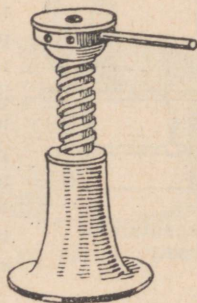
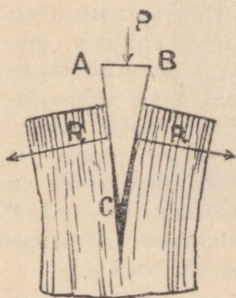
suurte raskuste tõst-miseks ehituste juu-res ja laevade laadi-misel ning tühjenda-misel. Vaatle tähele-panelikult joonist ja määra, mitu korda on tasakaalustav tung P tõstetavast koormu-sest (R) väiksem.

kaalub 6 kg. Asetame ta kaldpinnale ja tasakaalustame vedrukaalu abil. Võrdleme tasakaalustavat tungi P koormuse R raskusega. Muudame laua AB kallakust ja mõõ-



42. joonis. Tasakaal kaldpinnal.

dame iga kord vastava tasakaalustava tungi suuruse. Neist katseist selgub, et tasakaalustav tung (P) on seda väiksem, mida pikem on kaldpind



43. joonis. Kiil.

44. joonis. Tungraud.

45. joonis. Laevakruvi.

(AB) võrreldes kõrgusega (BC). Kui näiteks kaldpinna pikkus on kõrgusest 3 korda suurem, siis võrdub tasakaalustav tung ainult $\frac{1}{3}$ -ga koormuse raskusest.

Mispärast on koormat raskem vedada mäest üles kui tasasel teel?

8. **Kiilu** tarvitame puu- ja kivilõhkumisel, laudade ligiajamisel põrandapanekul, kirve ja vasara varre otsa panemisel jne., üldse suure küljerõhumise tekitamisel. Ka kirves, nuga, peitel on tehtud kiilutaoliselt. Rõhumine kiilu silmale (P) andub edasi kiilu külgedele (R). Mida õhem on kiil, seda tugevamat küljerõhumist saame temaga tekitada.

Vahel puulõhkumisel kargab kiil puust välja. Mispärast?

9. **Kruvisid** tarvitame asjade ühendamisel (puu- ja rauakruvid), samuti riistades, kus on vaja tekitada suurt rõhumist, nagu hõövelpink, raamatukõitmispress, kopeerimispress, tungraud jne. Ka laevakruvi ja lennuki propeller on ehitatud kruvitaoliselt.

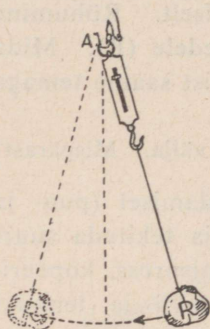
Milleks tarvitatakse tungrauda? Mis on kujutatud tungraual kruvipeaks, mis mutriks? Milleks tarvitame kruvikeerajat?

10. **Masinate töö.** Vaadeldud tööriistad ehk lihtmasinad (kang, plokk, pöör, kaldpind, kiil, kruvi) on abinõud, millega saab üht tungi teisega tasakaalustada või tööd ühest kohast teise edasi anda. Seejuures jääb alati kehtima põhilause ehk printsiip: masinasse kulutatud töö võrdub alati masinalt saadud tööga. Masinad on ainult erapooletud, omakasupüüdmatud vahetalitajad, töö edasiandjad. Neilt võime nõuda ainult nii palju tööd, kui palju neile on antud. See oleks täpselt õige, kui poleks hõõrdumist. Tõepoolest läheb osa masinasse kulutatud tööst hõõrdumiseks kaduma, nii et tegelikult on masinalt saadud töö alati väiksem masinasse kulutatud tööst. Osa kulutatud tööst, muutudes soojuseks, läheb hõõrdumise kaudu kaotsi.

15. Kesktõmbetung. Koorelahutaja.

1. Seome kivi nõöri otsa ja keerutame (ling). Me tunneme, kuidas nõör tõmbub pingule, ja seda tugevamini, mida kiiremini keerutame. Küllalt suure kiiruse juures võib nõör katkeda. Millises suunas lendab siis kivi? Nõöri pingulolekut tekitab kivi inerts. Kivi püüab sirgjoonelisel edasi liikuda, meie aga

kogu aeg tõmbame teda sirgjoonelt kõrvale ringjoonele. On kivi ja ta kiirus küllalt suured, siis ei jätku nõöri tugevusest, et takistada kivi sirgjooneliselt edasi liikumast, ja nõör katkeb.



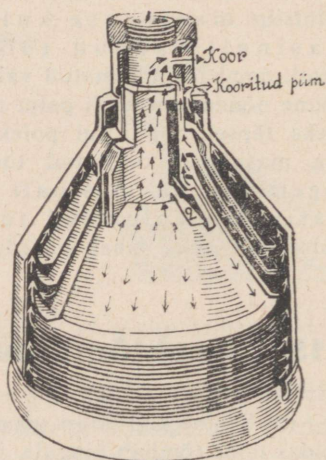
46. joonis. Koor-
muse võnkumine
vedrukaalu otsas.

Me nimetame tungi, mis tõmbab kivi liikuma ringjooneliselt, **kesktõmbe-** ehk **tsentripetaaltungiks**. See tung tõmbab kivi keskpunkti poole. Kui nõöri üks ots tõmbab kivi keskpunkti poole (kesktõmbetung), siis sama nõöri teine ots, mida hoiame näpude vahel, tõmbab kätt sama tugevasti keskaugast eemale. Seda tunneme otsest. Nimetame seda tungi **kesktõuke-** ehk **tseentrifugaaltungiks**. Kesktõmbe- ja kesktõuketung on suuruselt võrdsed, seepärast ei tehta nende vahel sagedasti vahet. Vahe- tegemiseks tuleb meeles pidada, et kesktõmbetung on alati suunatud tsentri poole, kesktõuketung aga sellest eemale.

Tooge veel mõned näited kesktõmbe- tungi kohta.

Seome nõöri otsa mõne raskuse, näiteks umbes kilogram- mise kivi. Nõöri kinnitame vedrukaalu konksu külge (46. joonis). Vaatame, kui palju kaal näitab. Nüüd paneme kivi pendlitaoli- selt võnkuma. Tasakaaluasend- dist läbimineku märgime iga kord kaalu näitamise. See on aga suurem kui kaalu näitamine paigal olles. Raskusele on juur- de tulnud kesktõuketung. Ta on seda suurem, mida suurema hooga kivi läheb läbi tasakaalu- asendist.

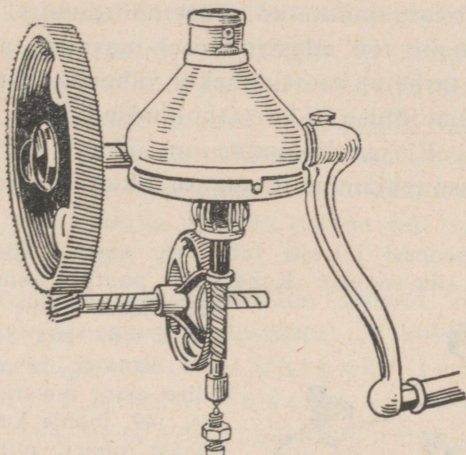
Riputa pang nõöri otsa ja vala ta põhja paar liitrit vett. Pane nüüd pang nõöri otsas kii- resti pöörlema. Vaatle, mis juht- ub veega. Samalaadilist näht- ust võime tähele panna ka lusi- kaga vett klaasis kiiresti ringi liigutades.



47. joonis. Koorelahutaja
trummel.

Pööra pange veega püsttasapinnas kiiresti ringi. Vesi ei lange mitte välja. Kõik need nähtused seletuvad kesktõmbe- ja kesktõuketungi abil.

2. Kesktõuketungi alusel töötavad mitmesugused masinad ja nende osad. Näitena vaatleme lähemalt k o o r e l a h u t a j a (separaatori) tegevust. Selle tähtsaimaks osaks on kiiresti pöörlev t r u m m e l (47. joonis). Trumliisse on laotud üksteise peale terve rida nn. taldrikuid. Taldrikute vahel on väikesed vahed.



48. joonis. Koorelahutaja trumli ümberveo mehhanism.

Piim langeb ülalt trumli torru ja valgub sellest eriliste küljelõhede kaudu laiaili taldrikute vahele. Siin õhukestes kihtides toimubki koore eraldumine piimast. Kooritud piim (lõss) on koorest raskem. Raskel kehal on sama kiiruse juures suurem inertis kui kergel. Seetõttu tungib kooritud piim taldrikute vahel trumli kiirel pöörlemisel trumli ääre poole, koor aga kui kergem koguneb trumli keskpaika. Pealevoolava koorimata piima rõhumisel voolavad kooritud piim ja koor trumlist välja eraldi selleks tehtud avaustest.

Koore eraldumine piimast toimub ainult trumli kiire pöörlemise juures. Nii teeb vänt minutis harilikult 60 tiiru, trummel mitmekordsete hammasrataste kaudu aga sama aja jooksul 5 000—10 000 tiiru.

Vaatle lähemalt 48. joonist ja seleta, mille abil saavutatakse trumli suur pöörlemiskiirus.

Mis kasu on koorelahutajast piimamajanduses?

16. Töö ja soojus.

1. **Töö muundumine soojuseks.** Masinate tarvitamisel muundub osa kulutatud tööst hõõrdumisel soojuseks. See läheb meile töö edasiandmisel masinate abil kaotsi. Kui tahame tarbetut kaotaminekut vähendada, tuleb masinate hea väljatöötuse ja korrashoidmise kaudu vähendada hõõrdumist. Et iga liikumine on seotud hõõrdumisega, siis on soojuse tekkimine igasuguse liikumise paratamatuks saatjaks.

Hõõru peopesi kiiresti teineteise vastu. Mida tunned? Millest tekib siin soojus? Kahe kuiva puutüki teineteise vastu hõõrumisel võime saada tuld. Katsu seda teha. Sel teel saadi tuld vanasti, ja veel koguni hilise ajani metsrahvaste juures. 49. joonis kujutab sellekohast puuri, mida tarvitati tule saamiseks. Meie esivanemad tarvitasid tule saamiseks nn. tulerauda ja -kivi. Kuidas?



49. joonis. Tulepuurimine.

2. Edasi teame, et traat painutamisel läheb kuumaks painutamiskohas, alasi —

tagumisel. Püssikuul läheb õhus liikudes kuumaks, seetõttu hakkab koguni sulama; samuti väikesed kehakesed, sattudes maailmaruumist Maa õhkkonda, lähevad vastu õhku hõõrdudes kuumaks, hakkavad helendama ja põlevad sagedasti hoopis ära (lendtähed). Too veel näiteid töösoojuseks muundumise kohta. Käsiteldud näiteist selgub, et töö muutub kergesti soojuseks. Tahame teada, kui palju tekib soojust töö muundumisel soojuseks

ja missugune on side kulutatud töö hulga ja saadud soojuse hulga vahel, peame õppima soojushulka mõõtma.

3. **Soojushulga mõõtmine.** Päike annab meile suvel rohkem soojust kui talvel. Tulised sõed hõõgavad soojust. Golfi hoovus toob hulga soojust lõunast põhja, muutes soojemaks Euroopa kliimat. Samuti mõjub ka soe tuul jne. Me kõneleme soojusest kui mingisugusest aimest, kuigi me teda ei näe ega suuda kehast (õhust, veest) eraldada.

Kui keha soojeneb, siis ütleme, et sinna tuli soojust juurde. Jahtudes kaotab keha soojust. Termomeeter näitab soojuse liikumise suunda: kui kehha soojust juurde tuleb, siis selle keha temperatuur tõuseb, soojuse kehast kadumisel langeb temperatuur. Kuid termomeeter üksi ei näita, kui palju kehha soojust juurde tuli või kui palju keha soojust kaotas.

Võrdlemisi kerge on juhtida soojust vette, samuti mõõta vee temperatuuri. Seepärast on kokku lepitud — võtta soojushulga mõõtmisel ühikuks see soojushulk, mis 1 g vett juurde saab (või kaotab), kui ta temperatuur tõuseb (või langeb) 1°C võrra. Nimetame selle soojushulga **grammkaloriks** ehk lihtsalt **kaloriks**.

Sõna kalori tähistamiseks tarvitatakse märki **cal** (algustähed ladinakeelsest sõnast *calor* — kuumus, palavus).

1 kg vee temperatuuri tõstmiseks 1°C võrra kulub muidugi 1000 kalorit ehk 1 kilokalor soojust. Kilo kalori tähistame märgiga **kcal**.

Näidis. Kui palju kulub soojust 250 g (teeklaasitäie) vee temperatuuri tõstmiseks 10° võrra?

1 g vee temp. tõstm. 1° võrra kulub 1 cal soojust
250 „ „ „ „ 1° „ „ 250 „ „ „ „
250 „ „ „ „ 10° „ „ 10 · 250 cal soojust

Järelikult otsitav soojushulk $Q = 10 \cdot 250 \text{ cal} = 2500 \text{ cal} = 2,5 \text{ kcal}$.

1. Kui palju kulub soojust, et 450 g vett soojendada 10⁰-st kuni 25⁰? 2. Kui palju soojust annab ära teeklaasitäis (250 g) vett jahtudes 100⁰-ist 25⁰-ni? 3. Kui palju soojust kulub selleks, et 3 liitrit vett toatemperatuurist (17⁰) soojendada 100⁰-ni? 4. 6 liitrit vett andis ära jahtudes 30 kcal soojust. Kuidas muutus vee temperatuur? 5. Mitme kraadi võrra soojeneb 40 g vett, kui temasse juhtida 2 kcal soojust? 6. Mitu g vett võib soojendada 600 cal arvel 12⁰ võrra? 7. Kuidas saab määrata soojushulka, mida annab hõõglamp 5 min. jooksul?

4. Põletusainete hindamisel on tähtis teada nende kütteväärtust. Kütteväärtuseks nimetame seda soojushulka, mis tekib 1 kg põletusainete täielisel ärapõlemisel. Järgnevas tabelis on antud tähtsamate põletusainete kütteväärtused kilokalorites.

Kivisüsi	7 000—8 000
Bensiin, petrooleum	10 000
Piiritus	6 360
Põlevkivi	2 200—3 500
Turvas	3 200
Puu (õhukuiv)	3 000
Puusüsi	8 100
Valgustusgaas	10 000
Vesinik	34 000

1. Ahjutäis puid kaalub 30 kg. Kui palju soojust tekib selle puude hulga täielisel ärapõlemisel? 2. Kui palju tuleks põletada petrooleumi, et saada sama palju soojust kui 30 kg puudest?

17. Soojuse muundumine tööks.

1. Eespool nägime, et töö muundub kergesti soojuseks. Küsime nüüd, kas on võimalik ka soojuse muundumine tööks.

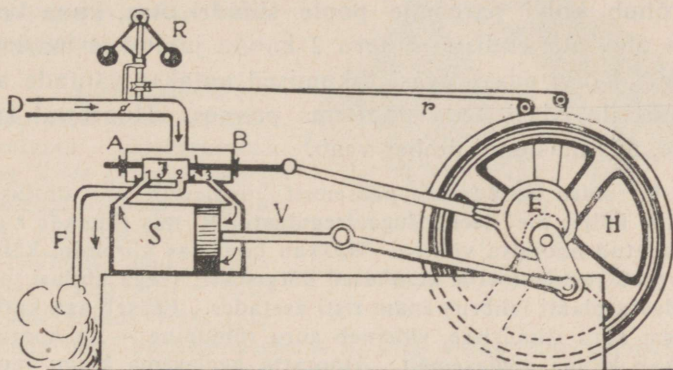
Tulle visatud kastanid ja pähklid lõhkevad paukudes. Soojus tungib läbi koore, soojendab seesoleva õhu, muudab osa niiskust auruks, mis lõhub koore. Seega on koore lõhkumisel tehtud töö soojuse tehtud.

Õhk kummipallides, jalgratta kummides paisub soojenedes ja lõhub kestad. Aur teekatlas kergitab kaane, ületades tema

raskuse. Sama nähtust võime tähele panna ka kohvimasina ja supipaja kaanega. Vaatle seda lähemalt!

Eespooltoodud tähelepanekuist järeldame, et soojust on võimalik muuta tööks. Seejuures näitavad katsed, et iga kilokalori soojuse tööks muundumisel saame 427 kgm tööd.

Suurel määral toimetatakse soojuse muundamist tööks aurumasina abil:



50. joonis. Aurumasina skeem.

2. **Aurumasin.** a. Aurumasinal on suur tugevate seintega kinnine katel. See täidetakse üle poole veega. Katelt küttes soojeneb vesi ja hakkab muutuma auruks. Tekkinud aur ei pääse aga kinnisest katlast välja, vaid koguneb vee peale. Kütmisel tekib uut auru järjest juurde, seepärast tõuseb auru rõhumine katlas õige kõrgele. Nagu nägime, võib kuum aur teha tööd. Auru töötamine toimub aurusilindris. Kuidas see toimub, selgub 50. joonise abil.

Toru D mööda juhitakse aur katlast aurukarpi AB, millest väljub kolm toru: torud 1 ja 3 ühendavad aurukarpi aurusilindriga S, toru 2 kaudu juhitakse läbitöötatud aur masinast välja. Aurukarbis liigub tihedalt edasi-tagasi

jagaja J, kord 1., kord 3. toru kaudu aurukarpi aurusilindriga ühendades. Silindris S liigub tihedalt edasi-tagasi kolb.

Joonisel kujutatud asendis tuleb aur katlast, tungib paremale poole kolvi taha ja rõhub teda pahemale poole. Pahemal pool kolbi silindris olev aur läheb jaotaja alt toru 2 kaudu katlast välja. On kolb silindri pahemasse otsa jõudnud, nihkub jaotaja niivõrd paremale poole, et ta toru 3 kinni katab ja toru 1 kaudu aurukarpi silindriga ühendab. Nüüd tungib katlast tulev aur pahemale poole kolvi taha ja rõhub kolvi paremale poole silindri otsa, kuna kolvi taga olev aur endistviisi toru 2 kaudu juhatakse masinast välja. Kolvi edasi-tagasi liikumised antakse väntade abil hoorattale edasi, teda pöörlema pannes. Hoorattal käib rihm, mis masinaid ümber veab.

b. Auru silindrisse pääsemist reguleerib ehk ühtlustab toru D küljes olev **tsentrifugaalregulaator** R, mis rihmade r abil ühendatud hooratta võlliga. Hakkab hooratas kiiremini käima, tõusevad regulaatori R kerakesed kõrgemale, seega ühtlasi torus D olevat plaati (siibrit) enam risti asetades. Pääseb aga katlast vähem auru silindrisse, väheneb auru rõhumine — ja hooratas hakkab käima aeglasemalt. Hooratta aeglasema käigu juures mõjub regulaator vastupidiselt.

Ka **hooratas** on selleks, et ühtlustada aurumasina käiku. Nõuab masin vähem tööd, läheb vaba töö hooratta kiiruse suurendamiseks. On aga vaja masinast rohkem tööd saada, kui aur seda otseselt suudab anda, toimub see hoorattas peituva töötagavara — h o o — arvel. Sedaviisi mõjub hooratas masina käigu ühtlustajana. Mida suurem hooratas, seda ühtlasem on masina käik.

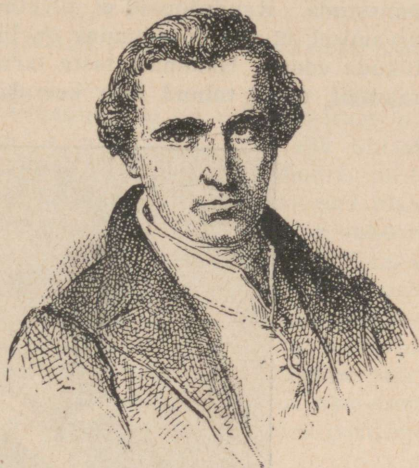
Töö edasiandmine hoorattast masinale toimub harilikult r i h m a abil. Missugust osa etendab siin hõõrdumine? Kuidas mõjub masina tegevusse hõõrdumine hooratta võlli laagreis?

c. Auru rõhumist katlas mõõdetakse a t m o s f ä ä r i d e s. Kui aur rõhub 1 cm^2 pinda 1 kg tugevuselt, siis on auru rõhumine $1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ ehk 1 atmosfäär. Õhkkonna ehk atmosfääri rõhumine on umbes sama suur (keskmiselt $1,033 \text{ kg } 1 \text{ cm}^2$ kohta). Harilikult töötavad aurumasinad 5- — 12-atmosfäärilise rõhumise juures. Riista, mis mõõdab auru rõhumist, nimetatakse **mano-**

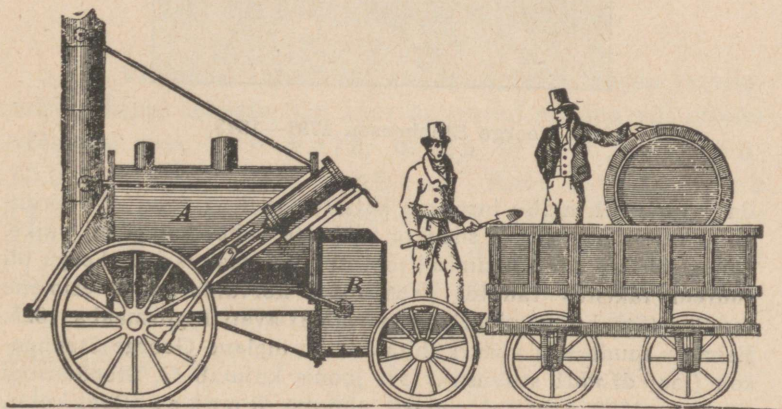
meetriks. Veeseisu katlas näitab veeklaas. Auru jaotaja edasi-tagasi-nihkumine silindris toimub automaatselt hooratta võlli külge kinnitatud erilise riista, nn. ekstsentrīku abil.

Esimesel soodsal võimalusel vaatle töötavat aurumasinat. Jälgi ta üksikute osade töötamist: silinder, regulaator, manomeeter, hooratas jne. Millega köetakse aurumasinaid? Missuguseid raskeid õnnetusi juhtub vahel aurumasinatega?

3. Aurumasinate ajaloost. Aurujõudu hakati kasutama töötegemiseks juba XVII sajandil. Kuid esimesed aurumasinaid olid väga puudulikud; seetõttu ei leidnudki nad laialdasemat kasutamist. Alles šotlane James Watt (loe: džeimz uott) esimesena ehitas a. 1765 aurumasina enamvähem sel kujul, nagu meie tunneme teda praegu.



James Watt 1736—1819.



51. joonis. Rocket-vedur, ehitatud a. 1829.

Alguses tarvitati aurumasinat söekaevandusest vee pumpamiseks. Ühel ajal sellega tehti katseid rakendada aurujõudu vankrite (koormate) vedamiseks. Need katsed ei tahtnud hästi õnnestuda. Raudrööpaid ei julgetud võtta tarvitusele, sest oldi arvamisel, et siis hõõrdumine on liiga väike ja vedur ei suuda liikuda edasi. Hammasrataste tarvitamine, nagu see on mägi-raudteil, oleks tulnud liiga keerukas ja kallis. Alles a. 1813



George Stephenson 1781—1848.

õnnestus ühel inglise inseneril katsete varal näidata, et hõõrdumine veduri rataste ja siledate rööbaste vahel polegi nii väike. Sellest jätkub edasiliikumisel toetuspunkti saamiseks. Seega oli suurem takistus raudtee arenemisel kõrvaldatud ja esimene raudtee (Stocktoni ja Darlingtoni vahel) avati Inglismaal a. 1825. Esimese raudtee ja veduri ehitajaks oli inglase George Stephenson (loe: džoodž stiiivnsn). 51. joonis kujutab G. Stephensoni poolt a. 1829 ehitatud vedurit nimega Rocket (loe: rokit, tähendab raketti), mis püsis hulk aega tarvitusel. Aurujõu kasutamine laevade liikumapanemiseks teostati enne raudteede

avamist. Siin on suured teened ameeriklasel Robert Fulton'il (1765—1815). Juba a. 1807 ehtas ta aurulaeva, mis pärast hakkas korralikult ühendust pidama Hudsoni jõel Albany ja New Yorgi linna vahel.

Kirjelda 51. joonisel kujutatud vedurit ja võrdle teda praeguse aja veduritega.

4. **Plahvatusmootor.** Viimasel ajal on väga laialdast tarvitamist leidnud nn. plahvatusmootorid ehk lihtsalt mootorid. Siin toimub kolvi liikumapanek silindris mitte auru rõhumise, vaid põlevate gaaside süttimisel tekkinud plahvatuse mõjul. Sellest mootori nimetuski. Näiteks kui süüdata bensiiniauru ja õhu segu, siis süttib see plahvatades. Plahvatusel tekivad gaasilised ained. Kui plahvatus toimub kinnises ruumis, siis võivad need gaasid tekitada suurt rõhumist. Mootori silindris bensiiniplahvatusest tekkinud gaaside rõhumine ongi see, mis paneb kolvi liikuma. Et mootori töötamine oleks ühtlasem, kooskõlastatakse mitme silindri tegevus üksteisele järgnevaiks tõukeiks. Gaasi süütamine toimub elektrisädeme abil.

Plahvatusmootorid on aurumasinaga võrreldes palju kergemad. Seepärast kasutatakse neid autode, lennukite, jalgrataste jne. liikumapanemiseks.

18. Võimsus ja energia.

1. **Võimsus.** Masinate kui iga teiseigi tööjõu tarvitamisel peame teadma, kui suur on antud masina või tööjõu võimsus, s. o. töö hulk, mida masin või tööjõud teeb 1 sek jooksul. Kui masin teeb igas sekundis 75 kgm tööd, siis ütleme, et selle masina võimsus on **1 hobujõud**. Sõna „hobujõud“ asemel tarvitatakse sagedasti tähti „HJ“. Tugeva hobuse võimsus on 1 HJ, inimese võimsus aga umbes $8 \frac{\text{kgm}}{\text{sek}}$.

Inglased märgivad hobujõudu tähtedega „HP“ (horse-power), sakslased tähtedega „PS“ (Pferdestärke). Tuleb silmas pidada, et inglise HP on pisut (1,4^{0/0}) suurem kui $75 \frac{\text{kgm}}{\text{sek}}$.

Võimsus näitab, kui palju suudab masin teha tööd 1 sek jooksul, kui masin tööpoolest töötab. Tehtud tööhulga arvutamiseks korrutame võimsust sekundite arvuga, mille jooksul masin töötab. Näiteks kui masin võimsusega 2 HJ töötab 20 min, siis on tehtud töö hulk $20 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 75$, s. o. 180 000 kgm. Tasu makstakse ainult tehtud töö, mitte võimsuse eest.

1. Mitme inimese tööjõu asendab aurukatel, mille võimsus on 6 HJ? 2. Narva kose võimsus on ligikaudu 75 000 HJ. Mitu töömeest suudavad 8-tunnise tööpäeva juures ära teha sama palju tööd kui Narva kosk? 3. Mitu korda on hobuse võimsus inimese võimsusest suurem?



52. joonis. Inimese võimsus = $8 \frac{\text{kgm}}{\text{sek}}$; 1 HJ = $75 \frac{\text{kgm}}{\text{sek}}$.

2. **Energia.** Töötegemisel tuleb ületada takistusi, nagu raskustungi, hõõrdumist, inertsit jne. Ilma takistuste ületamiseta ei ole tööd. Küsime nüüd: missugused kehad võivad teha tööd? Ligemalt tähele pannes näeme, et iga liikuv keha võib teha tööd, nagu aurumasina hooratas masinaid ümber vedades, liikuv vesi ja õhk veskeid käima pannes, jne. Kuid mitte ainult liikuvail kehadel pole võime tööd teha. See võime on ka näiteks ülestõstetud koormusel (kellapommid), kokkukeeratud vedrul (kellavedru), kuumal aurul katlas, lõhkeaineil (püssirohi, dünaamiit) jne. Keha võimet tööd teha nimetatakse keha **energiaks** ehk **jõuks** ja teda mõõdetakse kõige selle töö hulgaga, mida

keha suudab teha. Seega siis on energia kehas oleva töö tagavara.

3. **Energia jäävus.** Töötavaid kehi tähele pannes näeme, et tööd tehes väheneb keha energiatagavara, ta võime edaspidi tööd teha läheb järjest väiksemaks. Nii näiteks heinaniitja kulutab niites oma energiat ja ta peab vahetevahel puhkama, et energiat koguda, samuti ka hobune koorma vedamisel; kellavedru kaotab kellavärgi ümbervedamisel pikkamisi oma pinguloleku ja me peame aeg-ajalt vedru uuesti üles käänama, kui ei taha, et kell jääks seisma, jne.

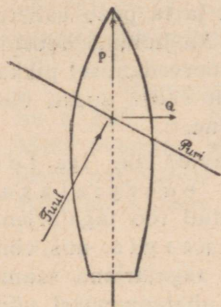
Kas siis töötamisel kulutatud energia hävib? Ei. Iga töö tagajärjena ilmub kuskil uus energiatagavara. Keha liikumapanemiseks ära kulutatud töö tagajärjena saame selle keha hoo ehk liikumis-energia, mis võib teha tööd; keha tõstmiseks kulutatud töö tagajärjena saame ülestõstetud keha energia, sest allalangemisel võib keha teha tööd; hõõrdumise ületamise tagajärjena saame soojus-energiat, jne. Kui võrrelda töötegemisel äratarvitatud energia hulka selle töö hulgaga, mis ilmub töö tagajärjena, siis leiame, et mõlemad need energia hulgad on võrdsed ehk ekvivalentsed, s. o. mõlemate nende energiahulkade arvel saab teha sama palju tööd. Selles seisnebki nn. energia jäävuse seadus.

19. Tuule- ja veejõu kasutamine.

1. **Tuulejõu kasutamine.** Looduse töö jõuallikaks on Päike, kust kiirte kaudu alatasa voolab energiat Maa peale. Päikese maapealseiks tööriistuks on tuul, vesi ja taimed. Tuule- ja veejõu töö looduses on väga suur. Inimene kasutab sellest suurest jõutagavarast ainult väikest osa. Ajalooliselt kõige vanemaks arvatakse tuulejõu kasutamist laevade liikumapanemiseks purjede abil.

Praegusel ajal, hoolimata auru- ja elektrijõu tarvitamisest, kasutatakse tuult kui looduse poolt tasuta antud jõudu paatide, lotjade ja koguni suuremate laevade liikumapanemiseks. Tuulejõu kasutamine toimub purje abil.

Tuul rõhub purje. Purje rõhumine andub edasi lootsikule, teda edasi lükates, osalt külje poole viies. Lootsikul aitavad suunda hoida kiil ja tüür. Purjega saab sõita mitte üksnes päri-, vaid ka osalt vastutuult. Vastutuult sõitmiseks tuleb ristelda, s. o. muuta sõidusuunda nõnda, et tuul puhuks enam-vähem külje pealt.



53. joonis.

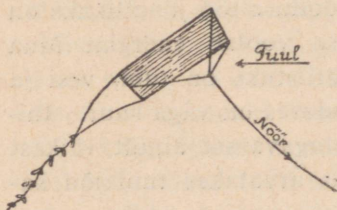
Võrdle purjelaeva aurikuga. Nimeta nende head ja halvad küljed.

Tee 54. joonisel kujutatud paberist lohe ja lase ta tuulega lendu. Mis tõstab lohe üles?

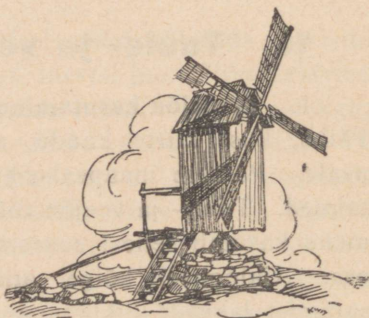
Tuulejõudu tarvitatakse ka tuulikute ümberajamiseks. Kalduasetatud tiibade pinnad kaetakse purjedega, mis tuule rõhumist vastu võtavad ja tiibu pöörlema panevad.

1. Tee endale paberist tuulik ja pane ta käima kas peale puhudes või kiiresti liigutades. 2. Mispärast on meil tuulejõu kasutamine võrdlemisi vähe levinud? 3. Kas oled näinud tuulikuid maal? Kuspool Eestis (kus välismaal) on palju tuulikuid?

2. **Veejõu kasutamine. Vesirattad.** Palju laialdasem tuulejõu kasutamisest on veejõu kasutamine. Ka selle alged ulatuvad kaugesse minevikku, umbes tuhat aastat tagasi.



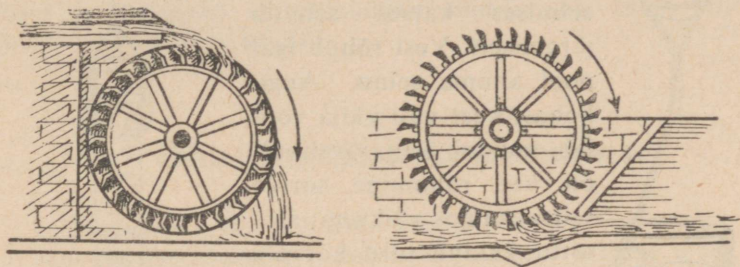
54. joonis. Lohe.



55. joonis. Tuulik Kihelkonnalt.

Vesirattaid on kahte liiki: pealtlöödavad ja altlöödavad (56. joonis). Pealtlöödaval vesirattal langeb ülespaisutatud vesi ülalt ühele poole vesiratta kühv-

leisse, kuna ratta teise poole kühylid on veest tühjad. Kūhvleisse langenud vesi paneb oma raskusega ratta vee-langemise suunas ringi käima. Altlöödava vesiratta paneb ringi käima ratta alt suure hooga vastu kūhvleid voolav vesi. Altlöödavaid vesirattaid on kasulik tarvitada seal,



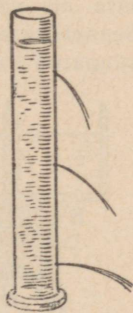
56. joonis. Pealtlöödav ja altlöödav vesiratas.

kus vett rohkesti, kuid vee langemise kõrgus väike. Vastupidisel juhul on pealtlöödav vesiratas kasulik. Vesirattaist põhjalikumat veejõu kasutamist võimaldavad nn. turbiinid.

3. **Vee rõhumine anuma seinale.** Turbiini tegevuse selgitamiseks teeme mõned lihtsad katsed.

1. Kõrges anumask on tehtud küljele avaused. Täidame anuma veega. Vesi hakkab avaustest välja voolama ja seda hoogsamini, mida madalamal veepinna all asetseb avaus. Siit näeme, et ülemised veekihid rõhuvad alumisi, sest muidu poleks alumised joad ülemistest tugevamad. Vee rõhumise anumask tasakaalustab anuma sein. Avause kohal puudub sein ja vesi voolab vabalt välja.

See katse näitab, et vesi rõhub anuma seina seda tugevamini, mida madalamal veepinna all ta asetseb. Seda vee omadust võime kasutada liikumise tekitamiseks, nagu näha järgmisist katseist.



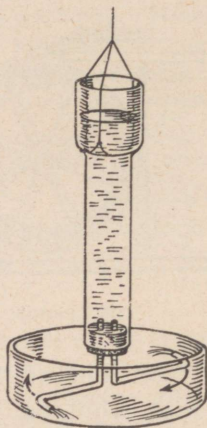
57. joonis. Vee rõhumine seinale oleneb koha sügavusest.

4. **Turbiin.** Ühendame leetri hästi painduva kummitoruga (58. joonis). Paneme toru alumise otsa kinni ja lõikame otsa lähedusse külje sisse augu. Raskuse mõjul ripub toru vertikaalselt alla. Kui aga vett letrisse valada, siis näeme, et toru vee väljavoolamisele vastassuunas kõrvale kaldub.



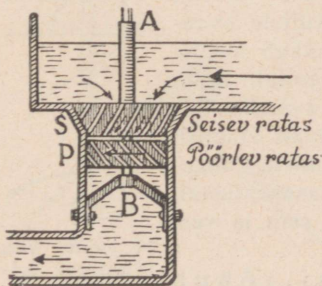
58. joonis.

Toru kõrvalekaldumine eelmises katses seletub järgmiselt. Vesi rõhub igal pool anuma seinu. Augu kohas, kust vesi välja voolab, puudub sein, järelikult on vee rõhumine torule selles suunas väiksem; seetõttu kaldub toru kõrvale suurema rõhumise suunas, s. o. augule otse vastassuunas.



59. joonis.

Valmista endale 59. joonisel kujutatud riist, mis kannab Segneri ratta nime. Materjaliks võta lambisilinder, kork, klaastoru ja niit. Vala silindrisse vett ja lasse alt välja voolata. Kuidas hakkab Segneri ratas pöörlema ja mispärast? Kui toru avatud oleksid suunatud vastupidi, kuidas oleks siis lugu silindri pöörlemisega?



60. joonis. Vesiturbiin.

Segneri ratta põhimõttel on ehitatud tööstuses tarvitatavad vesiturbiinid (60. joonis). Ülespaisutatud vesi juhitakse turbiini, kus ta jaguneb üksikuiks tugevaiks jugadeks ja alt välja voolates paneb turbiini pöörlema. Turbiin võimaldab langeva vee jõudu põhjalikumalt kasutada kui vesirattad. Seepärast tarvitatakse kõigis suuremais ja

paremais tööstusis vesirataste asemel turbiini. Eestis töötavad eriti tugevajõulised turbiinid (1200 HJ) Narva ko-

sele ehitatud vabrikuis. Vee langemine on siin keskmiselt 8,5 m.

Peale vesiturbiinide tarvitatakse veel aurturbiine. Siin paneb turbiini pöörlema turbiinist väljavoolav aur.

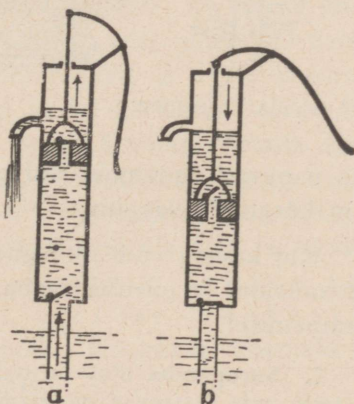
Eesti jõgede veejõudu hinnatakse kogusummas 170 000 HJ, sellest on praegusel ajal kasutatav ümmarguselt 25 000 HJ. Mitu % on veel kasutamata?

20. Õhurõhumise kasutamine.

1. Tuleta meelde, kui palju kaalub 1 liiter, 1 m³ õhku. Kui suur on õhurõhumine 1 cm²-lisele pinnale? Millega mõõdame õhurõhumist? Kui kõrge elavhõbedasamba hoiab ülal õhurõhumine? kui kõrge vee-samba? Missugust kasutamist leiab baromeeter?

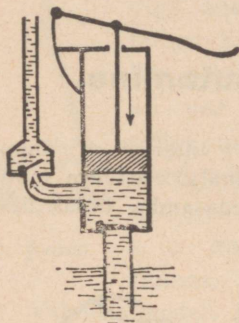
Võta otstest lahtine klaastoru, pista üks ots vette ja teisest ime suuga õhku välja. Vesi tõuseb mööda toru üles. Mispärast?

Õhurõhumine leiab laialdast kasutamist mitmesugustes pumpades. Vee väljavõtmiseks kaevust tarvitatakse nn. **imemispumpa**. Selle ehitus ja töötamine selgub 61. jooniselt. Ümmarguses torus liigub tihedalt edasi-tagasi **kolb** ehk **pumbakann**. Kannu sees on auk, mille katab kinni **klapp**. Allpool kannu on teine klapp. Mõlemad klapid võivad lahti käia ainult ühele poole, nimelt vee liikumise suunas. Kannu üles tõstes (61. joonis, a) läheb pealmine klapp kinni ja õhurõhumise mõjul tungib vesi alumise

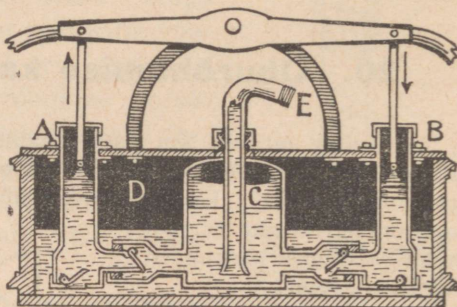


61. joonis. Imemispump.

klapi vahelt kannule järele. Vesi, mis oli kannu peal, voolab tõstmisel torust välja. Kannu allavajutamisel (61. joonis, *b*) läheb alumine klapp kinni, ülemine aga lahti ja vesi tõuseb kannu peale, jne. Vesi kannu all tõuseb ainult õhurõhumise mõjul. Õhurõhumine aga suudab hoida ülal umbes 10 m kõrgust veesammast. Seepärast siis ei või ülemise klapi kaugus veepinnast olla üle 10 m. Harilikult



62. joonis. Surupump.



63. joonis. Tulekustutamispriit.

aga panevad kaevumeistrid veepumba ülemise kannu 7—8 m kõrgusele veepinnast.

Kui kaugel võib olla imemispumba kann elavhõbeda, petrooleumi ja piirituse vabast pinnast nende vedelikkude pumpamisel?

2. **Surupumba** abil surutakse vesi reservuaaridesse (anumaisse), mis asetsevad pumpamiskohast kõrgemal ja kaugemal. Nagu 62. jooniselt näha, on surupumba ehitus ja töötamisviis sarnane imemispumba ehituse ja töötamisviisiga, ainult kann on ilma klapita.

Kuidas on ehitatud ja töötab putkest priit? Kuidas töötab silmapriit?

3. **Tulekustutamispriit** on kahe surupumba ühendus (63. joonis). Tema abil imevad mõlemad pumbad ühisest reservuaarist vett ja suruvad ta anumasse C, sealt toru E kaudu välja. Anumas C olev õhk teeb surumise ühtlaseks.

4. **Lõõts** pole muud midagi kui õhu-surupump. Teda tarvitatakse tugeva õhuvoolu saamiseks sepikojas, mesilas jne. Lõõts (64. joonis) koosneb kahest liikuvast lauast, mis nahaga ühendatud. Torust *a* voolab õhk välja; klapi *k* kaudu, mis sissepoole avatud, tungib õhk lõõtsa sisse. Laudu laiali tõmmates avaneb klapp ja lõõts läheb õhku täis; lauade kokkulükkamisel sulgub klapp ja õhk surutakse torust välja.



64. joonis. Lõõts.

Selgita, kuidas on ehitatud ja töötab jalgrattapump. Tuleta meelde, kuidas toimub meie hingamine.

21. Archimedese seadus.

1. Laseme kukkuda vette puutüki. Ta liigub langeshooga esiti vee alla, pärast aga ujub pinnale. Samuti suplemisel end õhku täis tõmmanud ja vette laskunud, langeme esialgu põhja, kuid varsti kerkime üles pinnale. Rasked laevad püsivad vee peal. Kuidas seletada sääraseid nähtusi? Mis tasakaalustab vees ujuvate kehade raskust? Kui hoiame käes kivi, siis teame, et käe lihastetung rõhub kivi alt üles ja tasakaalustab ta raskust. Vees ujuvate kehade raskust peab järelikult vesi ise tasakaalustama, sest teist tuge siin pole. Küsimuse lähemaks selgitamiseks teeme järgmise katse.

Riputame vedrukaalu otsa kivi, mis kaalub näiteks 2,5 kg (65. joonis). Nüüd laseme kivi kaalu otsas rippudes vette. Kaal näitab vähem — ainult 1,5 kg. Vees on kivi 1 kg võrra kergemaks jäänud, s. o. vesi rõhub seda kivi alt üles 1 kg tugevuselt. Sääraseid katseid ka teiste kehadega tehes näeme, et iga keha on vees kaaludes kergem, keha nagu kaotaks vees kaaludes osa oma kaalust.

Lähemad tähelepanekud näitavad, et keha kaalu kaotus vees võrdub keha poolt välja-

surutud vee kaaluga. Seda pole raske kindlaks teha katse teel. Täidame anuma ääreni veega ja laseme katses tarvitatud kivi ettevaatlikult sinna sisse. Osa vett voolab nüüd üle anuma ääre välja. Kui palju nimelt?

Kogume ülevoolanud vee kokku ja kaalume ära. Selgub, et see kaalub just 1 kg, tähendab sama palju, kui palju kaotas kivi oma kaalust vees kaalumisel.

Mitte ainult vesi ei rõhu temasse asetatud kehi alt üles, vaid sama omadus on ka kõigil teistel vedelikel, näiteks petrooleumil, piiritusel, elavhõbedal jne. Seepärast võime leitud korrapärasuse kõigi vedelikkude üldise omadusena sõnastada järgmiselt: iga vedelikku asetatud keha kaotab oma kaalust nii palju, kui palju kaalub vedelik selle keha ruumala suurus. Keha kaalukaotuse põhjuseks on vedeliku **altrõhk** keha, mis võrdub vedeliku kaaluga selle keha ruumala suurus.



65. joonis.

Käsiteldud vedelikkude omaduse ehk seaduse avastas kreeklane Archimedes, mis pärast seda seadust nimetataksegi tema nime järgi **Archimedese seaduseks**.

Kuidas Archimedes altrõhu seaduse olevat avastanud, selle kohta räägitakse: Sürakuusa kuningas Hiero teinud Archimedesele ülesandeks järele uurida, kas tellitud kuldkroon on tõepoolest puhtast kullast. Kord vannis olles pannud Archimedes tähele, et vesi rõhub teda alt ülespoole. Selle nähtuse üle lähemalt järele mõteldes leiutanud Archimedes viisi, kuidas kuninga antud ülesannet lahendada. Archimedes olevat sellest leiutusest sedavõrd rõõmsaks saanud, et koguni riietumata mööda tänavat koju joosnud, seejuures kõvasti hüüdes „heureka, heureka!“, see tähendab: leiutasin!

2. **Ujumine.** Archimedese seadus võimaldab meil seletada ujumise nähtust. Raskus tõmbab iga keha alla-

poole, põhja, vee rõhumine (altrõhk) surub aga keha alt üles. Kas keha vees põhja vajub või pinnale ujub, oleneb sellest, kumb on suurem: kas keha raskus või altrõhk. Kui keha raskus on suurem kui vee kaal keha ruumala suuruses (altrõhk), langeb keha põhja, näiteks kivi, raud, tina jne. On aga raskus väiksem vee kaalust keha ruumala suuruses, ujub see keha pinnale, näiteks kuiv puu, kork, jää jne. Vahel võrdub raskus altrõhuga, — siis on keha vees tasakaalus igas kohas, näiteks vettinud puu.

Kõiki neid kolme juhtu on kerge tähele panna kanamuna abil. Värske muna vajub vees põhja. Muudame vee erikaalu, lisandades soola, — muna seisab igas kohas tasakaalus. Lisandame veel soola — muna kerkib pinnale, ujub.

Kui keha ujub pinnal, siis väljatõrjutud vee raskus (allpool veepinda oleva keha osa ruumala suuruses) võrdub alati ujuva keha kogu raskusega. Seepärast, mida tugevamini on koormatud laev (paat), seda sügavamalt istub ta vees. See on vajaline suurema altrõhu saamiseks.

Nüüd selgub, mispärast määratu rasked rauast laevad kõigi masinate ja koormaga püsivad veepinnal ja ei lange põhja. Laevad oma suure kerega suruvad välja suure hulga vett. Iga kuupmeeter väljasurutud vett kaalub 1 tonn. On väljasurutud vee hulk näiteks 1000 kuupmeetrit, siis võrdub vee altrõhk 1000 tonniga ja laev ühes kogu laadungiga kaalub samuti 1000 tonni.

Laeva suurust hinnatakse tonnides. Kuid laevatonn ei tähenda meetermõõdustiku tonni. Laevatonn on 100 inglise kuupjalga ehk 2,8 kuupmeetrit. Kui näiteks laev surub välja 280 kuupmeetrit vett, siis on selle laeva suurus 100 tonni.

1. Raud ja seatina ujuvad elavhõbedas. Mispärast? 2. Kus seisab laeva kere sügavamal vees: kas jões või meres? 3. Seleta, kuidas kalad vees tõusevad üles pinnale ja laskuvad põhja. 4. Neljakandiline puutükk on 20 cm pikk, 10 cm lai ning 4 cm paks ja kaalub 600 g. Kui sügavalt seisab ta vees? 5. Kui

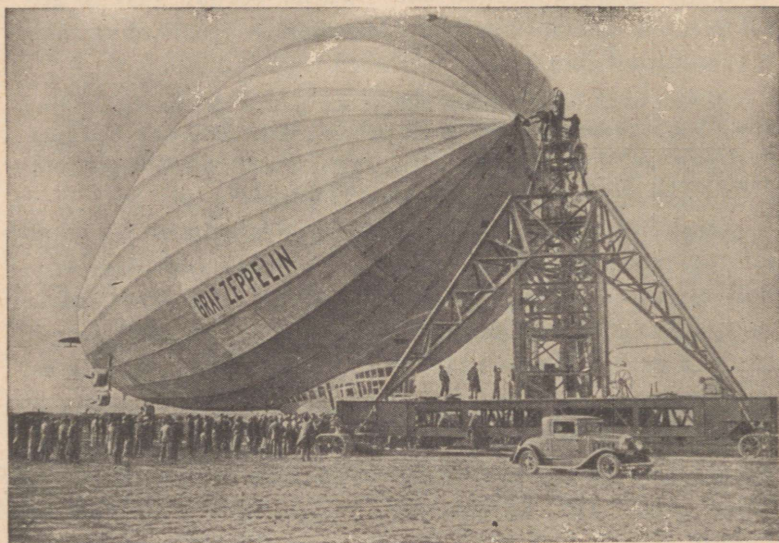
palju kaalub 50-kg-ne kivi vees, kui selle erikaal on $2,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$?

6. Jää keskmine erikaal on umbes $0,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Kui suur osa vees ujuva jäätüki ruumalast on allpool ja kui suur osa pealpool veepinda?

7. Kui suure osa oma ruumalast vajuks sisse inimene ujudes elavhõbedas?

8. Kui palju kaalub lootsik, mis surub välja 120 kg vett?

3. Archimedese seadus gaasides. Vesi rõhub alt üles iga keha, mis temasse asetatud. Ka õhul on omadus



66. joonis. „Graf Zeppelin“ „ankrus“ Lakehursti lennuväljal Kalifornias lehekuus 1930.

kõiki temas olevaid kehi alt ülespoole rõhuda. Seetõttu püsivad õhus seebimullid, õhukese kelmega kerge gaasiga täidetud kummipallid ja koguni määratu suured õhulaevad — tsepeliinid. Et aga õhk on 770 korda veest kergem, siis loomulikult on samades tingimustes ka õhu altrõhk sama palju kordi väiksem. Üldse aga on Archimedese seadus täiel määral kehtiv ka gaaside kohta, s. o. iga keha kaotab õhus (gaasis) oma kaalust nii palju,

kui palju kaalub õhk (gaas) selle keha ruumala suuruses.

Me teame, et üks liiter õhku kaalub **1,3 grammi**. Seepärast keha, mille ruumala on 1 dm^3 (liiter), kaotab õhus oma kaalust 1,3 grammi; keha, mille ruumala on 1 m^3 , kaotab $1000 \cdot 1,3$ grammi ehk 1,3 kg, jne. Siit näeme, et asjade kaalu kaotus õhus on võrdlemisi väike. Kui tahame saada suurt altrõhku õhus, peame andma kehale hästi suure ruumala. Seepärast tehakse tsepeliinid väga suure ruumalaga (66. joonis). Õhk hoiab tsepeliini ülal, kuid liikuma paneb teda kiiresti pöörlev propeller (67. joonis).

1. 66. joonisel kujutatud tsepeliini ruumala on $105\,000 \text{ m}^3$. Kui suur on ta altrõhk maapinna läheduses? Palju kaalub see tsepeliin ühes koor-maga?

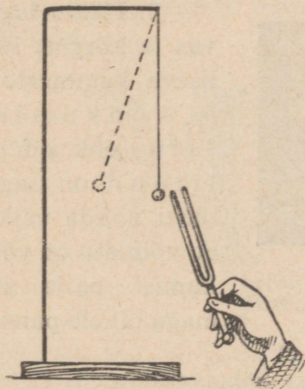
2. Kui suur on õhu altrõhk keskmise suurusega inimese kehale?



67. joonis.
Propeller.

22. Hääle tekkimine.

1. **Häälennähtused.** Lind laulab, kell heliseb, mets mühiseb, meri kohiseb, kannel kõliseb, püss paugub, piits plaksub jne. Niimeta veel mõned häälennähtused. Häälennähtusi võtame vastu ja õpime tundma kõrvabül. Kõrv on inimese kuulmisorgan.



68. joonis. Helihark.

Hääli, millel muusikaline kõla, nagu viiuli, kandle, pasuna, laulja, ööbiku jne. hääl, nimetame helideks ehk toonideks. Muusika teeb tegemist ainult helidega. Helile vastandiks on müra, kära, mürin, kohin, krõbin jne. Siin pole võimalik tabada ühtegi kindlat, pikemat aega vältavat selget tooni.

2. **Hääle tekkimine.** Pane tähele helisevaid kandle- või viiulikeeli. Hõlpsamaks keelte jälgimiseks pane väikesed paberiraasukesed („ratsanikud“) helisevate kandle- või viiulikeelte peale ja vaata, mis siis juhtub.

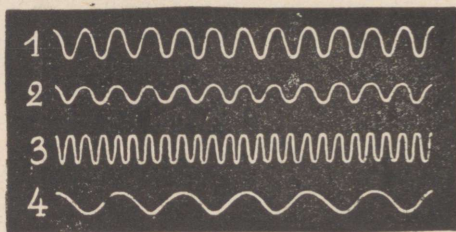
Pane helihark (kammertoon) tugevasti helisema ja puuduta temaga veepinda, kergeid asju jne. (68. joonis). Mida paned tähele?

See peenikese nõõri või tugeva niidi üks ots seina (aknankonsu) külge, teisest otsast tõmba käega nõõr pingule. Pane sedaviisi saadud „keel“ võnkuma. Kuidas saada kõrgemat häält?

Kõik tähelepanekud ja katsed näitavad, et iga häält tegev keha on erisuguses kiires edasi-tagasi liikumises, mida nimetame **võnkliikumiseks**.

Hääletekitajaks on mõni võnkuv keha. Ka hääle edasiandmine võib toimuda ainult mõnesuguse ainelise keskkonna, näiteks õhu, vee jne. kaudu. Harilikult seob helisevat keha kuulaja kõrvaga õhk. Kui aga heliseva keha ümber puudub õhk, siis me seda keha ei kuule. Tühjas ruumis häält ei ole.

1. Kas Kuu peal tekkinud plahvatus on Maa peal kuulda?
2. Kõrge mäe otsas kuulduv püssipauk nõrgemana kui all orus. Mispärast?



69. joonis. Kammertooni võnkumise jäljed tugeva (1), nõrga (2), kõrge (3) ja madala (4) hääle puhul.

3. **Hääle tugevus ja kõrgus.** Heliseva kammertooni võnkumise laius ehk amplituud on sagedasti nõnda väike, et võimatu on võnkumist palja silmaga tähele panna.

Kammertooni harude võnkumise nähtavakstegemiseks võtame nõõpnõela ja kinnitame ta kirjalaki abil kammertooni haru otsa külge. Paneme kammertooni helisema ja tõmbame

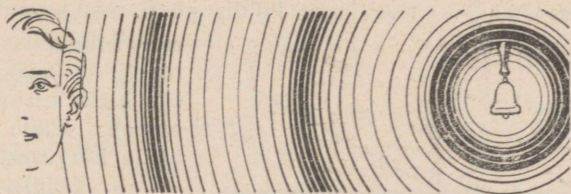
nööpnõela otsaga mööda nõetatud klaasi. Saame jäljena lainelise joone (69. joonis), mis kujutab kammertooni võnkumist. Selle joone põhjal võime otsustada võnkumise iseloomu kui ka amplituudi suuruse üle.

Mida tugevamini heliseb kammerton, seda suurem on ta amplituud. Heli nõrgenedes väheneb amplituud. Täheandab, hääle tugevus oleneb heliseva keha võnkumise amplituudist ja suureneb viimase suurenemisega. Helisevast kehast kaugemale minnes väheneb hääle tugevus, järelikult ka võnkumise amplituud.

69. joonise lainelised jooned 1 ja 2 kujutavad sama kammertooni võnkumise jälgi, kuna aga 3. joon on saadud oktaav kõrgemat ja 4. joon oktaav madalamat tooni andva kammertoniga. Kuidas muutub võnkude arv hääle kõrgusega? Põhitooniks, millele võrreldakse teisi toone, on võetud la ehk a, millele vastab 435 võnku sekundis (viilikeel A).

23. Hääle levimine.

1. Häälelained. Kivi langeb vaiksesse vette. Mida võid panna tähele pinnal? Kuidas levivad lained lange-miskohast?



70. joonis. Häälelained.

Iga helisev keha on kiires võnkliikumises. Keha võnkumine andub edasi ka ümberolevale õhule, teda võnkuma pannes. Õhus tekivad häälelained (70. joonis); nad

levivad ümber heliseva keha igale poole ja tungivad kuulaja kõrva.

Kirikukella hääl on vaikse ilmaga igale poole ühteviisi kuulda. Mida võime järeldada sellest?

2. **Hääle kiirus.** Kui tükk maad eemal olevat puuraiujat tähele panna, siis näeme, et kirvehoobi hääl kuulduv alati natuke aega pärast seda, kui hoop käis. Kuidas seda seletada?

Häälelained tarvitavad oma edasiliikumiseks aega, samuti kui veelained edasiliikumiseks veepinnal. Mõõtmised näitavad, et hääle levimiskiirus õhus on $332 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ ehk $\frac{1}{3} \frac{\text{km}}{\text{sek}}$, s. o. hääl tungib edasi õhus igas sekundis 332 meetrit.

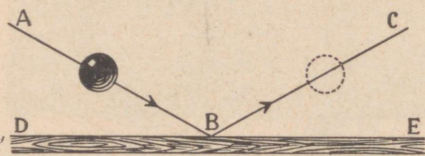
Ülaltoodud hääle levimiskiirus õhus on õige 0°C juures. Temperatuuri tõusmisega suureneb hääle kiirus. Hääle levimiskiirus vedelais ja kõvades kehaes on märksa suurem kui õhus. Nii näiteks on hääle kiirus vees $1450 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$, rauas $5100 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$, klaasis $5600 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ ja kuusepuus $5200 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.

1. Kui palju levib hääl õhus 3; 6; 10 sek. jooksul? 2. Valguse kiirus on $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{sek}}$. Võrdle seda hääle kiirusega. 3. Katsu mõõta hääle kiirust. Kaks vaatlejat asugu teineteisest 1 km kaugusele. Hääle ja valguse tekitajaks võib kasutada paukrevolvrit. 4. Mitu korda levib hääl vees (rauas, klaasis) kiiremini kui õhus? 5. Kui kaugel on pikne, kui müristamine kuulduv 6 sek. pärast välgulöömist? 6. Välg sähvatas 6 km kaugusel. Millal kuulduv müristamine? 7. Püssikuuli kiirus on umbes $500 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Kas jänes kuulis püssi pauku, mille kuul

teda silmapilkselt surmas? 8. Kuidas mõjub tuul hääle kiirusse? Kas oleneb hääle kiirus hääle kõrgusest?

3. **Hääle peegeldumine. Kaja.** Vastu põrandat visatud kummipall põrkab ta-

71. joonis. Kummipalli tagasipõrkamine.

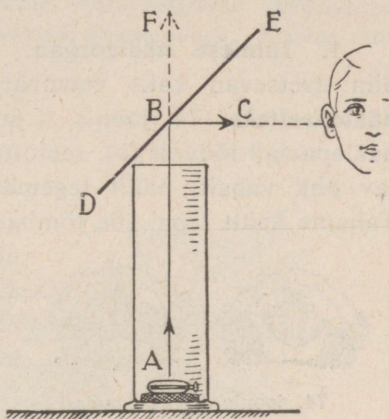


gasi teatud suunas (71. joon.). Katsu järeldada katseist, missugune on palli tagasipõrkamise suund palli põrandale

langemise suunaga võrreldes. Kuidas toimub tagasipõrkamine tennis-, koroona- ja piljardimängus?

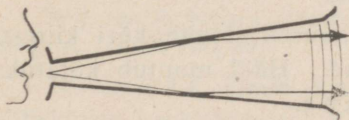
Metsa huigates kostab meie oma hääl meile sealt vastu. Mida järeldame sellest? Tuleta meelde juhtumeid, kus hääl kuulub hoopis teisest küljest, kui ta tekkimiskoht.

Hääle levimissuuna muutmist võime kergesti tähele panna järgmises katses. Asetame lauale taskukella ja katame ta kõrge toruga (72. joon.). Kella tiksumise hääl tungib vabalt üles suunas AF. Rõhtsuunas eemal pole tiksumist kuulda. Asetame anuma avause kohale joonisel kujutatud viisil mõne tasase sileda pinna, näiteks raamatu, tahvli, lauatüki; nimetame selle peegliks (DE). Nüüd võime kuulda tiksumist ka anumast eemal rõhtsuunas BC.



72. joonis. Hääle peegeldumine.

3. Häälelained, põrgates vastu peeglit DE, muudavad oma levimissuunda ehk peegelduvad. Katsed näitavad, et hääle tagasipõrkamine ehk peegeldumine toimub samal viisil kui kummipalligi puhul, s. o. langemissuund ja peegeldumissuund moodustavad peegli tasapinnaga võrdsed nurgad ($\widehat{ABD} = \widehat{CBE}$).



73. joonis. Kõnetoru.

Siit selgub, et kaja pole muud midagi kui peegeldunud hääl. Hääle peegeldumisel põhineb ka kõne- ja kuuldetorude tarvitamine (73. joonis).

Märkus. Esimese katse korraldamisel võib kasutada ajalehepaberist kokkukeeratud toru. Et hääl mööda lauda edasi

ei tungiks, on soovitatav kella alla panna tükk vatti või pehmet riidet.

1. Kui kaugel on mets, kui kaja kuuldub 4 sek. pärast?

2. Mets on 1,3 km kaugusel. Mitme sekundi pärast kuuldub kaja?

24. Inimese hääl ja kuulmine.

1. **Inimese hääleorgan.** Inimese hääl tekib kõris. Siin asetsevad kaks vetruvat lihast, mida nimetatakse **häälepaelteks** (74. joonis, *a* ja *b*). Harilikus olekus on häälepaelad lõdvalt (*b*), seetõttu läheb sisse- ja väljahingata-
v õhk vabalt, häält tegemata häälepaelte vahelt läbi. Tahame häält teha, siis tõmbame häälepaelad pingule (*a*),



74. joonis. Häälepaelad.

nõnda et nende vahele jääb ainult kitsas pilu, mille vahelt õhk läheb läbi ja paneb häälepaelad võnkuma. Häälepaelte võnkumine andub edasi lisatorus, s. o. ninas, suus

ja kurgus, hingelõõris ning rinnakastis olevale õhule, ka seda võnkuma pannes, ja tekitab nõndaviisi hääle. Hääle kõrgus oleneb häälepaelte ehitusest (pikkus, laius, paksus) ja pingulolekust, osalt ka sellest, kui tugevasti õhk häälepaelte vahelt läbi voolab. Hääle kõla oleneb sellest, kui suurel määral rinnakastis, hingelõõris ja lisatorus olev õhk heliseb kaasa häälepaeltest tekitatud põhitoonile. Et igal inimesel hääleorganid on erisugused, sellest tulebki, et igal inimesel on erisugune häälekõla.

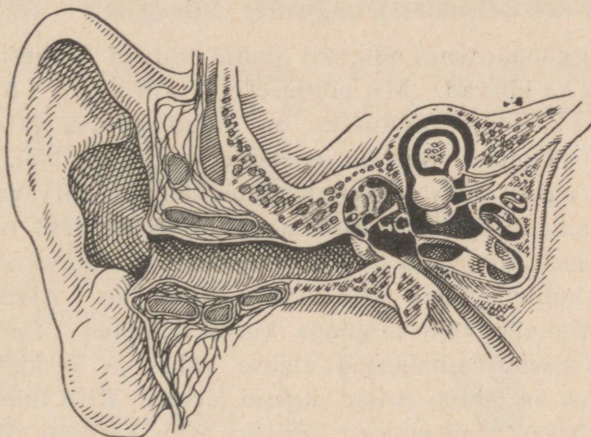
Noortel 13 kuni 15 a. vanuses areneb kõri kiiresti. Häälepaelad on sel ajal õrnad. Hääl muutub kõlatuks. See on nn. h ä ä l e m u r d e - a e g.

Tuleb hoiduda häälepaelte liigest pingutusest. Muidu võivad nad haigestuda. Halvasti mõjub ka kõnelemine, eriti laulmine külmas õhus.

Kust see tuleb, et külmetumise tagajärjel hääl läheb ära?

2. **Kõrv ja kuulmine.** Inimese kuulmisorganiks on kõrv. Kõrv koosneb kolmest osast: välis-, kesk- ja sisekõrvast. Väliskõrva moodustab kõrvaleht ühes kuulmekäiguga.

Mis ülesanne on kõrvalehel? Suru kuulates kõrvalehed vastu pead. Pööra nad ettepoole. Hoiä peopesad kõrvalehtede kõrval. Kata kuulmekäigu avaused peopesadega. Kuidas muutub hääle tugevus?



75. joonis. Kõrva läbilõik.

Kuulmekäigu seintes asetsevate näärmete poolt eritav kõrvavaik ja käigu algul olevad karvakesed takistavad tolmu tungimist sügavamale kuulmekäiku.

Sule suu ja pigista sõrmedega nina kinni. Tee katset välja hingata. Mida tunned?

Kuulmekäik lõpeb kuulmena h a g a, mis lahutab väliskõrva keskkõrvast. Keskkõrv on torukese abil kurguga ühendatud. Selle tõttu võrdub õhurõhumine keskkõrvas õhu välisrõhumisega. Nohu korral on toruke sagedasti kinni (ummistunud). Siis kuuleme halvemini. Valjude paukude puhul tuleb suu lahti hoida. Mispärast?

Keskkõrvale järgneb keerulise ehitusega sisekõrv. See on täidetud kuulmevedelikuga, milles lõpeb kuulme-erik. Sisekõrva ühendavad kuulmenahaga keskkõrvas asetsevad kuulmeluukesed.

Häälelained tungivad väliskõrva kaudu kuulmenahani ja panevad ta võnkuma. Kuulmeluukesed annavad kuulmenaha võnkumisi edasi sisekõrva vedelikule. Selle laineline liikumine ärritab kuulme-ergu otsakesi. Kuulmerk annab ärrituse edasi peaaajule, ja me kuuleme häält.

Kurgunäärmete põletiku puhul võivad kergesti haigestuda ka kõrvad. Mis põhjusel? Tekib keskkõrva-põletik, mille tunnuseks on valud kõrvas ja kõrva „lukku“-jäamine. Siin on otsekohe vajalik arstiabi. Õrna ehituse pärast võib oskamatu ümberkäimine kõrvaga tuua parandamatu kahju. Põletiku puhul keskkõrvas tekkiva mäda laseb arst välja läbi kuulmenahasse tehtava avause. Kõrva kuulmisvõime selle tagajärjel ei kao. Alles sisekõrva rikkeile võib järgneda kurdiksjäamine. Enamasti saavad sisekõrva-haigused alguse välis- ja keskkõrvast. Seepärast on tähtis, et nad oleksid terved. Eriti tuleb hoiduda kõrvas urgitsemisest, millega võib kergesti rikkuda kuulmenahka.

25. Valgusnähtused. Valguse levimine.

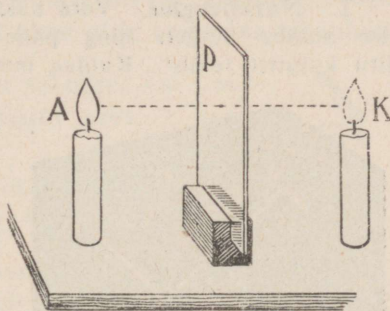
Meie soojuse algallikaks on Päike. Sedasama võime ütelda ka valguse kohta. Päikesest voolab alalõpmata valgust igale poole maailmaruumi laiali. Ainult väike osa sellest langeb maapinnale. Samuti kui hääl, levib valgus kiirtena sirgjooneliselt. Kuid valguse levimiskiirus ($300\,000 \frac{\text{km}}{\text{sek}}$) on häälega võrreldes väga suur. Maapealseid kaugusi arvestades võime ütelda, et valgus levib silmapilkselt. Hääle levimine toimub õhu või mõne teise keha kaudu. Tühjas ruumis

häält ei ole. Valgus tungib ka läbi tühja maailmaruumi, sest me näeme Päikest, Kuud, tähti.

1. Mispärast ei näe me asju ümber nurga? 2. Mitu korda on valguse kiirus hääle kiirusest suurem? 3. Mitu korda jõuaks valgus ühes sekundis mööda ekvaatorit ümber Maa käia? 4. Kui kaua liigub valguskiir Päikesest Maani (149 500 000 km)? 5. Milliseid valgus-allikaid kasutatakse meil?

26. Valguse peegeldumisenähtusi.

1. Asja kujutis peeglis. Oleme sagedasti vaadelnud end peeglis. Meile näib, et peegli taga asub samasuguse näoga inimene kui meie ise, ja me näeme teda. Nagu häälekiired metsast või mäekünkalt tagasi pörkavad ja me kuuleme oma häält kaja näol, samuti pörkavad ka meie näost minevad valguskiired peeglist tagasi ja annavad meile kujutise, mis näilikult asetseb peegli taga. Meie silm aga ei suuda teha vahet, kas tulevad kiired mõnest esemest või ainult näivad tulevat nagu sellest esemest, tülles tõepoolest eseme kujutisest.



76. joonis. Kütünlä kujutis peeglis.

Võta tükk peegliklaasi ja hoiä selle ees mõnd eset (pliiats, puupulk). Vaata selle eseme kujutist peeglis. Kuidas muutub kujutise kaugus peeglist eseme kauguse muutudes? Kui ese püsib peegli suhtes paigal, kas püsib paigal ka kujutis? Misugune on kujutise suurus võrreldes esemega? Vasta sama küsimus kauguse kohta peeglist. Anna otseste vaatluste põhjal reegel (juhise) kujutise asukoha määramiseks.

Võta 2 ühesugust küünalt ja tükk klaasi. Pane üks küünal põlema klaasi ette (76. joonis). Teine, mittepõlev küünal

aseta teispoole klaasi hästi esimese kujutise kohale. Nüüd mõõda mõlemate küünalde kaugus klaasist. Mida paned tähele?

Katsete tulemusi kokku võttes järeldame: iga valgustatud ese annab tasapeeglis kujutise, mis asetseb otse **peegli taga samal kaugusel** kui ese ise peegli ees.

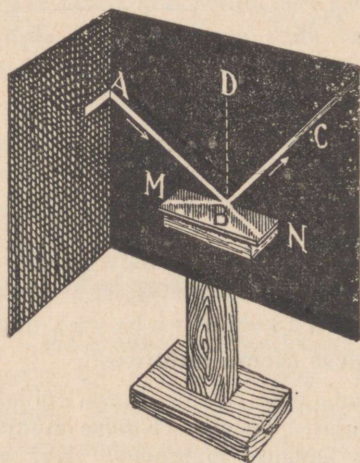
Vaatle oma parema käe kujutist peeglis ja võrdle teda käe endaga. Katsu mõttes paigutada parem käsi ta kujutise asemele. Kas on see võimalik? Võrdle pahemat kätt parema käe kujutisega.

Kuidas saab otsustada peegliklaasi paksuse üle?

Kas oled pannud tähele pilvede (Päikese, Kuu) kujutist vaiksel veepinnal (järv, jõgi, meri)? Kus asetsevad need kujutised?

2. Nurkpeeglid. Võta kaks peeglit ja asetada nad teineteise suhtes nurgeti ning pane mingi ese nende vahele. Mitu kujutist tekib? Kuidas muutub kujutiste arv peeglitevahelise nurga vähenedes?

Kui palju kujutisi annavad rööpselt asetatud peeglid? Määra joonise abil kujutiste arv nurkpeeglis ja kontrolli katsetega.



Katsed nurkpeeglitega näitavad, et kujutisi peeglis ei anna üksnes esemed, vaid ka esemete kujutised, kui nad asetsevad peegli ees.

Kuidas on võimalik peegli abil näha ennast seljast ja küljelt? Kuidas toimivad siin rätsepad?

77. joonis. Valguskiire peegeldumine.

3. Valguskiire peegeldumisseadused. Eraldame valgusallika (Päike, tugev lambileek) kiirtest kimbu AB ja juhime ta peeglile MN (77. joonis). Kiired langevad

peeglile punktis B ja peegelduvad siis suunas BC. Nimetame kiire AB langevaks, kiire BC peegeldunud kiireks. Kinnitame peegli äärelle risti peegluga peenikese varda või õlekõrre BD. Nimetame nurka langeva kiire (AB) ja ristjoone (BD) vahel langemisnurgaks (ABD); nurka peegeldunud kiire (BC) ja ristjoone vahel nimetame peegeldumisnurgaks (CBD). Langemisnurga suurust muutes muutub ka peegeldumisnurk. Kuidas?

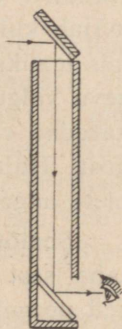
Sedaviisi peegeldumisnähtusi lähemalt tähele pannes näeme, et peegeldumisel on kehtivad järgmised korrapärasused ehk seadused:

1. langemisnurk võrdub peegeldumisnurgaga;
2. langev kiir, peegeldunud kiir ja ristjoon peeglile langemispunktis asetsevad ühes ning sessamas tasapinnas.

Kuidas peegelduks kiir sel juhul, kui 2. seadus ei oleks kehtiv? Selgita seda 3 varda (pliiatsi) abil.

Seleta, kuidas töötab 78. joonisel kujutatud riist — **periskoop**, millega allveelaeval vaadeldakse, mis pealvee toimub. Kuidas on peeglite abil võimalik näha ümber nurga?

1. Kui kiir langeb peeglile risti, mis suunas ta siis peegeldub? 2. Laseme kiirel langeda peeglile peegeldunud kiire suunas. Mis suunas ta siis peegeldub? 3. Leida peegeldumisnurk, kui langemisnurk on 15° ; 45° ; 60° ; 85° . Kui suure nurga moodustab sel juhul peegeldunud kiir peegluga? 4. Päike asetseb kirdes 5° horisondist kõrgemal. Mis suunas lähevad vaikesest järvepinnast peegeldunud kiired? Kui suur on nende peegeldumisnurk? 5. Missugused on oma suuruselt hääle peegeldumisel häälekiirte langemis- ja peegeldumisnurgad?



78. joonis.
Periskoop.

4. **Nõgus- ja kumerpeeglid.** Kujutisi saame peegeldumisel mitte üksnes tasa-, vaid ka kõverpeegleist, näiteks lusika põhi, hõbetatud klaasist jõulupuumuna, nikeldatud karbikaas jne. On peegelpinnaks sisemine ehk nõgus pind, siis nimetame säärast peeglit nõgusaks; kui aga peegelpinnaks on väline ehk kumer pind, siis nimetame säärast peeglit kumerpeegliks.

Lase langeda kumer- või nõguspeeglile päikesekiiri ja vaatle, kuidas nad peegelduvad.

Nõguspeegleid tarvitatakse igapäevases elus valguse juhtimiseks sinna, kus just vaja. Näiteks köögilambil on leegi taga nõguspeegli-taoline plekitükk, mis leegi taha seinale langetava valguse juhib ettepoole. Samuti veduri- ja autotuled paigutatakse nõguspeegli ette, et valgust juhtida just teele.

Suuri nõguspeegleid, mida tarvitatakse valguse juhtimiseks kauge maa peale, nimetatakse helgiheitjaks ehk projektoreiks. Neid kasutatakse tuletornides, laevadel, sõjaväes jne.

1. Tekita nõgusa peegli abil küünla kujutis ja vaata, misugune ta on. Kuidas muutub kujutis eseme kauguse muutudes peeglist? 2. Missugused kujutised saame kumerpeegli abil?

5. **Valguse hajumine.** Harilikult ei ole kehade pind mitte sile, vaid kare. Kare pind koosneb üksikuist väga väikesist tasaseist pinnaosakesist. Iga väike pinnaosake mõjub kui peegel. Et need peeglikesed on asetatud ruumis igauks eri suunas, siis peegeldavad nad ka neile langetava valguse igale poole laiali. Seepärast ei anna meile karedad esemed mingisugust kujutist, vaid **hajutavad** valgust. Hajunud valgus võimaldab meile ümberolevate esemete nägemist.

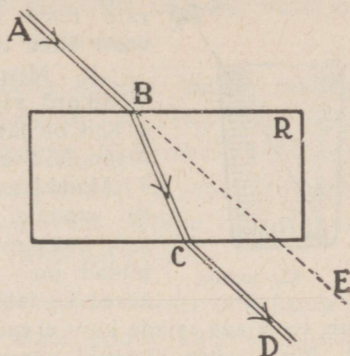
Seetõttu on meil valge ka siis, kui päike läheb pilve taha, sest õhu ja temas oleva vee-auru ning tolmu osakesed peegeldavad valguse igale poole laiali.

Mispärast on meil päeval toas valge, kuigi päike otseselt tupa ei paista?

27. Valguse murdumisnähtusi.

1. Asetame 79. joonisel kujutatud riistas kiirtekimbu teele paksu klaasplaadi. Klaas on läbipaistev keha. Kiirtekimp AB tungib plaati, seejuures ta muudab oma suunda ehk **murdub**. Klaasist välja õhku tulles muu-

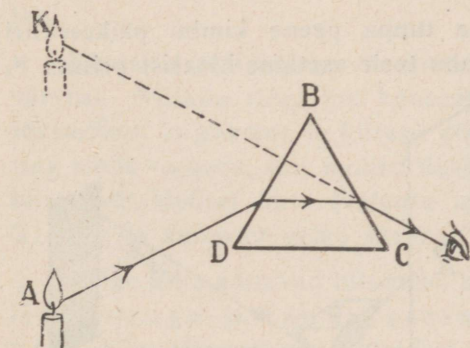
dab kiirtekimp jällegi oma suunda ja läheb suunas CD. Seega on murdumise tõttu kiirtekimp AB oma esialgsest suunast (AE) kõrvale kaldunud. Muuda nurka, mille all langevad kiired plaadile, ja vaatele, kuidas oleneb sellest kõrvalekaldumine murdumisel?



79. joonis. Kiirte murdumine klaasplaadis.

Lähemad tähelepanekud näitavad, et valguskiir, minnes hõredamast keskkonnast tihedamasse (õhust klaasi), läheneb langemispunktiis tõmmatud ristjoonele; tihedamast keskkonnast hõredamasse keskkonda minnes (klaasist õhku) toimub vastupidine nähtus.

2. Valguse murdumise abil seletuvad meile mitmed nähtused. Näiteks läbi klaasprisma BCD künalt A vaadates näib ta meile



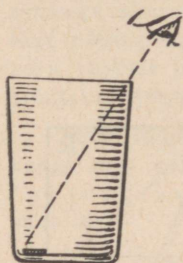
80. joonis. Valguse murdumine prismas.

tulestõstetuna prisma ülemise serva (B) poole. Künlast tulevad kiired murduvad prismas ja muudavad oma suunda. Me näeme kujutist (K) alati silma tulevate kiirte suunas.

Samuti näib meile kaldu pooleldi vettepistatud kepp murduna veepinnal, veega täidetud pange põhi kõrgemal, kui ta on tõepoolest, jne.

Viimast nähtust selgitab ka järgmine katse. Paneme tühja teeklaasi põhja mõne väikese asja, näiteks 2-sendise raha. Ase-

tame silma nõnda, et me raha otseselt ei näeks — ta jääb klaasi ääre taha (81. joonis). Klaasi vett valades hakkab raha varsti paistma. Ta oleks ühes põhjaga nagu üles kerkinud. Tõepoolest aga ei näe me siin raha otseselt, vaid tema kujutist kiirte murdumise tõttu veest õhku tulekul.

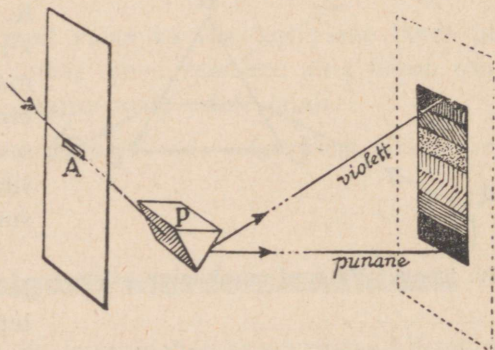


81. joonis.

1. Mispärast läbi aknaklaasi vaadates mõnikord asjad paistavad moonutatud kujul?
 2. Kas on läbi aknaklaasi nähtavad asjad kõik tõepoolest selles suunas, milles nad paistavad?
 3. Aknaklaasi headuse proovimiseks on kasulik vaadata läbi selle klaasi sirgete äärtega asju kaugemal väljas, nagu katuse äär, uksepiidad jne. Kui vaadeldavate asjade sirged ääred ka läbi klaasi vaadeldes jäävad sirgeks, siis see klaas asjade kaju ei moonuta. Proovi seda oma aknaga.
 4. Püsti vette pistetud sõrmed paistavad lühikestena. Mispärast?
 5. Mispärast on raske püssiga kalale vette külge lasta?

28. Valguse lahutamine.

Laseme pimedasse tuppa peene kimbu päikesekiiri (82. joonis). Kiirtekimbu teele asetame klaasist prisma P, mille serv on pöördud põranda poole. Siis saame kaugemal vastasseinil ehk ekraanil mitmevärvilise riba. Alt ülespoole lugedes asetuvad värvused järjekorras: punane, oranž ehk ruuge, kollane, roheline, taevassinine, sinine ja violetne ehk lilla.



82. joonis. Valguse lahutamine.

Kokku 7 põhivärvust. Üle-

minek ühest värvusest teise toimub pikkamisi, pidevalt. Peale nimetatud põhivärvuste on veel hulk varjundeid ühest värvusest teise üleminekul. Prisma abil saadud värvilist riba nimetatakse **päikese spektri**ks ja tema üksikuid värvusi **spektri** ehk **vikerkaare värvusteks**.

Säärase katse tegi esimesena kuulus inglise teadusmees *Isaac Newton* (loe: aizek njuutn) a. 1666. See katse näitab, et päikesekiired koosnevad üksikuist värvilistest kiirtest, mis igaüks eri viisi murduvad ja seetõttu prismast läbi minnes üksteisest eralduvad. Kõige vähem murduvad punased, kõige rohkem violetsed kiired.

Kui mõne värvilise kiire prismast uuesti läbi laseme, kaldub ta küll kõrvale prisma aluse poole, kuid ei muuda enam oma värvust. Tähendab, spektri värvused on liht- ehk algvärvused, millest koosneb valge kui liitvärvus. Tahame seitsmest spektri värvusest saada valget värvust, asetame prisma taha koondava lääitse, millest läbi minnes värvilised kiired koonduvad ja annavad meile valge täpi.

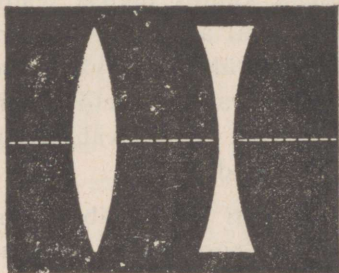
Ka teisel teel võime värvilistest kiirtest saada valget värvust. Võtame ringi, mis koosneb vikerkaarevärvilistest sektoritest, ja paneme ta kiiresti pöörlema. Nüüd paistab ring meile valgena, sest muljed üksikuist värvusist liituvad kiirel pöörlemisel ühte (valguse mulje vältus on umbes 0,1 sek) ja annavad valge värvuse.

Valge kiire annavad liitumisel ka p u n a n e ja r o h e - l i n e, r u u g e ja t a e v a s s i n i n e, k o l l a n e ja s i n i n e kiir. Värvusi, mis liitumisel annavad valge värvuse, nimetatakse **täiendusvärvusteks**.

Millega võiks seletada vikerkaare tekkimist? Mispärast kastetilgad säravad mitmevärviliselt? Mispärast ei esine must värvus spektri värvuste hulgas?

29. Kumer- ja nõgusläätsed.

1. Mitmesugust kasutamist elus leiavad kerapindadega piiratud läätsetaolised klaasid ehk lihtsalt l ä ä t s e d. Neid on kahte liiki: **kumerad** ja **nõgusad**. Kumerad läätsed

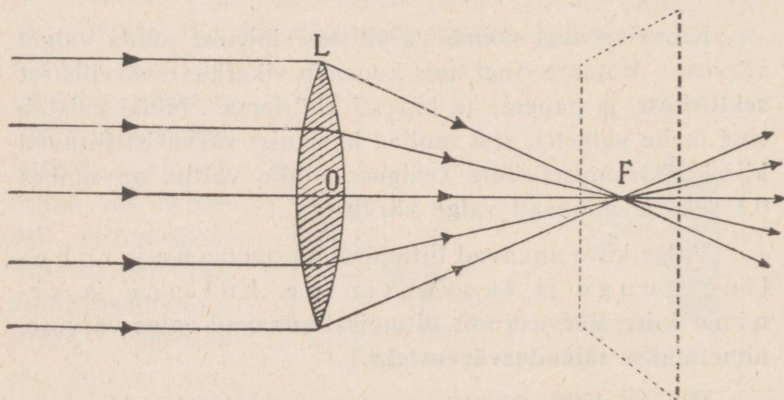


kumer nõgus
83. joonis. Läätsed.

on keskelt paksemad kui äärtest, nõgusad läätsed aga ümberpöörduvalt — äärtest paksemad kui keskelt (83. joonis). Vaatame, kuidas murduvad kiired kumerläätses läbi minnes.

Laseme langeda kumerale läätsele L kimbu rööbitisi päikesekiiri (84. joonis). Läätses läbi minnes koonduvad nad ühte

punkti F. Sealt edasi minnes lähevad nad jälle laiali. Kiirte koondumispunkti F nimetatakse

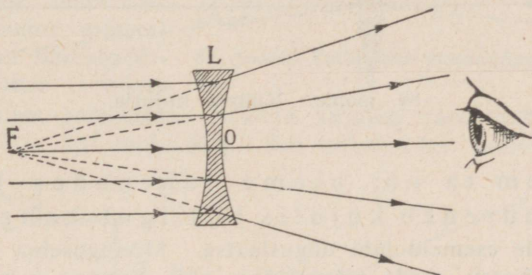


84. joonis. Kumerlääts koondab kiiri.

l ä ä t s e **fookuseks** ehk **tulipunktiks**. Nimetus on tulnud sellest, et ühes valgusega koonduvad fookusesse ka soojus-

kiired. Neid koguneb sinna nii palju, et võib koguni süüdata tulipunkti asetatud esemed, näiteks paberi. Seepärast nimetatakse säärast kumerat läätsed vahel ka **tuleklaasiks**. Teda tarvitatakse tulesüütamiseks.

Kui kumerlääts tugevasti koondab kiiri, siis asetseb fookus läätsed lähedal; on läätsed koondamisvõime nõrgem, siis on vastavalt suurem ka fookuse kaugus. Seepärast hinnatakse kumerläätsed kiirte koondamisvõimet fookuse kauguse järgi. Ta suurust on kerge määrata päikesekiirte abil. Kuidas?

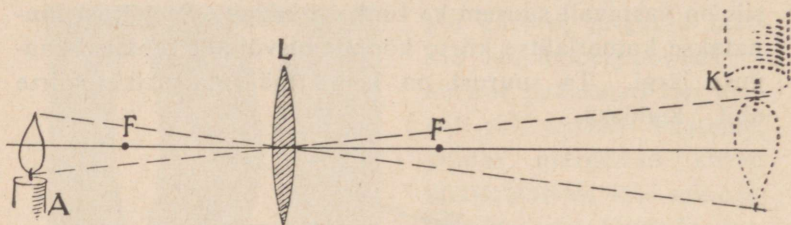


85. joonis. Nõguslääts hajutab kiiri.

2. Nagu nägime, **kumerlääts koondab kiiri**. Samaaladilist katset nõgusläätsedga tehes (85. joonis) näeme, et sellest läbi minnes kiired lähevad laiali. **Nõguslääts hajutab kiiri**. Silma kiirtele vastu asetades paistab, et kiired tulevad välja punktist F, mis on selle nõgusläätsed fookuseks. Siin on aga suur vahe kumerläätsed fookusega. Kumerläätsed juures lõikuvad kiired tõepoolest fookuses, nõgusläätsed puhul nad aga ainult näivad fookusest väljuvat. Seepärast nimetatakse nõgusläätsed fookust **ebafookuseks**.

3. **Kujutised kumerläätsed abil**. Asetame põleva küünla veidi eemale kumerläätsed fookusest. Teisele poole läätsed asetame paberist sirmi ehk ekraani. Ekraani edasi-tagasi nihutades leiame varsti küünla ümberpõõrdud ja

suurendatud kujutise (86. joonis). Kõnnalt kumerläätses suhtes kaugemale ja lähemale nihutades näeme, et vastavalt sellele nihkub ka kujutis, nimelt: mida kaugemale läätsesest liigub ese, seda lähemale fookusele liigub eseme kujutis ja seda



86. joonis. Kõnnla kujutis.

väiksem ta on; eseme lähenedes fookusele suureneb kujutis ja liigub kaugemale.

Vaatle esemeid läbi nõgusläätses. Missuguseina nad paistavad? Katsu saada nõgusläätses abil esemest kujutis teisel pool läätses.

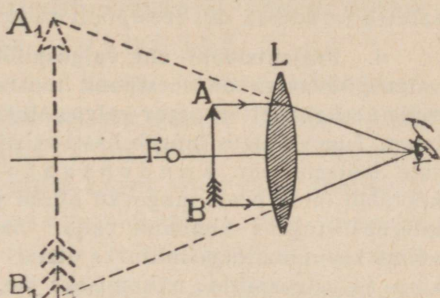
30. Optilised riistad.

1. **Luup.** Kumer- ja nõgusläätsed leiavad laialdast kasutamist valguskiirte omadustel põhinevate ehk nn. optiliste riistade ehitamisel. Siia kuuluvad luup, mikroskoop, teleskoop ja mitmed teised. Asetades vaadeldava eseme kumerläätses ja fookuse vahele näeme, et sel juhul ei saa me teisel pool läätses mingisugust kujutist. Küll aga näeme samal pool, kus esegi, selle eseme suurendatud kujutist (87. joonis). Esemest AB tulevad kiired murduvad läätses ja lähevad laiali ilma lõikumata. Nende pikendused pahemal pool läätses lõikuvad ja annavad noolest AB suurendatud päripidise kujutise A_1B_1 . Et siin kujutis on märksa suurem kui ese, siis näeme seetõttu

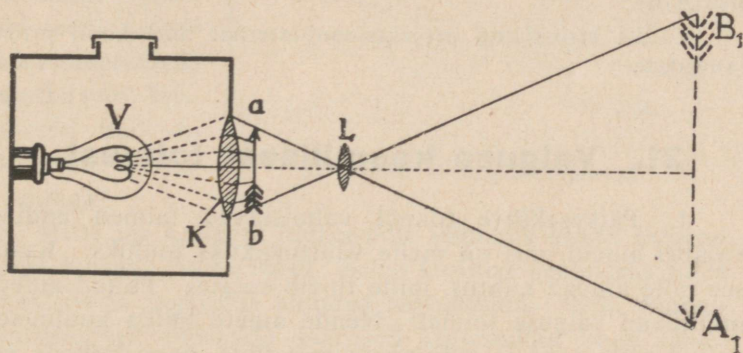
temas ka rohkem peenusi, kui eset ennast otseselt vaadates. Seepärast tarvitatakse kumerat läätse **suurendusklaasina** ehk **luubina**.

2. **Mikroskoop.** Luubiga saame võrdlemisi väikese suurenduse — harilikult 5—8 korda. Suurema suurenduse annab meile **mikroskoop**. Siin asetatakse vaadeldav ese kumera läätse ette fookuse lähedusse. Sel teel saame esemest suurendatud ümberpööratud kujutise (tuleta

meelde katsed küünlaga). Saadud kujutist vaadeldakse teise kumera läätse kui luubi abil. See kahekordne suurendamine



87. joonis. Luup ehk suurendusklaas.



88. joonis. Projektsiooni-latern.

võimaldabki saada mikroskoobi abil õige suuri suurendusi (1000 korda ja enam).

3. **Teleskoop.** Kaugele esemete paremaks vaatlemiseks kasutame **kiikrit**, **binoklit** või **teleskoopi**, viimast eriti taevakehade vaatlemisel. Kõigi nende ehitus põhineb samuti läätsede tarvitamisel. Vaadeldava eseme poole pööratud lääts (objektiiv) annab kaugest esemest fookuse lähedal väikese ümberpööratud kujutise; seda vaadeldakse teise, silma poole pööratud läätse (okulaari) abil kui luubiga. See võimaldab

näha kaugel asetsevate esemete peenusi, mis muidu palja silmaga vaadates sulavad ühte.

Teleskoobi ja mikroskoobi juures paigutatakse läätsed õnnesse torudesse, mis seestpoolt on värvitud mustaks. Mispärast?

4. **Projektsiooni- ehk valguspildilatern.** Projektsiooni- ehk valguspildilatern on seestpoolt mustaks värvitud kinnine kast, mille keskel asetseb tugev valgus-allikas, näit. hõõg- ehk karbiidilamp. Tugev valgus langeb kasti esiseinas olevale suurele kumerale läätsel, nn. kondensaatorile (K). Kondensaator koondab tema peale langevad kiired ja juhivad nad projektsioonilaternast tugeva kimbuna välja. Saadud tugevat kiirtekimpu võime kasutada väga mitmeks otstarbeks: füüsikaliseks katseiks, kino- ja valguspiltide näitamiseks jne.

Valguspiltide (diapositiivide) näitamisel asetatakse väike klaasile tehtud pilt ab — diapositiiv — kondensaatori K ette ja valgustatakse tugevasti. Kumera läätse L (objektiiv) abil saame diapositiivist ekraanil suurendatud ümberpööratud kujutise A_1B_1 .

Võrdle kirjeldatud projektsiooni-laternat oma kooli projektlaternaga.

31. Valguse keemilisest toimest.

1. Päikesekiirte toimel valmistavad taimed endile vajalisi aineid, mis on meile väärtuslikuks toiduks. Kuid see pole ainuke nähtus, mille tingib valgus. Paljud ained muutuvad valguse toimel. Nende ainete hulka kuuluvad paljud värvained ja mõningate metallide, nagu hõbeda ja raua teatavad soolad.

Värvainete pleekimine valguse käes on enamalt jaolt meile ebasoovitav nähtus. Meie tahaksime, et meie riidevärvid oleksid püsivad valguse vastu. Kuid kollaka linase kanga pleekimist valgeks näeme meelsasti. Me kasutame seda. Kuidas?

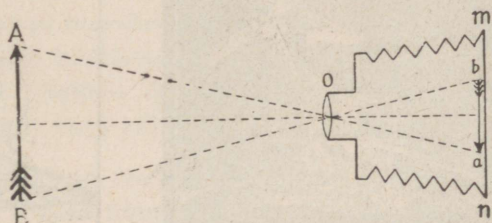
Me kasutame ka mõningate hõbeda- ja rauasoolade valgustundlikkust. Esimesi neist päevapildistuses ja teisi plaanide kopeerimisel.

2. Tähtsamaid valguse keemilise toime kasutamisi on päevapildistus ehk fotograafia. Ta põhineb mõnede hõbedasoolade valgustundlikkusel. Selles mõttes on tähtsamad kloor- ja broomhõbe.

Fotograafiaplaat on kaetud broomhõbedat sisaldava želatiiniga. Pildistamisel asetatakse kassetis plaat fotograafiaparaati. Kasset on õhuke lame kastike, mis seest täiesti pime ja mille kaant võib välja tõmmata.

Fotograafiaparaat kujutab endast pimedat kasti — pimikut (89. joonis). Seestpoolt on ta mustaks värvitud. Miks? Kasti esiseinas asetseb kumerlääts ehk objektiiv (*o*). Tagumiseks seinaks on tuhm- ehk mattklaas

(*mn*). Sellel võime näha objektiivi ees asetsevate esemete (*AB*) kujutisi (*ab*). Mis sugused nad on võrreldes esemete endiga?



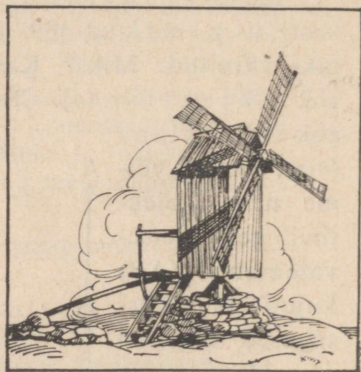
89. joonis. Fotograafiaparaat.

Mitte iga kauguse juures pole võimalik saada esemest selget kujutist tuhmklaasil. Selge kujutise saamiseks tuleb objektiivi ja tagaseina kaugust reguleerida. Selle võimaldamiseks on aparaadil säärased küljeseinad nagu lõõtspillil. Neid võib välja tõmmata ja kokku lükata. On kaugus reguleeritud, siis asetatakse aparaati tagumise seina ligidale kassetis fotograafiaplaat. Objektiiv kaetakse kinni ja kasseti kaas tõmmatakse välja. Ülesvõtte teostamiseks on kõik valmis. Nüüd avatakse lühikeseks ajaks objektiiv. Läbi objektiivi lähevad valguskiired ja tekib kujutis fotograafiaplaadile. Toas pildistamine nõuab objektiivi avamist mõneks sekundiks. Väljas täielise valguse puhul on selleks küllalt ühest kümnendikust sekundist või veelgi vähemast.

Pärast ülesvõtmist on pilt plaadil varjatud kujul. Et pilti nähtavaks teha, tuleb teda ilmutada. Seda tehakse ilmutite abil. Ilmutiteks on sääraste ainete lahused, mis hõbedasooladest suudavad hõbedat metallina eraldada ehk taandada. Siia kuuluvad ained, nagu rauavitriol, hüdrokinoon, metool ja mõningad teised. Ilmutite toimel eraldub hõbe neile kohadele, mida valgustati. Mida tugevamini mingit kohta



90. joonis. Negatiiv.



91. joonis. Positiiv.

plaadil valgustati, seda rohkemal määral eraldub sinna hõbedat. Nii tuleb ülesvõtt nähtavale. Oma värvustoonilt erineb ta aga ülesvõetud esemest. Ta on otse vastandiks sellele. Valged kohad on siin mustad, mustad — valged. Seda ülesvõttu plaadil kutsutakse **negatiiviks**. Et negatiiv valguse käes ei muutuks, tuleb teda kinnistada. Kinnistamise otstarbeks on kõrvaldada fotograafiplaadilt muutumatuksjäänud hõbedasool, jättes järele vaid metallina eraldunud hõbedat osakesi.

Fotograafiplaadi ilmutamist ja kinnistamist võib toimetada punase valguse juures, sest plaadid pole tundlikud punaste kiirte suhtes. Kuid on säärased plaate, mis on tundlikud ka

punasele valgusele (pankromaatilised plaadid); neid tuleb ilmutada ja kinnistada pimedas.

Kinnistatud negatiivi tuleb hästi pesta ja kuivatada. Soojendada teda seejuures ei või, sest soojendamisel läheb želatiinikiht vedelaks ja tõmbub kokku. See rikub ülesvõtte.

Et saada päevapilti (**positiivi**), tuleb seda negatiivilt kopeerida. Seda tehakse paberile, mis kaetud kloorhõbedat sisaldava kihiga. Need paberid pole nii valgustundlikud kui plaadid. Negatiiv asetatakse päevapildipaberi peale ja pannakse valguse kätte. Negatiivi tumedamad kohad lasevad vähem valgust läbi kui heledamad. Seetõttu on ka paberil värvustoonid vastupidised negatiivi omile. Nad vastavad ülesvõetud esemele. Paberile kopeeritud päevapilt tuleb kinnistada. Seda tehakse samuti kui negatiivigi puhul. Sellele järgneb pesemine ja kuivatamine, ning päevapilt ongi valmis.

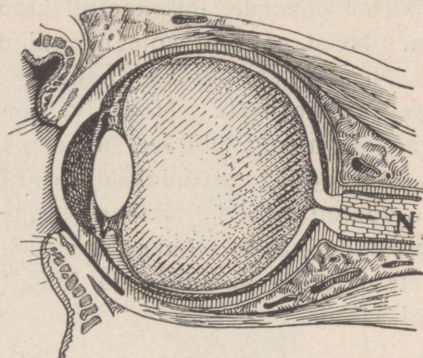
3. Päikesekiired on meile suureks abiks ka võitluses pisikute vastu. Pisikuid võime leida igal pool. Jõudsasti arenevad nad seal, kus on vajalisel määral soojust, niiskust ja toitu. Meie elamuis on kõike seda. Seepärast võivad neis kergesti areneda mitmesugused pisikud. Päikesekiired surmavad neid. Seepärast tuleb hoolitseda, et päikesevalgus pääseks elamuisse. — Mis tähtsus on ruumide tuulutamisel pisikute vastu võitlemisel?

32. Silm ja nägemine.

1. **Silma ehitus.** Silm ebk silmamuna asetseb sügaval silmakoopas. Ta on ümbritsetud kõva läbipaistmatu valge kestaga, mida kutsutakse **silmavalgeks**. Selle eespoolne hästi kumer ning läbipaistev osa kannab **sarvkesta** nime. Järgmine kiht seespool silmavalget on läbipaistmatu **kõldkest**. Selle eesmine pool moodustab **vikerkesta**, mis võib olla

väga mitmevärvuseline. Nimeta, mis värvust silmi tunnud. Pane tähele oma kaasõpilaste silmade värvust. Vikerkesta keskel on ümmargune auk, mida kutsutakse **silma-avaks** ehk **silmateraks**, kustkaudu valgus pääseb silma.

Tuleta meelde, kuidas muutus kassi silma-ava valguse suurenedes ja vähenedes. Vaata peegli abil oma silma-ava muudatust, kui varjad käega silma või kui lased heledat valgust silma langeda. Vaatle samuti oma kaasõpilase silma-ava.



92. joonis. Silma ehitus.

Kui valgust palju, läheb silma-ava iseendast väiksemaks; kui valgust vähe, läheb silma-ava suuremaks. Sedaviisi reguleerib silma-ava automaatselt silma tulevat valguse hulka. See on väga tähtis õrna silma kaitsmiseks.

Silma tagumisest seinast tuleb sisse nägemis-erk (N) ja haruneb silma tagumisel seinal nn. **võrk-** ehk **erkkestaks**.

Silmatera taga asetseb läbipaistev **silmalääts**. Ülejäänud ruum silma sees on täidetud läbipaistva sültja ainega.

2. **Silma kaitse.** Asetsedes sügavas silmakoopas, on silm hästi kaitstud väliste vigastuste vastu. Eestpoolt kaitsevad silma silmalaud. Nad katavad silma, kui inimene magab, ka sulguvad nad silmapilkselt hädaohu puhul.

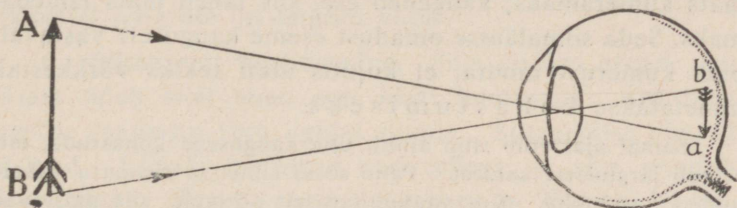
Löö kiiresti käega silme eest mööda. Mis juhtub? Vaata peeglist, kumb laug liigub.

Pilgutades pesevad laud silma pisarveega ja hoiavad ta puhta. Pisaraid eritavad **pisar näärmed**, mis asetsevad silmakoopa välises nurgas.

Kulmud takistavad higi silma sattumast. Ripsmeed kaitsevad silmi tolmu eest. Ühtlasi hoiatavad nad ligineva hädaohu puhul.

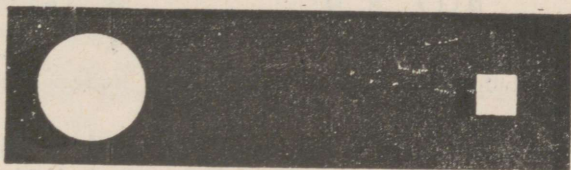
Puuduta tasakesi ripsmeid. Mida paned tähele?

3. **Nägemine.** Silma võime võrrelda päevapildiaparaadiga. Objektiiviks on silmalääts, ekraaniks silma tagaseinas olev võrkkest. Ese AB annab võrkkestal ümberpööratud vähendatud kujutise *ab* (93. joonis), mida me



93. joonis. Kujutiste saamine silmas.

silmaerkude abil vastu võtame selle eseme valgusmuljena. Esemekujutis võrkkestal on ümberpööratud; meie aga näeme esemeid siiski päripidi, sest lapsest saadik oleme harjunud teiste meelte abil ümberpööratud kujutisi päripidiseina seletama.



94. joonis. Pime tähn.

Võrkkest ei ole mitte igas kohas ühteviisi tundlik tema peale sattuvaid valguskujutisi vastu võtma. Kõige tundlikum koht on otse silmatera vastas, nn. **kollane tähn**; kõige vähem tundlik on see koht, kus silmaerk soonkesta vahel silma sisse tulles harunema hakkab, nn. **pime tähn**. Vaatlemisel peame püüdma, et vaadeldava eseme kujutis silmas langeks kollasele

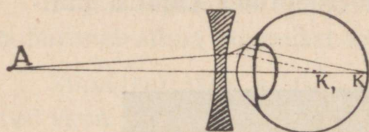
tähnile. Langeb aga kujutis pimedale tähnile, kaob ta meil silmist hoopis. Selle tõestuseks tee järgmine lihtne katse.

Pigista pahem silm kinni ja vaata paremaga teraselt 94. joonisel olevat ringi. Muuda joonise kaugust silmast. Teatud kaugusel kaob ruut joonisel hoopis ära. Mispärast?

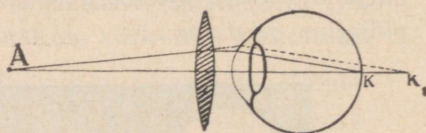
4. **Silma kohastumine.** Ese on selgesti näha, kui ta kujutis tekib just võrkkestal. See toimub silmaläätse abil. Ta võib vajaduse järgi oma kumerust, ühes seega kiirte koondamisvõimet muuta. Läheneb ese silmale, muutub lääts kumeramaks; kaugeneb ese, siis läheb lääts lamedamaks. Seda silmaläätse omadust eseme kaugusele vastavalt oma kumerust muuta, et kujutis alati tekiks võrkkestal, nimetatakse **k o h a s t u m i s e k s**.

Samal ajal võib silm ainult ühe kaugusega kohastuda, mis selgub järgmisest katsest. Pane sõrm silma ja raamatu vahele umbes keskpaika. Kui vaatad teraselt sõrmele, siis paistavad tähed segaselt; vaatad teraselt tähtedele, siis paistab sõrm segaselt.

5. **Nägemise puudused. Prillid.** Harilik ehk **n o r m a a l s i l m** võib lugeda ilma tunduva kohastumisväsimumseta, kui raamatu kaugus silmast on **25—30 cm**. See-



95. joonis. Lühinägija silm.



96. joonis. Kaugelenägija silm.

pärast nimetatakse seda kaugust **normaalsilma selgenägemise kauguseks**. Lähemate ja kaugemate kui 25—30 cm esemete vaatamiseks peab silmalääts kohastumisel tunduvalt pingutama. Seetõttu ta ka väsib rohkem.

Silma, mis suuremate kaugustega ei suuda kohastuda, nim. **lühinägijaks**. Niisuguses silmas on võrkkest läätsest liiga kaugel (silmamuna on liiga piklik või koondab silmalääts kiiri liiga tugevasti) ja eseme kujutis tekib võrkkesta

ees (95. joonis). Selle puuduse kõrvaldamiseks tarvita-
takse silma ees **prillina nõgusat läätse**. See hajutab kiiri
niivõrd, et eseme kujutis tekib võrkkestal.

Kaugelenägija silm ei suuda kohastuda lähedate ese-
mete vaatlemiseks. Silmamuna on liiga lühike või koon-
dab silmalääts kiiri liiga nõrgalt ja eseme kujutis tekib
võrkkesta taga (96. joonis). Et kiired ennem lõikuksid ja
võrkkestal kujutise annaksid, selleks tarvitame silma ees
prillina kumerat läätse. See koondab kiiri ja kujutis tekib
erkkestal ning ese on selgesti näha.

6. **Silma eest hoolitsemine**. Silm on õrn organ, see-
pärast tuleb meil tema eest hästi hoolitseda. Ära hoi-
lugedes raamatut liiga ligidal silmile. Silmaläätse lihased
väsiivad. Lõpuks harjuvad nad sellega, ja silm muutub
lühinägijaks. Paras kaugus lugemisel on 25 kuni 30 cm.
Samuti väsitab silmi ja halvab pikapeale läätse lihaseid
liiga peene trüki lugemine.

Ära loe lamades. See koormab silma lihaseid. Ära
loe nõrga valguse juures ja ära vaata päikesse. See rikub
silma võrkkesta. Ära hõõru silma kätega. Seejuures võib
silma sattuda mustust. Silmahaiguse puhul otsi arstiabi.
Haige silma hooletussejätmisele võib järgneda koguni pime-
daksjäämine.

7. **Valgusmulje vältus. Kino**. Kiiresti pöörleva voki või
jalgratta kodarad liituvad liikudes pidevaks ringiks. Hõõguvat
tuletikku õhus kiiresti edasi-tagasi liigutades näeme jäljena
helendavat joont. Kõigi selliste nähtuste põhjuseks on järg-
mine silma omadus: valgusmulje kestab umbes 0,1 sek. pärast
seda, kui seda muljet tekitav kujutis silmast kadus. Enne kui
eelmise kodara mulje kaob, saame mulje järgmisest kodarast
jne. See silma omadus leiab kasutamist **k i n e m a t o g r a a f i**
ehk **k i n o** ehitamisel. Tehakse sellekohasel lindil ehk filmil
kiiresti üksteise järele hulk silmapilkseid ülesvõtteid (umbes
16—25 ülesvõtet sekundis) ja projektitakse nad projektsiooni-
laterna abil sama kiiresti ekraanile. Muljed kiiresti üksteisele
järgnevaist ülesvõtteist, mida näeme ekraanil, liituvad ühte ja
annavad meile nn. kinopildi.

33. Magnetinähtusi.

1. **Loomulikud ja kunstlikud magnetid.** Mitmel pool mägedes, näit. Uralis, Rootsis, Norras jne., leidub suurel hulgal rauakivi (raua ja hapniku keemiline ühend), mis rauda, terast ja malmi külge tõmbab. Seda rauakivi nimetatakse **loomulikuks magnetiks**, ta külgetõmbamis-omaduse põhjust aga **magnetismiks**.

Ka raud ja teras, näit. sukavarras, noatera jne., saavad loomulikule magnetile külgepuutumisel magnetilised omadused, s. o. tõmbavad raud-, teras- ja malm-esemeid külge. Raud kaotab kõik oma magnetilised omadused peaaegu täiesti, kui külgepuutumine lõpeb, teras hoiab nad kaua aega alal.

Magnetinähtuste tundmaõppimisel tarvitatakse loomikkude magnetite asemel terasest sellekohaselt valmistatud **kunstlikke magneteid**. Kunstlikud magnetid ehk lihtsalt magnetid on harilikult sirge varva (pulga) või hobuseraua-kujulised.

Võta magnet ja katsu temaga järele, milliseid käepärast-olevaid esemeid (paber, kriit, puu, sulg jne.) ta külge tõmbab, milliseid mitte.

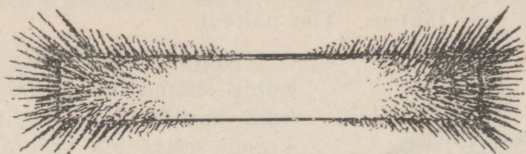
Katsu järele, kas magnet ka läbi paberi, papi, puu jne. esemeid külge tõmbab. Kuidas muutub magneti külgetõmbamisvõime kaugusega?

Kuidas oleks võimalik segisegatud vase- ja rauapuru teineteisest eraldada?

Magnet tõmbab külge rauda. Kas ka raud magnetit külge tõmbab?

2. **Poolused ja nende omadused.** Võtame magneti ja asetame ta rauapurusse. Välja võttes näeme, et rauapuru ei hakka magnetile igas kohas ühteviisi külge (97. joonis). Kus kohas on rauapuru külgehakkamine kõige suurem? väiksem? Magnetit kohti, kus rauapuru külgehakkamine kõige suurem, nimetatakse **magnetipoolusteks**. Magnetil on kaks poolust, mis asetsevad magneti otstel.

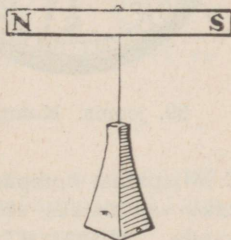
Asetame magneti teravikule nii, et ta saab sellel vabalt pöörduda (98. joonis). Nüüd näeme, et pärast vähest võnkumist jääb üks ots seisma põhja, teine lõuna suunas. Magnetit sellest asendist välja viies tuleb ta sinna varsti



97. joonis. Rauapurusse kastetud magnet.

jälle tagasi. Poolust, mis püüab alati põhja poole pöörduda, nimetatakse **põhjapooluseks (N)**, temale vastaspoolust **lõunapooluseks (S)**.

Võta kaks teravikul pöörduvat magnetit, millele poolused märgitud. Lähenda nad teineteisele põhjapoolustega, lõunapoolustega. Mida märkad? Lähenda ühe põhjapoolus teise lõunapoolusele. Kuidas mõjuvad nad vastastikku? Kõiki katsete tulemusi kokku võttes võime ütelda: **Sanimelised magnetipoolused tõukuvad, erinimelised poolused tõmbuvad.**

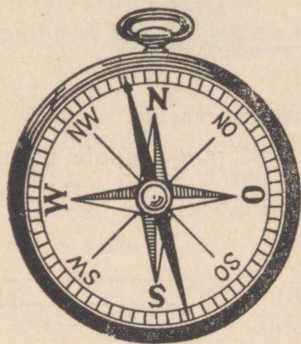


98. joonis. Magnet nõela otsas.

1. Kuidas on võimalik 98. joonisel kujutatud liikuva magneti (magnetnõela) abil ära määrata, kas antud terasetükk on magneeditud või mitte? 2. Kuidas on võimalik ära määrata, kumb kahest antud täitsa ühesugusest teraspulgast on magnet?

3. **Kompass.** Vabalt pöörduva magneti omadust näidata ühe otsaga põhja, teisega lõunasse tarvitatakse ilma kaarte määramiseks. Sellekohaselt ehitatud riista nimetatakse **kompassiks**. Kompass pole muud midagi kui teraviku otsas vabalt pöörduv magnet, paigutatud karpil, millele on märgitud ilma kaarte jaotused (99. joonis). Sagedasti tehakse kompassi magnet nõelataoliselt teravate otstega; seetõttu nimetatakse teda ka **m a g n e t n õ e l a k s**.

Kompassi tarvitasid hiinlased juba 1000 a. e. Kr. reisi suuna määramiseks. Euroopas võeti kompass tarvitusele itaallase Flavio Gioja poolt alles a. 1300 p. Kr. Iseäranis suur tähtsus on kompassil meresõidus laeva suuna (kursi) määramisel uduse ilmaga ja öösi. Ka kuival maal ja võõras kohas reisides on kompassil suur tähtsus. Too näiteid.



99. joonis. Kompass.

Kahjuks ei näita kompass põhja—lõuna suunda mitte täpselt, vaid harilikult kaldub tast mõne kraadi võrra ida või lääne poole kõrvale. Kompassi magneti kõrvalekaldumist põhja—lõuna suunast nimetatakse **magneti käändeks** ehk **deklinatsiooniks**. Tahame kompassi abil põhja—lõuna suunda antud kohas määrata täpselt, siis peame selle koha käände suurust (kas ida või lääne poole) teadma, mis sellekohaseil kaartidel kogu Maa kohta olemas.

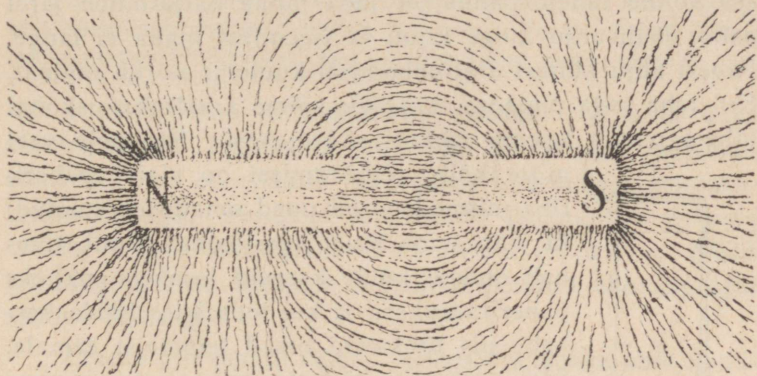
1. Määra kompassi abil oma kooli (kodukoha) maailmakaared.
 2. Mispärast kompassikarbikest ei tehta rauast? 3. Magnetilisteks vaatlusteks ehitatud ruumid ja laevad ei tohi sisaldada rauda. Mispärast? Mis ainet naelu ja kruvisid võib seal tarvitada?

4. **Magnetiväli. Tungjooned.** Võtame tugeva magneti ja hoiame tema ümber mitmesuguses kauguses tundlikku magnetnõela (kompassi). Siis võime tähele panna, et magnetnõel asetseb magnetitungide mõjul igas kohas eri suunas (100. joonis). Piirkonda, kus antud magnetitungid veel mõjuvad, nimetatakse **magnetiväljaks**. Mida tugevam magnet, seda suurem ning tugevam on ta mõjupiirkond ehk väli.

Magnetnõela abil otsustame magnetitungi suuna üle igas magnetivälja punktis. Sedaviisi magnetitungi suunda jälgides põhjapoolusest alates jõuame kõverjoont mööda lõunapooluseni. Kõverjoont, mis näitab magnetitungi mõ-

jumise suunda, nimetatakse **magneti tungjooneks**. 100. joonis kujutab näitlikult magneti tungjooni magneti NS-väljas.

Magneti tungjooni saab rauapuru abil kergesti nähtavaks teha. Selleks võtame magneti (mida tugevam, seda parem) ja katame paberiga või õhukese papiga. Raputame paberile võimalikult



100. joonis. Magneti tungjooned.

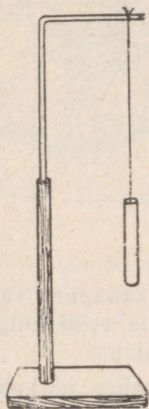
ühtlaselt rauapuru. Magnetivälja mõjul muutub rauapuru väikesteks magnetnõelakesteks, mis kõik, kui paberile veidi külge koputada, asetuvad ahelana magneti tungjoonte suunas.

Tekita eespool-kirjeldatud viisil kahe erinimelise ja kahe samanimelise magneti tungjoonte käik. Võrdle neid omavahel.

5. **Maamagnetism.** Eespool nägime, et tugeva magneti lähedal tundlik magnetnõel asetseb igas kohas selle magneti tungjoonte suunas. Kompass näitab igal pool Maa peal kindlat suunda, järelikult ta peab asetsema mõne tugeva magneti väljas, mis Maad ümbritseb. Kõik vaatlused ja tähelepanekud näitavad, et see tugev magnet on meie Maa ise. Maa kui magneti lõunapoolus asetseb Põhja-Ameerikas (umbes 70° p.-l. ja 96° l.-p. Gr.), põhjapoolus aga lõunapoolkeral Lõuna-Viktoorias (umbes 72° l.-l. ja 154° i.-p. Gr.). Sellest siis tuleb, et kompass ei näita just täpselt põhja—lõuna suunda, vaid kaldub temast teatud nurga võrra kõrvale. Kõrvalekaldumise suurust nimetasime käändeks ehk deklinatsiooniks. Kompassi näitamissuunasse mõjuvad häirivalt veel Maa sisemuses leiduvad raudained, samuti ka Päikese pinnal tekkivad tormid.

34. Lihtsamaid elektrinähtusi.

1. Elektri tekkimine hõõrumisel. Võtame riba hari-likku ajalehepaberit, paneme sooja ahju vastu ja hõõrume teda riideharjaga. Kui ahi on küllalt soe ning tuba kuiv, siis võime tähele panna, et juba mõne harjatõmbe järel paber jääb ahju külge kinni ja iseendast maha ei lange. Paberi ahju küljest äratõmbamisel kuuleme nõrka raginat. Kui teha seda pimedas toas, siis võime äratõmbamiskohal tähele panna koguni väikesi sädemekesi. See pole veel



101. joonis.
Elektripendel.

mitte kõik. Hõõrumisel on ajalehepaberi-riba mitmed teised uued omadused saanud: ta jääb seina külge igas kohas kinni, tõmbab endale külge kergeid asjakesi, näiteks paberiraasukesi, ja kui teda käes hoida kes- kelt, siis tõukavad otsad teineteist eemale. Seda iseäralist olekut, millesse me viisime pabeririba hõõrumise abil, nimetatakse elektriliseks olekuks ja selle oleku põhjust **elektriks**. Katsed näitavad, et ig a keha on võimalik hõõrumise abil viia elektrilisse olekusse ehk elektrisee- rida, muidugi üht kergemini kui teist. Iseäranis kergesti elektriseeruvad hõõrumi- sel villase või siidriidega merivaik, klaas, kirjalakk, eboniit, kautšuk ja väävel.

Et merivaik hõõrumisel saab erilised omadused, seda teadsid juba vanad kreeklased. Kui uuemal ajal (umbes a. 1600) hakati neid nähtusi jälle tähele panema, siis nime- tati neid merivaigu kreeka keelse nimetuse järgi (elektron) elektrilisteks.

Nimetame elektrilise keha külgetõmbamise põhjust **elektritungi**, elektri hulka, mis seda elektritungi tekitab, **elektrilaenguks**, ja kehale elektrilaengu andmist — **laadi- miseks**.

Edaspidiseil katseil kasutame elektri saamisel hõõrumise abil klaas- ja eboniitpulka. Klaaspulga aset täidab väga hästi lambisilinder; teda tuleb hõõruda amalgaamitud nahalapiga. Eboniitpulga puudumisel võib tarvitada selle asemel eboniidist kammi.

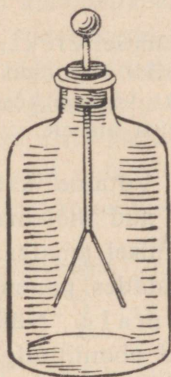
Edasi kasutame elektri põhiomaduste selgitamisel elektripendlit (101. joonis). Selleks riputame siidniidi otsa õhukest värvilisest paberist tehtud torukese. Toeks võtame kõverakspainutatud klaastoru, mis on kinnitatud puust alusele.

2. **Positiivne ja negatiivne elekter.** Võtame kaks elektripendlit. Külgepuutumise teel laeme nad mõlemad elektriga, mis on saadud klaaspulga hõõrumisel amalgaamitud nahaga. Pendleid teineteisele lähendades paneme tähele, et nad vastastikku tõukuvad eemale. Nüüd kordame katset, laadides mõlemad pendlid eboniitpulgal saadud elektriga.

Laeme ühe pendli klaas-, teise eboniitpulga abil. Pendleid teineteisele lähendades näeme, et nad vastastikku tõmbuvad külge ja pärast kokkupuutumist, kui laengud olid enamvähem ühetugevused, oma elektrilise oleku hoopis kaotavad. Nõnda mistahes viisil saadud elektrit pendlite abil järele katsudes saame alati kas külgetõmbamis- või eemaletõukamis-nähtuse. Sellest järeldame, et on ainult kaks liiki elektrit: elekter, mis tekib klaaspulga hõõrumisel amalgaamitud nahaga, ja elekter, mis tekib eboniitpulga hõõrumisel villase lapiga. Klaaspulga elektrit nimetame **positiivseks (+)**, eboniitpulga elektrit **negatiivseks (—)**. Samanimelise elektriga laetud kehad tõukuvad, erinimelise elektriga laetud kehad tõmbuvad.

3. **Elektroskoop.** Elektrinähtuste tundmaõppimisel tarvitatakse sagedasti nn. elektroskoopi (102. joonis). See on riist, mille abil saab kergesti otsustada, kas antud keha on elektritud või mitte. Elektroskoope võib valmistada väga mitmel viisil. Üks lihtsamaid on kujutatud 102. joonisel. See on

klaaspurk, mille kaelas olevast korgist läheb läbi metallvarb. Varva ülemises otsas on metallkuulike, alumises kaks õhukest kerget lehekest. Lehekesed tehakse harilikult alumiiniumist, paberist jne.



102. joonis.
Elektroskoop.

Tõmbame elektriseeritud kehaga, näit. klaaspulgaga, mööda elektroskoobi metallvarba. Kokkupuutumisel läheb osa elektrit varva peale, varva kaudu lehekestesse ja lehekesed lähevad laiali. Mida tugevamini on elektroskoop laetud, seda laiemale teineteisest lähevad elektroskoobi-lehekesed.

4. **Juhid ja mittejuhid.** Puudutame laetud elektroskoobi-kuulikest käega. Lehekesed langevad kohe alla. Elektri-laeng kadus elektroskoobist. Puudutamisel ühendasime elektroskoobi keha abil maaga. Elektroskoobis olev elekter läks keha kaudu maasse ja maa peal olevaisse esemisse. Elektroskoopi jäi elektrit nii vähe, et ta ei suuda enam lehekesi laiali ajada.

Kirjeldatud elektroskoobi tühjendusviisi nimetatakse **maassejuhtimiseks**. Maassejuhtimise katsest järeldub, et on kehi (metallvarb, inimese keha, maa), mida mööda elekter ülikiiresti edasi läheb. Niisuguseid kehi nimetatakse **elektrijuhtideks**. Et kehi elektrijuhtivuse suhtes järele katsuda, seks võtame laetud elektroskoobi ja katsume tast elektrit mitmesugusest materjalist esemete abil (puu, kivi, kriit, riie jne.) maasse juhtida. Katsed näitavad, et **head elektrijuhid** on kõik metallid, maa, süsi, loomad, taimed jne.

Halbade elektrijuhtide hulka kuuluvad: klaas, kautšuk, kirjalakk, merivaik, siid, parafiin, pigi, väävel, õlid, portselan, tühi ruum, destilleeritud vesi jne.

Halbu elektrijuhte nimetatakse teisiti **isolaatoreiks**. Tahame elektrilaengut juhi peal hoida, et ta maasse ei

läheks, peame selle juhi isolaatori abil maast eraldama ehk isoleerima.

1. Mispärast riputasime elektripendli klaastoru külge ja siidniidi otsa? 2. Elektroskoobi kork, millest metallvarb läbi läheb, tehakse heast isolaatorist (merivaik, mustkummi). Mispärast?

35. Välg ja piksevarras.

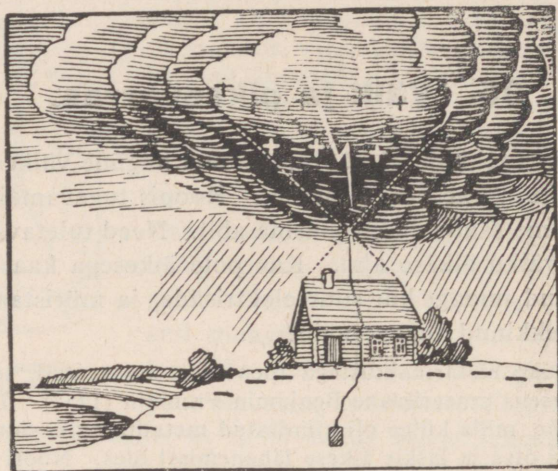
Elektri tekkimisel hõõrumise teel nägime väikesi säde-meid ja kuulsime nörka raginat. Hoopis tugevamaid säde-meid võime saada elektrimasina abil. Need tuletavad väga meelde välku äikesel ajal. Kas pole äikesega kaasas käiv välg muud midagi kui suur elektrisäde, ja müristamine — sellest tekkinud tugev ragin?

Et äike elektrinähtustega tõepoolest on seotud, seda näitab esimesena ameeriklane Benjamin Franklin (1752). Ta võttis siidist lohe, mille külge oli kinnitatud metallteravik, sidus kane-pist nõõri otsa ja laskis äikesel lähenemisel üles. Nõõri alumise otsa külge sidus Franklin võtme, mida ta siidist nõõri abil kinni hoidis. Mispärast just siidist? Kui vihma sadama hakkas ja nõõr märjaks sai, võis Franklin võtmest tugevaid elektrisäde-meid võtta. Franklini katsest selgub, et pilved ja õhk kõrge-mais kihtides on elektriga laetud.

Katsed näitavad, et õhus on alati elektrit. Pilved on enamalt jaolt positiivse elektriga laetud, maa negatiivse elektriga. On pinge küllalt tugev, toimub õhu kaudu mõle-mate elektrite ühinemine tugeva elektrisädeme ehk välgu näol. Õhku läbides soojendab välg äkki õhu läbimiskohast ja paneb ta võnkuma, mis tekitab müristamist.

Et maju kaitsta välgu ehk pikse eest, tarvitatakse Franklini poolt leiutatud piksevardaid. Piksevarras on terava otsaga metallvarb, mis kinnitatakse püsti maja katusele ja ühendatakse juhi abil maaga (103. joonis). Ühe piksevarda kaitsepiirkonnaks loetakse ümber varda olev koonus, mille külgpind moodustab vardaga nurga 45°.

Pilve positiivse elektri mõjul maja ülemisse ossa kogunenud negatiivne elekter voolab piksevarda teravikust välja õhku ja ühineb pilve positiivse elektriga, vastastikku hävides, nõnda viisi välgu tekkimise põhjust kõrvaldades. Kui aga sellest hoolimata välg peaks majja sisse lööma, siis läheb ta juba mööda



103. joonis. Maja piksevardaga.

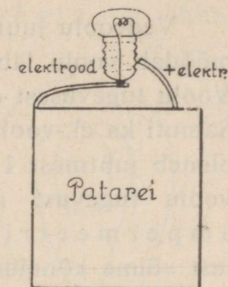
piksevarrast maasse, jättes kahju tegemata. Piksevarda teravikud olid varemalt vasetatud või kullatud, et kaitsta neid roostetumise eest. Nüüd on selgunud, et seda pole sugugi vaja.

Ka nn. põuavälg ehk pälg ja virmalised on nähtused, mis tekivad õhu-elektri mõjul.

36. Elektrivool ja selle tekitamine.

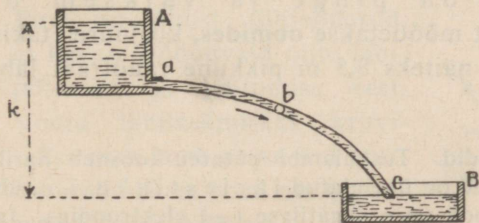
1. **Elektri-taskulamp** on väga vajaline ja mõnus asi pimedas liikumisel. Vaatame lähemalt, kuidas ta on ehitatud. Plekist karbi sees on nn. p a t a r e i. Sellest väljub kaks vaskplekiriba. Nende kaudu voolab elekter patareist lampi. Et siin pole tegemist palja metalliga, tunneme juba keelega katsudes. Üksikult plekiribu ehk — nagu

neid nimetatakse — elektroode keelega katsudes ei tunne me midagi iseäralist. Mõlemaid elektroode korruga keelega ühendades tunneme teravat hapukat maitset. Seda tekitab elektrivool, mis keelest läbi läheb. Laseme patareist tuleva elektrivoolu läbi minna väikesest peenikesest metallniidist pirnis (104. joonis), siis hakkab see helendama. Ta on elektrivoolu mõjul kuumaks läinud.



104. joonis.

Elektrivool soojendab iga juhet, millest ta läbi läheb. Jämedad juhtmed soojenevad peenikestega võrreldes väga vähe. Mida peenem juhe, seda kuumemaks ta läheb el.-voolu mõjul. Seda võime kergesti tähele panna, ühendades patarei elektroode mitmesuguses jämeduses traatidega. Näiteks hästi peenike (läbimõõt 0,1 mm)



105. joonis. Veevool.

nikeliintraat põleb läbi, kuna jämedam läheb vaevalt soojaks.

Lõhu ära tühjaksläinud patarei ja vaata, millest ja kuidas on ta ehitatud. Mitmest tükist ta

koosneb? Kuidas on ühendatud üksikud nn. elemendid omavahel? Mispärast on elemendid pealt pigiga kinni pandud?

2. Elektrivoolu võrdlus veevooluga. Kergemaks arusaamiseks võrdleme elektrivoolu veevooluga. Me teame, et vesi voolab ainult kõrgemast kohast madalamasse (105. joonis). Veevool on seda tugevam, mida suurem on vee langus ehk kõrguste vahe voolu alguse ja lõpu vahel. Rõhtsal pinnal voolu ei teki. Kõrguste vahele veevoolu juures vastab el.-voolu juures **pinge**, s. o. elektroodide

elektrilise oleku „kõrguste“ vahe. Veevoolu kõrguste vahet mõõdame meetritega, elektrootide elektrilise oleku „kõrguste“ vahet, pinget — **voltidega**. Taskulambi patarei pinge on harilikult 4,5 volti. Riista, mille abil mõõdetakse pinget, nimetatakse **v o l t m e e t r i k s**.

Veevoolu juures on tähtis teada **voolu tugevust**. Seda mõõdab voolu läbilõikest 1 sekundis läbiminev vee hulk. Voolu tugevusest oleneb töö hulk, mida suudab vool teha. Samuti ka el.-voolu juures kõneleme voolu tugevusest. See oleneb juhtmest 1 sekundis läbivoolanud el.-hulgast. El.-voolu tugevust mõõdetakse **amprites** erilise riista — **a m p e r m e e t r i** abil. Jätkates vee- ja elektrivoolu võrdlust võime kõnelda ka el.-juhtme **takistusest**. El.-juhe on kui toru, mida mööda voolab elekter. Veevoolu takistab veetoru. Mida peenem toru, seda suurem takistus. Samuti takistab el.-juhe temas voolava el. liikumist. Eelmiste kujutluste põhjal on el.-vool seda tugevam, mida kõrgem on pinge ja väiksem on takistus. Viimast mõõdetakse **oomides**, kusjuures takistuse 1 oom tekitab näiteks 8,5 m pikkune raudtraat läbilõikega 1 mm².

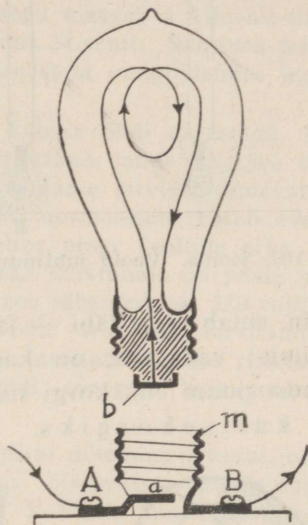
3. **Elektrieleendid**. Taskulambi patarei koosneb harilikult 3 elemendist. Nad on ühendatud järjestikku, s. o. ühe positiivne (+) elektroot teise negatiivse (—) elektrootiga. Iga element annab pinge 1,5 volti, 3 elementi kokku patareis pinge 4,5 volti.

Sääraseid elektri- ehk galvaani elemente võib ehitada väga mitmesuguseid, kuivi ja märgi. Kõigi nende ühiseks omaduseks on võrdlemisi madal pinge (umbes 1—2 volti).

Näitena vaatame nn. Leclanché elemendi ehitust. Purki salmiaagilahusesse on asetatud tsink- ja süsiplaat. Nendega ühendatud elektrootide ühinemisel saame el.-voolu, kusjuures süsi on +, tsink aga —elektrootiks. Leclanché elementi kasutatakse harilikult el.-kellade käimapanemiseks.

37. Elektervalgustus.

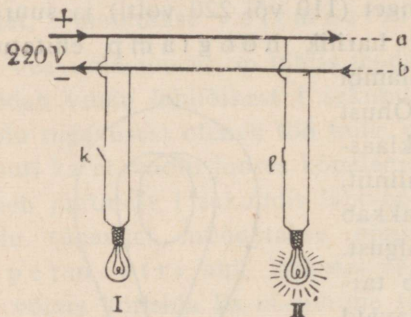
1. **Hõõglamp.** Taskulambiga saame võrdlemisi väikest valgust. Tugevama, kestvama valgustuse saamiseks tarvitatakse suuremat pinget (110 või 220 volti) ja suuremaid pirne. Muidu on harilik *hõõglamp* ehitatud samal viisil kui taskulambi pirngi (106. joonis). Õhust tühjendatud pirnitaolises klaasanumas on peenike metallniit, mis voolu läbi lastes hakkab hõõguma ja annab valgust. Hõõglambi niitideks võib tarvitada ainult rasketisulavaid metalle, sest muidu pole võimalik niite valguse andmiseks soojendada vajaliselt kõrge temperatuurini (1800—2000°C). Pirn on õhust tühjendatud, et kaitsta hõõguvaid niite läbi põlemise ja jahtumise eest. Voolu läbilaskmiseks kruvitakse pirn lambipessa kui mutrisse nõnda, et pirni ots *b* puutuks pesa põhja *a*. Nüüd pääseb vool pirnist läbi. Kuidas — seda jälgi joonise abil.



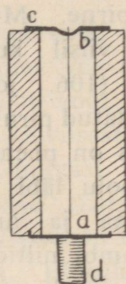
106. joonis. El.-pirn pesaga.

2. **Voolu juhtimine. Kaitsjad.** Vool juhitakse majja peaa - ehk magistraaljuhtmete abil (107. joonis, *a*, *b*). Nendega võime ühendada vajaduse järgi rohkem või vähem lampe. Iga lamp on ühendatud peajuhtmetega iseseisvalt, sest muidu ei saaks ta vajalist pinget. Kus t u t a j a ülesanne on võimaldada voolu vajaduse järgi kas lülitada (ühendada) või katkestada (lahutada). Et juhuslikult liiga tugevaks läinud vool lampe või teisi riistu ära

ei rikuks (läbi ei põletaks), tarvitatakse erilisi kaitsevahendeid — kaitsejaid. Kaitsejaks on vooluahelasse lülitatud peenike traat (108. joonis, *ab*), mis ainult teatud tugevuseni voolu välja kannatab. On vool antud määrast tuge-

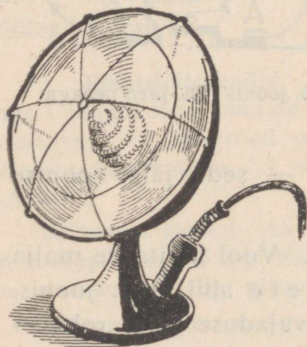


107. joonis. Voolu juhtimine.

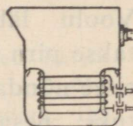
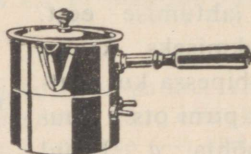


108. joonis. Kaitsekork.

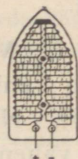
vam, sulab traat läbi — ja vool katkeb. Et kergem oleks kaitsejat vahetada, on kaitsetraat tõmmatud isoleerivast aimest punni ehk korgi sisse. Seepärast nimetatakse teda ka kaitsekorgiks.



109. joonis. Elektriahi.



110. joonis. Elektrikeetja.



111. joonis. Elektritriikraud.

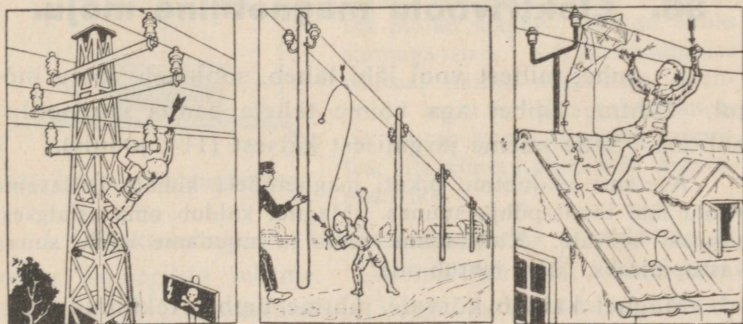
3. Elektri-energia mõõtmine. Peale valgustuse leiab el.-voolu soojuslik tegevus veel laialdast rakendamist elektri-

ahjude, -keetjate, -triikraudade ja mitmesuguste teiste riistade näol. Nende ehitus selgub joonistest 109—111.

Kui palju el.-voolu energiat on ära tarvitatud, seda näitab eriline arvestaja ehk mõõtja. El.-energia mõõduühikuks on kilovatt-tund. See tähendab, et on arvestatud el.-voolu tööd ühe tunni jooksul, kui voolu võimsus on 1 kilovatt. Kilovatt on umbes $1\frac{1}{2}$ hobujõudu. Praegu maksab 1 kilovatt-tund elektrienergiat valgustuse jaoks Tartus 24 senti. Suurema tarvituse juures võib aga saada elektrienergiat majapidamise jaoks hinnaga 5 senti kilovatt-tund.

Ilma mõõtjatagi on võimalik kaunis õieti arvestada, kui palju üks või teine riist (mootor, triikraud, lamp jne.) ära tarvitab elektrit töötamisel. Selleks vaatame järele, mitmevattise või -kilovattise võimsusega antud riist normaalselt töötab. Need arvud, samuti ka töötamiseks vajaline pinge (voltide arv), on riistale peale kirjutatud. Kui näiteks triikrauale on peale kirjutatud 400 vatti ja 220 volti, siis see tähendab, et 220-voldise pinge juures on voolu võimsus selle triikraua tarvitamisel 400 vatti ehk 0,4 kilovatti. Seega tarvitab säärane triikraud töötamisel tunnis 0,4 kilovatt-tundi energiat, mis maksab $0,4 \cdot 24$ ehk 9,6 senti.

1. Mis maksab 25-vattise elektripirni põlemine 1 tunni jooksul? 2. Projektsiooni-latern töötas 500-vattise hõõglambiga 40 min. Kui palju kulus energiat? 3. Vaata järele, missuguse võimsusega el.-lambid ja teised riistad on sul kodus, ning arvuta nende kasutamise kulu tunnis.



112. joonis. El.-juhtmete puudutamine on elukardetav.

4. **Elektri käsitlemine** nõuab suurt ettevaatust, et ei juhtuks õnnetust. Kui tugev el.-vool inimese kehast läbi läheb, siis võib see tuua silmapilkset surma. Seepärast peab hoolitsemata, et elektririistad ja -juhtmed oleksid alati korras ja et ei puudutataks isoleerimata el.-juhtmeid, eriti kõrgepinge puhul.



113. joonis. Ole ettevaatlik el.-riistade käsitlemisel.

Vaatle 112. ja 113. joonist ning jõua selgusele, missugused hädaohud on neil kujutatud.

38. Elektrivoolu magnetiline mõju.

1. Juhe, millest vool läbi läheb, soojeneb voolu mõjul. Juhtme ümber aga võime tähele panna magnetilisi nähtusi. Seda näeme järgmisest katses (114. joonis).

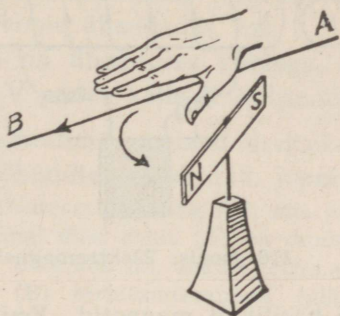
Asetame el.-juhtme pikuti magnetnõela kohale ja laseme voolu läbi lõuna-põhja suunas. Magnet kaldub oma esialgselt suunast kõrvale. Katkestame voolu ja muudame voolu suuna vastupidiseks. Mis juhtub siis?

Magnet kaldub kõrvale juhtme ümber tekkinud magnetvälja mõjul. Kõrvalekaldumise suuna võime kergesti määrata reegli abil: paneme parema käe sõr-

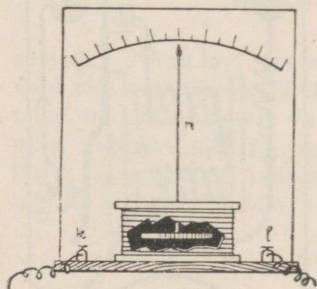
med voolu suunas juhtme peale nõnda, et pihk oleks pöördud magneti poole, siis kaldub magneti põhjapoolus alati sinna- poole, kuhupoole näitab põial. Üldse aga võime ütelda, et magnet püüab asetuda voolu suunaga risti.

2. Katsed näitavad: magnetnõela kõrvalekaldu mine elektrivoolu mõjul on seda suurem, mida tu- gevam on vool ja mida rohkem keer- de teeb juhe ümber magnetnõela. Sellel

nähtusel põhineb riistade ehitamine, mis näitavad voolu suunda ja tugevust. Neid kutsutakse galvano- meetriks.



114. joonis. Magneti kõrvale- kaldumine el.-voolu mõjul.

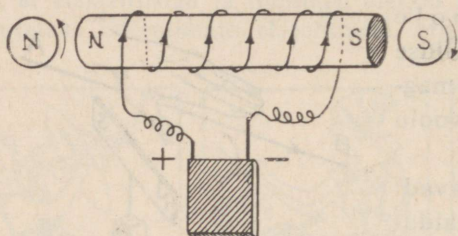


115. joonis. Galvanomeeter.

115. joonisel kujutatud gal- vanomeetris on rõhtsa telje üm- ber vabalt pöörduda andev mag- net paigutatud raami sisse, mille ümber on mähitud isoleeritud traat. Mähisest voolu läbi las- tes püüab magnet asetuda voolu suunaga risti. Kõrvalekaldumise suurust näitab magnetiga ühen- datud osuti n . Kui galvanomee- ter näitab voolu tugevust ampri- tes, siis nimetatakse teda amper- meetriks.

3. **Elektromagnet.** Võtame raudpulga ja mähime ta ümber isoleeritud juhtme. Laseme juhtmest voolu läbi, siis muutub raud magnetiks. Voolu katkestamisel kaotab raudpulk oma magnetilised omadused. Sama katset teras- pulgaga korrates leiame, et teraspulk elektrivoolu mõjul

tekkinud magnetilised omadused alal hoiab. Nimetame sedaviisi el.-voolu abil saadud magnetit **elektromagnetiks** (116. joonis).



116. joonis. Elektromagnet.

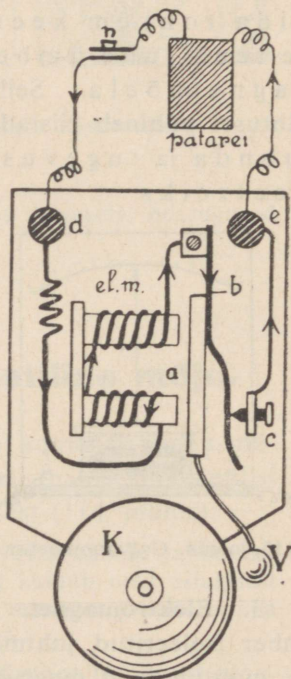
Elektromagneti poolused võime kergesti määrata kompassi abil. Põhjapoolus on selles osas, kus vool ümber elektromagneti käib vastupäeva.

Elektromagnetid on märksa tugevamad kui sama suu-

red harilikud magnetid. Kujult on elektromagnetid väga mitmesugused: sirged, hobuserauakujulised jne.

Elektromagnet leiab laialdast praktilist tarvitamist mitmesuguste riistade ja masinate ehitamisel, nagu elektrikell, telegraaf, telefon, elektrimootor jne.

4. **Elektrikell.** Elektrikella ehitus ja töötamine selgub 117. joonisest. Elektromagneti (*el. m.*) otste lähedal oleva vedru *b* külge on kinnitatud ankur *a*, mis on varustatud vasaraga *V*. Ühendame elektrikella juhtmed nupu *n* abil mõne patareiga. Vool läheb läbi elektromagneti mähise, vedru *b* ja kruvi *c* kaudu patareisse tagasi. Nüüd tõmbab elektromagnet (*el. m.*)



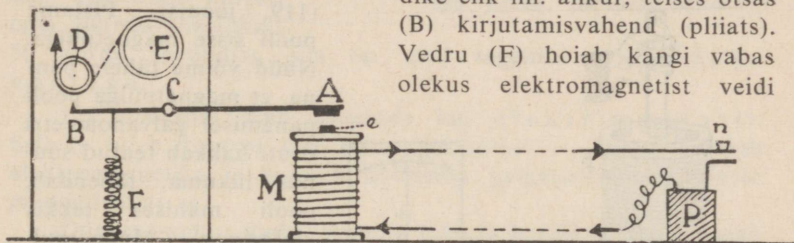
117. joonis. Elektrikell.

ankru *a* ühes vedruga enda poole ja vasar *V* annab kellele *K* hoobi, pannes teda kõlisesema. Ühes sellega aga läheb vedru kruvist *c* eemale, ühendus kaob ja vool katkeb; elektromagnet kaotab oma magnetilised omadused ja vedru puutub uuesti kruvi, voolu ühendades, jne.

Niikaua kui elektrikell on ühenduses vooluga, käib ankur edasi-tagasi ja vasar *V* paneb kella *K* kõlisesema.

5. **Telegraafi** kasutame sõnumite edasiandmiseks kauge maa taha. Ta töötamise põhimõtte selgub 118. joonisest.

Elektromagneti *M* otsa läheduses on kang *AB*, mis annab pöörduda toetuspunktis *C*. Kangi ühes otsas (*A*) on raudplaadike ehk nn. ankur, teises otsas (*B*) kirjutamisvahend (pliiats). Vedru (*F*) hoiab kangi vabas olekus elektromagnetist veidi



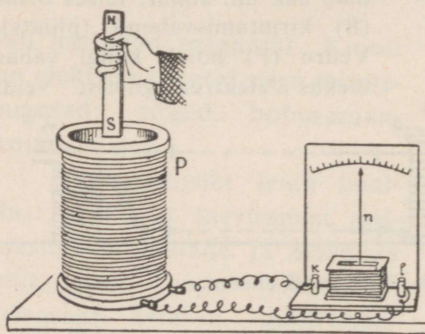
118. joonis. Telegraafi skeem.

eemale. Nupu (*n*) peale vajutades läheb patareist (*P*) tulev vool elektromagnetist läbi ja kangi ots *A* tõmbub külge. Kangi teine ots aga surutakse vastu rullil *D* liikuvat linti ja jätab sinna jälje. Voolu pikemat või lühemat aega elektromagnetist läbi lastes saame lindil kriipsud või punktid, millest telegraafi leiutaja ameeriklane *S. Morse* (a. 1832) koostas järgmise tähestiku:

a . —	k — . —	u . . —
b — . . .	l . — . .	v . . . —
c —	m — — —	w . — — —
d — . .	n — .	ä . — . . .
e .	o — — — —	õ, ö — — — — .
f . . — .	p . — — .	ü . . — — —
g — — . .	q — — . —	x — . . . —
h	r . — .	y . — . — —
i . .	s . . .	ch — — — — —
j . — — — —	t — —	

Saatejaama patareist vastuvõtetejaama elektromagneetise juhitakse el.-vool sellekohaste juhtmete abil (telegraafitraadid). Need kinnitatakse kõrgete postide külge klaasist või portselanist isolaatorite abil. Neid ei tohi rikkuda, sest muidu läheb el.-vool mööda posti maasse ja telegraaf ei saa töötada. — Vette ja maa sisse pannakse traadid, mis on tugevasti ümber mässitud isoleeriva ainega. Sääraseid juhtmeid nimetatakse k a a b l e i k s.

6. **Elektromagnetiline induksioon.** Võtame seest õõnsa rulli, mille ümber mähitud isoleeritud traat. Nimetame ta pooliks. Pooli mähise otsad ühendame tundliku galvanomeetriga



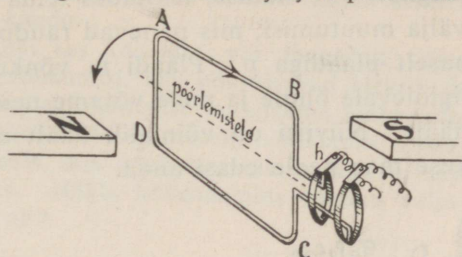
119. joonis.
Induksioonivoolu tekitamine.

vastupidine. Kui magnetpulk pooli suhtes seisab paigal, siis mähises voolu ei ole.

Sama nähtus kordub, kui magnetpulga asemele võtame teise pooli, mille mähisest läheb läbi elektrivool ja tekitab enda ümber magneti tungivälja.

Need ja teised samalaadilised katsed näitavad, et mähises tekkinud voolu põhjuseks on mähise ümber oleva magneti tungivälja muutumine. Mida tugevam on see muutumine, seda tugevam on ka mähises tekkinud vool. Nähtus, kus juhis (mähises) tekib elektrivool, kui selle juhi ümber olev magneti tungiväli muutub, nimetatakse **elektromagnetiliseks induksiooniks**, saadud voolu aga **indutseeritud vooluks**.

Induktsiooninähtusel põhineb elektrivoolu saamine d ü n a - m o m a s i n a ehk d ü n a m o abil. Kahe tugeva magnetipooluse vahel pöörleb kiiresti isoleeritud juhtmest koosnev a n k u r. Ankrumähisest läbiminev magnetiväli muutub järjest pöörlemise tõttu. Sellest tekib ankrumähises el.-vool, mis eriliste rõngaste (kollektorite) kaudu juhitakse d ü n a m o s t välja. Kui elekter kogu aja voolab samas suunas, siis on meil tegemist alalise vooluga, muudab aga vool kiiresti oma suunda (harilikult 50 korda sekundis), siis on meil tegemist v a h e l d u v a v o o l u g a.

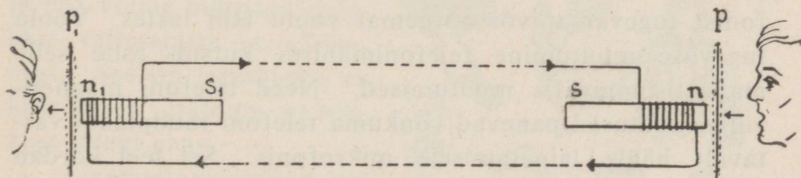


120. joonis. Dünamo skeem.

Iga d ü n a m o t võib kasutada kui elektrimootorit. Selleks tuleb ankrust läbi lasta elektrivool — ankur muutub elektromagnetiks ja hakkab pöörlema paigalseisvate pooluste magnetiväljas.

Dünamo-ankru ümberajamine toimub harilikult aurumasina või vesiturbiini abil. Siin muundame soojuse- või vee langemisenergia elektrienergiaks, mida on kerge juhtida traatide abil kauge maa taha.

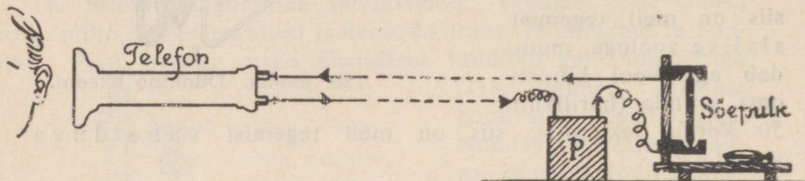
7. Telefon ja mikrofoni. Telefoni tarvitatakse hääle edasiandmiseks kauge maa taha. Telefoni töötamine selgub skemaatilisest joonisest 121. Magnetite n_s ja n_{1s1}



121. joonis. Telefoni skeem.

ümber on mähised, mis teineteisega juhtmete abil ühendatud. Mõlemate magnetite otste juures on õhukesed raudplaadid p ja p_1 . Kui kõnelda plaadi p juures, siis pane-

vad häälelained ta võnkuma. Plaadi p võnkumise mõjul muutub magneti ns ümber olev magneti tungiväli, järelkult tekib mähises induksioonivool. See vool läheb läbi magneti n_1s_1 mähise, tekitades tema ümber magneti tungivälja muutumisi, mis panevad raudplaadi p_1 võnkuma sarnaselt plaadiga p . Plaadi p_1 võnkumised anduvad edasi ligiolevale õhule ja meie võtame neid võnkumisi vastu kui häält. Niiviisi on võimalik häält ainult võrdlemisi lühikese maa peale edasi anda.



122. joonis. Telefon ja mikrofon.

Kaugema maa taha hääle edasiandmiseks ühendatakse telefon nn. mikrofoniga (122. joonis). Mikrofoniks lihtsamal kujul võime kasutada puust alusele kinnitatud sõepulki, millest patareist tulev vool läbi läheb. Püstpulk oma teravate otstega on ainult õrnas kokkupuutumises rõhtpulkadega. Mikrofonis ees kõneldes panevad häälelained sõepulgad värisema. Värisedes puutuvad pulgakesed tugevamini või nõrgemini üksteist, seega ka telefonist tugevamat või nõrgemat voolu läbi lastes. Voolu tugevuse muutumine telefonimähises kutsub esile selle magneti-tungivälja muutumised. Need telefoni magnetivälja muutused panevad võnkuma telefoni raudplaadi vastavalt hääle lainetamisele mikrofonis. Sel teel kordab telefon mikrofonis ees tehtud häält. — Tarvitusel-olevais telefoniaparaatides on telefon ja mikrofon ühendatud sama käepideme külge. Me kõneleme mikrofonis ees, kuulamiseks paneme kõrva juurde telefoni. Telefonikastis on väike dünamo (induktor). Käsitsi vändast ankrut ümber

ajades tekitame induktsioonivoolu, mis paneb kella kõlisma ja sedaviisi annab kõnele väljakutseks märku.

8. **Raadio.** Elektrienergia andub edasi mitte üksnes juhtmeid mööda el.-voolu näol, vaid ka otseselt läbi ruumi eriliste võnkumiste ehk lainete kaudu.

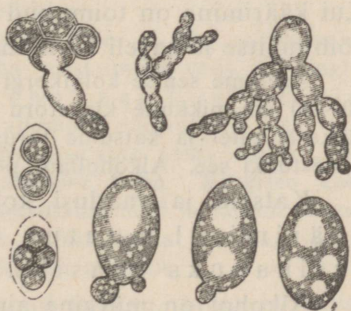
Saatejaamas mikrofoni ees kõneldes või muusikat tehes tekitatakse elektrivoolu võnkumisi, mis põhjustavad elektri- ja magnetitungide muutumise ehk lainetuse saatejaama ümber olevas ruumis. Need omakorda tekitavad elektrivõnkumise vastuvõtte-antennis ja -aparaadis, mis raadiolampide ja telefoni abil muudetakse häälelaineiks. Hääle kõvendamine toimub valjuhääldaja ehk valjendaja abil.

Tähtsamaid keemilisi nähtusi ja aineid igapäevases majapidamises.

39. Käärimine.

1. **Pärmiseenekestest.** Käärimine kuulub nähtuste hulka, mida me koduses majapidamises sageli võime tähele panna suhkrut sisaldavate vedelikkude juures. Neid vaja ainult lahtiselt seisma jätta, ja pea võime märgata vedeliku vahutamist ja kihisemist. See on tunnuseks, et käärimisel eraldub vedelikust mingi gaas.

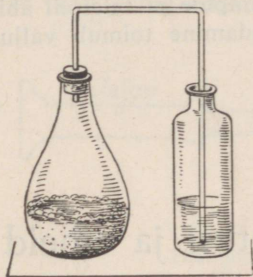
Ligemad uurimised on näidanud, et käärimise tekitajaks on erilised pisikesed seenekesed. Neid kutsutakse pärmiseenekesteks, sest



123. joonis. Pärmiseenekesed.

pärmis moodustavad nad olulisima osise. Pärmis on pärmiseenekesed hoolikalt kasvatatud ja arendatud. Õhus leidub neid ka metsikult. Sattunud suhkrut sisaldavasse vedelikku, hakkavad nad jõudsasti kasvama ja paljunema.

2. Mis gaas tekib käärimisel. Lahustame 50 g mett või suhkrut 500 cm³ vees. Saadud lahusele lisandame teelusikatäie peenteks tükkideks tehtud pärmis, suleme kolvi, milles on suhkrulahus, klaastoruga varustatud korgiga ja jätame selle sooja kohta seisma.



124. joonis. Käärimisel tekib süsihappu gaas.

Pea näeme vedelikust gaasimullikesi eralduvat: toimub käärimine. Juhime käärivast vedelikust eralduvat gaasi selgesse lubjavesse (124. joonis): lubjavesi muutub segaseks. Eemaldame kolvilt korgi ja vaatame, kuidas suhtub käärimisel eraldunud gaas põlevasse pihrusse. Me näeme, et käärimisel eralduv gaas teeb lubjavee segaseks ja ei toeta põle-

mist. Sellest järeldame, et käärimisel tekib süsihappu gaas.

3. Alkoholi tekkimisest käärimisel. Katsu käärinud vedeliku maitset. Ta pole enam nii magus nagu algul. Kui käärimine on toimunud küllaldaselt (2—3 päeva), siis võib maitse ja sageli ka lõhna järgi ära tunda alkoholi.

Asetame senise kolvikorgi asemele teise, millest läbi läheb 60—70 cm pikkune klaastoru (joon. 125). Soojendame kolvi väikesel tulel ja katsume torust väljuvaid aure süüdata. Pea õnnestubki see. Alkoholiaur põleb.

Katseid ja vaatlusi kokku võttes võime ütelda, et käärimisel muutub suhkur alkoholiks ja süsihappuks gaasiks.

Alkohol on mürgine aine. Ta hävitab elavaid organisme. Ka pärmiseenekesed on elavad organismid. Val-

mistades mürki — alkoholi, valmistavad nad ühes sellega ka endile hukatust. Alkoholi hulga suurenemisega kääri-vas vedelikus langeb ka nende elutegevus, ja ligikaudu 16⁰/₀ alkoholi juures hukuvad nad täiesti.

Peale alkoholi halvab pärmisee- nekeste tegevust ka liiga suur suh-krusisaldus lahuses. On ju teada, et marjamahlades, mis sisaldavad väga palju suhkrut, pole märgata kääri- mist. Ka temperatuuril on suur mõju käärimisse. Käärimine võib enamvähem korralikult toimuda 5— 30⁰ C piires. Vedeliku soojendamine kuni 70⁰ C hävitab pärmiseenekesed täielikult.

Tähtsamaid käärimise saadusi meil on alkohol ehk piiritus, vein ja õlu. Alkoholi ehk piiritust saadakse kääri- mise teel kartulitest, veini puuvilja- ja marjamahlast, õlut otradest. Õlu si- saldab 2,4—4⁰/₀ alkoholi. Toiteaineid on tas väga vähe. Veinid sisaldavad alkoholi ligikaudu 10⁰/₀ ümber.

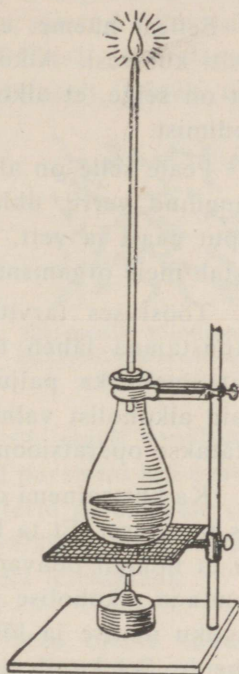
4. Alkoholi tähtsamaid omadusi.

Asetame ühe lihatükikese alkoholi ja teise vette seisma. Katame nõud kinni.

Vaatleme neid mõne päeva pärast. Vees on liha roiskuma läi- nud, alkoholis aga mitte. Liha roiskumine vees on tingitud mitmesuguseist pisikuist. Alkohol aga hävitab pisi- ku i d. Seepärast hoidub liha alkoholis roiskumata alal.

Võtame 3 katseklaasi. Ühte asetame veidi suhkrut, teise niisama palju soola ja kolmandasse leiba. Kõigisse kolme katseklaasi valame alkoholi. Loksutame neid ja jätame mõneks ajaks seisma. Samasuguse katse suhkru, soola ja leivaga korral- dame ka veega, võttes seda alkoholi asemele.

Vaatleme, mis on juhtunud suhkru, soola ja leivaga ühelt poolt alkoholis ja teiselt poolt vees. Me näeme, et



125. joonis. Käärimisel tekib alkohol.

suhkur ja sool ei lahustu alkoholis, küll aga vees. Leiva-tükikesed on alkoholis kõvaks muutunud, vees aga pehmeks ligunud.

Sellest näeme, et alkohol suhtub meie toiduaineisse teisiti kui vesi. Alkohol takistab nende lahustumist. Sellest on selge, et alkoholi tarvitamine takistab toiduainete seedimist.

Peale selle on alkohol organismile äärmiselt kahjulik. Tunginud verre, ühineb ta seal hapnikuga, tekitab süsihaput gaasi ja vett. See alkoholi „põlemine“ veres kahjustab meie organismi ja halvab ta elutegevust.

Tööstuses tarvitatakse alkoholi mitmeks otstarbeks. Lahustajana läheb teda lakkide valmistamiseks. Ta on lähteaineks ka paljude ravimite valmistamisel. Tähtsaimaid alkoholist valmistatavaid aineid on **eeter**, mida tarvitatakse operatsioonide juures haige uinutamiseks.

Ka kütteinena on alkohol sageli koduses majapidamises tarvitusel. Et ta kasutamist selleks otstarbeks õhutada, on ta müügil odavamalt. Et teda aga seejuures ei saaks kasutada alkoholise joogina, lisatakse talle mitmesuguseid vastiku maitse ja lõhnaga, ühtlasi ka mürgiselt mõjuvaid aineid. Sel kujul nimetatakse teda **d e n a t u r e e r i t u d p i i r i t u s e k s**.

1. Mis tuleks teha, et sissetehtud marjad ei läheks käärima?
2. Mispärast säilivad marjamahlad paremini külmas keldris kui soojas köögis?

40. Hapnemisest ja happeist.

1. **Piimhappeline käärimine.** Ka mitmed hapnemisnähtused meie koduses majapidamises põhinevad käärimisel. Üks sääraseist on **piima hapnemine**. Piimas leidub keskmiselt 4,6⁰/₀ suhkrut. Seda suhkrut nimeta-

takse piimasuhkruks. Piimhappe-bakterite (126. joonis) toimel käärib ta piimhappeks.

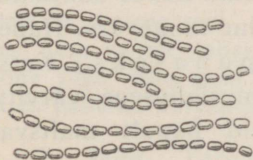
Piimhappeline käärimine toimub igas piimas, kui see pole keedetud ja õhukindlasse nõusse suletud. See tuleb sellest, et neid pisikuid võib leida kõikjal. Kõnelemata lehmaudaraist, põhust, piimanõude seintest, leidub neid alati ka õhus. Sattunud piimasse, hakkavad nad kiiresti arenema ja paljunema, tarvitades seejuures piimasuhkrut, muutes seda piimhappeks. Tuleta meelde, mis põhjustab hapus piimas piima paksuksminemise.



126. joonis. Piimhappebakterid (mikroskoobis vaadatuna).

Mitte üksnes piimas, vaid ka teistes suhkrut sisaldavais aineis võivad piimhappe-bakterid astuda tegevusse ja valmistada piimhapet. See on sageli soovitatvgi, sest hapus keskkonnas säilivad toidud paremini kui muidu. Sellest seisukohast on piimhappe-bakterid perenaisele suureks abiks. Nad valmistavad meile värsket kapsast hapu kapsa, hapendavad kurke, teotsevad ka leivatainas.

2. Äädikhappeline käärimine. Seni oleme tundma õppinud mõningate suhkrut ümbertöötavate bakterite tegevust.



127. joonis. Äädikhappebakterid (mikroskoobis vaadatuna).

Kuid pisikuid on väga palju. Mitmekesine on ka ainete hulk, mida nad tarvitavad. Leidub sääraseidki baktereid, kes alkoholi töötavad ümber happeks. Tähtsamad neist on äädikhappebakterid (127. joonis). Nad muudavad alkoholi äädikhappeks. Seejuures ei või alkohol kangem olla kui 10% — muidu mõjub ta neisse hävitavalt. Väga soodsaks keskkonnaks nende arenemisele on veinid. Sattunud lahtiselt seisvasse veini, arenevad nad jõudsasti, moodusta-

des selle pinnal naha. Pinnale kogunevad nad seepärast, et nad oma tegevuses tarvitavad õhu hapnikku. Teotse-des veinis muudavad nad selle varsti **v e i n i ä ä d i k a k s**.

Suurem osa müügil olevast veiniäädikast pole saadud veini käärimisel, vaid hariliku äädikhappe lahjendamisel ja sellele mitmesuguseid maitse- ja lõhnaaineid lisandades.

3. **Puuviljades ja marjades leiduvaid happeid.** Toiduaineis puutume kokku ka teiste hapetega kui äädikhape ja piimhape. Happeid me võime tunda hapu maitse järgi. Hapult maitsevad paljud meie puuviljad ja marjad. Õunas leiduvaist happeist on tähtsaim **õ u n h a p e**, hapuoblikas — **o b l i k h a p e**, sidrunis — **s i d r u n h a p e**, viinamarjades — **v i i n h a p e**. Kuid kõigest sellest ei tohi siiski järeldada, et igal puuviljal ja marjal on oma hape. Sidrunhapet leidub peale sidrunite ka vabar-nais, karusmarjades, mustikais; õunhapet — kirssides, rabarbris; oblikhapet — jänesekapsas ja viinhapet väga paljudes puu-viljades ja marjades.

4. **Hapete omadusi.** Kõik need happed, mis eespool-vaadeldud käärimisnähtuste juures tekivad, on tublisti lah-jendatud. Ka marjades ja puuviljades esinevad nad lahus-tunult. Lahjendamata on paljud neist väga mürgised ja ohtlikud. Siia kuuluvad äädikhape ja piimhape. Mõle-mad nad on puhtal kujul vedelikud, mis mõjuvad hävita-valt meie kudedesse. Nendega ümberkäimisel peab olema ettevaatlik.

Kõigi hapete kohta on iseloomustav nende suhtumine värvainesse lakmusse. Lakmus on sinine taimevärv. Hapete toimel muutub **s i n i n e l a k m u s p u n a s e k s**. Katse-tamiseks on eriti hõlpus sinise lakmuslahusega värvitud paber. Katsu sellega mitmesuguseid hapult maitsvaid aineid.

41. Meie igapäevane leib.

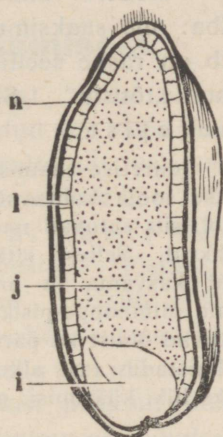
1. **Rukki- ja nisutera.** Meie tähtsamaid toite on leib. Rukkileiva tegemiseks tarvitame rukkijahu. Seda saame rukkiteradest. Rukkitera sisemuse moodustab **j a h u m i k**,

mis koosneb tärglisteri sisaldavaist rakkudest. Jahumiku ümber on ke s t. Kesta moodustab tselluloosist välisnahk ja selle all olev valkude liiki kuuluv liimjas aine — t a i m e l i i m. Taimeliim sisaldab lämmastikku nagu kõik valgudki. Peale nende ainete leidub rukkiteras, eriti kes- tas, ka r a s v a. Samasuguse ehitusega kui rukkitera on peajoontes ka n i s u t e r a (128. joonis).

Meie tähtsamate toiteainete: tärglise, valgu ja rasva olemasolu rukkis ja nisus pole raske tõestada.

Tärglise olemasolu võib tões- tada joodilahusega. Kuidas? V a l k u d e tõestamiseks leotame täisterajahu ligi- kaudu tund aega külmas vees. Peale seda filtrime vedeliku ära. Filtrimisel saadud selge vedeliku jagame kaheks osaks. Ühele osale lisandame lahjenda- tud soolhapet. Teist keedame. Toite- aineid õppides nägime, et valgud sadestuvad lahusest hapete toimel (hapu- piim!); soojendamisel kalgastuvad nad. Mida märkad siin?

R a s v a d e olemasolu tõestamiseks kasutame nende omadust lahustuda eet- ris. Kuivale rukkijahule valame eetrit peale ja segame segi. Võtame tüki pu- hast ning valget paberit, valame sellele mõne tilga jahu peal olevast eetrist. Eeter aurab pea ära, jättes paberile rasvapleki.



128. joonis. Nisutera läbilõik: n — välisnahk, l — taimeliim, j — jahumik, i — idu.

2. **Jahu.** Terade jahvatamisel saadakse jahu. Hari- lik jäme jahu sisaldab ka kestaosakesi. Tahame saada aga hästi peent jahu ehk püüli, tuleb teda sõeluda läbi peente sõelade.

Seejuures jääb sõeladele tera kesti ja ühes sellega ka rohkesti valke ja rasva. Neid sõeladele jäänud kest-aineid nimetatakse k l i i d e k s.

Jahu tuleb alal hoida kuivas kohas. Niiskena läheb jahu pea hallitama ja temasse võivad tekkida jahukoid ja -ussid.

3. **Leib.** Leiva valmistamiseks tehakse jahust ja veest või piimast tainas, lisandades sellele ka veidi soola. Tainas on sitke. See on tingitud jahus leiduvast liimjast ainest — taimeliimist.

Värskelt valmistatud tainast ei saa küpsetada head leiba: me saaksime väga tiheda ja kõva leiva. Säärane leib on raske seedida. Et saada head leiba, tuleb tainal lasta „tõusta“. Selleks lisandatakse rukkileiva tainale juuretist.

Juuretise saamiseks lisandatakse jahule sooja vett ja jäetakse sooja kohta seisma. Et piimhappe-pisikuid leidub igal pool, siis satuvad nad ka sinna. Jahus on väikesel määral ka suhkrut. Sellest jätkub piimhappe-pisikuile. Nad hakkavad seal kasvama ja arenema, valmistades suhkrust piimhapat. Kuid piimhappe-pisikud pole ainsad teotsejad juuretises. Sinna satuvad õhust ka pärmiseenekesed. Ka need tarvitavad suhkrut, valmistades tast alkoholi. Niisiis toimub juuretises peamiselt kaks liiki käärimisi: piimhappeline ja alkoholiline käärimine.

Juuretist leivatainale lisandades hakkab selles samasugune käärimine toimuma nagu juuretiseski. Käärimisel tekib süsihapu gaas. See otsib endale väljapääsu sitkest tainast. Selle tagajärjel tõusebki tainas. Niipea kui leivatainas küllaldaselt on käärinud ehk „tõusnud“, tehakse tast leivad ja pannakse ahju. Ahju kuumus hävitab käärimist tekitavad pisikud. Süsihapu gaas paisub kuumuses ja tungides läbi taina tõstab leiba veel rohkem. Ka käärimisel tekkinud alkohol lahkub leivast ja mõjustab omaltki poolt leiva kohedaksmuutumist. Peale kõige selle kliisterdub tärklis leiva pinnal ja muutub kuumuse mõjul läikivaks kõvaks koorikuks.

Saiataina tõstmiseks lisandatakse pärm. Seal toimub selle tõttu peamiselt alkoholiline käärimine.

Peale juuretise ja pärimi tarvitatakse mõnikord, eriti kookide tegemisel, mitmesuguseid küpsutamispulbreid. Üheks nende koostisaineks on söögisooda, teiseks aga mingi happeline aine, nagu viinhape või viinakivi. Söögisooda sisaldab süsihapet. Taina happeliste ainete mõjul ja samuti ahju kuumuses eraldub soodast süsihappu gaas. See teostabki taina tõstmise.

1. Millega seletada rukkileiva hapukat maitsset? 2. Millest on tigitud augukesed leivas? 3. Kumb on kergemini seeditav: kas leiva koor või sisu?

42. Toiduainete säilitamisest.

1. **Steriliseerimine.** Kõigest sellest, mida eespool oleme õppinud, on selge, et meie toidud on väga heaks söödaks mitmesuguseile pisikuile. Sealtpoolt varitsebki neid suurim hädaoht. Tahame oma toite alalhoida, tuleb neid kaitsta pisikute eest. Selleks on olemas mitmesuguseid abinõusid. — Esmalt tuleb hävitada juba toidus olevad pisikud. Pisikud ei kannata kõrget temperatuuri. Toitu keetes hävivad nad kõik. Säärast pisikute hävitamist nimetatakse steriliseerimiseks. Et nüüd toidusse enam uusi pisikuid juurde ei pääseks, suletakse toit õhukindlalt vastavasse nõudesse. Nii toimetatakse konserve valmistamisel. Nimeta, milliseid konserve sa tead.

2. **Toiduainete säilitamisviise.** Toiduaineid võib säilitada ehk konserveida ka sel teel, et nad asetatakse säärastesse tingimustesse, mis pisikute arenemise teevad võimatuks. Pisikute arenemiseks on kõigepealt vaja, et temperatuuri tingimused oleksid seks soodsad. Alla $+5^{\circ}\text{C}$ on pisikute kasvamine väga takistatud. Seepärast on tähtis hea jääkelder ehk külmetushoone toitude, eriti loomariigi saaduste säilitamiseks.

Peale temperatuuri tingimuste vajavad elavad organismid vett. Kus see puudub, seal pole võimalik nende elu. Seepärast toidud säilivad, kui neid kuivatada.

Selle asemel et kuivatada, võib toite soolata. Sool seob niiskust, ka pisikuis leiduva, ja teeb seega nende elutegevuse võimatuks. Milliseid toite säilitatakse soolatult?

3. **Pisikuid hävitavaid aineid.** Mõnede ainete vastu on pisikud väga tundlikud. Säärased ained on kreosoot, salitsüülhape ja bensoehape. Ka nende ainete väheste hulkade juuresolekul ei saa pisikud kasvada.

Kreosoot on värvitu, erilise lõhnaga, õline vedelik. Teda leidub puutõrvas, ja väikesel määral ka suitsus. Suitsutades liha, kalu, satub neisse ka kreosooti. See mõjub konservi- valt neisse toiduainetesse.

Salitsüül- ja bensoehape on valged kristalsed ained. Neid võib toitudele lisandada väga väikesel määral, — muidu mõjuvad nad halvasti meie tervisele. Bensoehapet leidub väikesel määral palukais. Sellega seletubki, et palukad seismisel halvaks ei lähe: neil on pisikute mürk omast käest.

43. Mõningaid mineraalest saadavaid happeid.

1. **Väävel ja väävli happed.** Oma värvuselt on väävel kollakas. Teda leidub rikkalikult Sitsiilias ja Luisiaanas (Ameerikas). Õhus väävliit plekitükikesel kuumutades hakkab ta 260° C juures põlema. Vaatle, missuguse leegiga väävel põleb. Nuusuta ettevaatlikult. Sa tunnend teravat lõhna. See lõhn kuulub väävlihapule gaasile, mis väävli põlemisel tekib. Väävlishapu gaas on väävli ja hapniku ühend, nagu süsihapu gaas on süsiniku ja hapniku ühend. Taimedele on väävlishapu gaas tugevaks mürgiks. Eriti ruttu hävivad tema mõjul mitmesugused hallitusseened. Seepärast tarvitataksegi teda keldrite puhastamiseks, kui sinna on tekkinud hallitus. Selleks on tarvis põletada väävliit keldris, sulgeda kõik ukSED ja aknad ning jätta nii mõneks tunniks.

Võtame mõne lilleõie, asetame selle kõrvale portselanikillukesel või plekitükikesel põlevat väävliit ja katame kõik mõne

suurema klaasiga või kupliga. Varsti märkame, et lilleõied muutuvad kahvatuks ja kaotavad koguni oma värvuse. Sellest järeldame, et väävlishapu gaas mõjub pleekivalt taime värvidesse. Seda väävlishapu gaasi omadust kasutatakse siidi, villa ja tselluloosi pleegitamiseks.

Väävlishapu gaas lahustub vees. Lahust sinise lakmuspaberiga katsudes näeme, et lakmuspaber muutub punaseks. Sellest järeldame, et lahustudes vees väävlishapu gaas tekitab hapet. Seda hapet nimetatakse väävlishappek s. Ka teisi happeid võib saada väävlist. Tähtsam kõigist neist hapetest on väävelhape. Väävelhape on raske õlitaoline vedelik.

Väävelhapet veele lisandades võime märgata, et saadud lahus on kuum. Tuleta meelde lubja kustutamist. Sealgi eraldus palju soojust. Soojuse eraldumise põhjuseks oli lubja ühinemine veega. Ka väävelhappe puhul on meil tegemist samasuguse nähtusega.

Väävelhappe tung veega ühinemiseks on suur. Ta võtab endasse ka vee-aurud, niipea kui puutub nendega kokku. Seda omadust kasutatakse tihti akende vahe kuivana hoidmiseks, et vältida klaaside jäätumist. Selleks asetatakse akna vahele pooleni väävelhappega täidetud klaasid. Mispärast ei või klaas olla täis?

Tilgutame paar tilka väävelhapet puulaastule: väävelhappega kokku puutudes läheb puu varsti mustaks — ta söestub. Sedasama võime tähele panna ka suhkruga katsetades. Suhkur on süsivesik. Süsivesik on ka puus leiduv tselluloos. Väävelhappe võtab neilt vee ära, jättes järele söe. Sellest söestumine.

Väävelhappega ümberkäimisel tuleb olla väga ettevaatlik. Sattudes riidele „söök“ ta selle läbi.

Palju paha võib endale teha, kui väävelhapet lahjendada oskamatult. Ei tohi millalgi lahjendamisel väävelhappesse valada vett. Väävelhappe on raske vedelik: ta erikaal on 1,84. Vesi on tast ligikaudu 2 korda kergem. Vesi ei segune seetõttu nii kiiresti, tekib palju soojust ja selle tagajärjel võib koguni tekkida nii palju auru, et ta väävelhappe laiali pritsib.

Väävelhapest lahjendades tuleb ikka toimetada vastupidi, nimelt — v ä ä v e l h a p e t v a l a d a v e t t e.

Paljud metallid, nagu raud, tsink, lahustuvad väävelhappes, eraldades seejuures väävelhapest vesinikku.

Väävelhapest tarvitatakse tööstuses palju. Teda läheb ka soolhappe ja salpeeterhappe saamiseks.

2. **Soolhape.** Soolhapest saadakse meile hästi tuntud keedusoolast. Sellest siis ka ta nimi. Soolhape on kange hape. Temas lahustuvad metallide roosted. Seepärast tarvitatakse teda lahjendatult mõningate metallasjade puhastamiseks. Tuleb aga silmas pidada, et ka palju metalle, nagu tsink, raud, alumiinium, tina, magneesium, lahustub temas. Seejuures eraldub vesinik.

Pruunkivi ehk mangaanülihapendit soolhappele lisandades ja soojendades saame kollakasrohelise väga terava lõhnaga gaasi — **kloori**. Klooril on pleegitavaid ja pisikuid hävitavaid omadusi.

Lubjaga ühineb kloor **kloorlubjaks**. Sellest eraldub kloor kergesti hapete toimetel. Koguni säärane nõrk hape, nagu seda on süsihape, vabastab tast kloori. Kloorlupja tarvitatakse pesemise juures pleegitamisvahendina. Tema tarvitamisel tuleb aga silmas pidada, et ta mõju on purustav, kui ta jääb pikemaks ajaks pessu. Pesu tuleb hästi veega loputada, millele on lisandatud veidi naatrium-tiosulfaati (*Natrium hyposulfurosum*). — Ka desinfitseerimiseks ehk pisikute hävitamiseks tarvitatakse kloorlupja.

3. **Salpeeterhape.** Tšiilis (Lõuna-Ameerikas) asetsevas vihmavaeses Atacama kõrves leidub mineraali, mida kutsutakse tšiili salpeetriks. Tšiilis leiduv salpeeter on naatriumi, lämmastiku ja hapniku ühend. Ta on väärtuslikuks lämmastikväetusaineks.

Teda väävelhappega kuumutades eraldub tast salpeeterhape. Salpeeterhape on puhtal kujul värvuseta vedelik. Temas lahustuvad peaaegu kõik metallid, välja arvatud kuld ja plaatina. Kuid kui salpeeterhappele lisandada veel soolhapest, ja nimelt vahekorras 1 : 3, siis lahustuvad needki. Seda hapete segu nimetatakse kuningveeks.

Salpeeterhape mõjub lahjendamatult hävitavalt paljudesse ainetesse, muu seas ka taime- ja loomakudedesse. Teda tarvitatakse seepärast ka käsnade põletamiseks.

44. Sooda.

1. **Pesusooda.** Soodat tarvitame koduses majapidamises sageli. Mis otstarbeks? Müügil on teda mitmesugust: pesusoodat ja söögisoodat.

Pesusooda võib esineda suurte tükkidena kristallunult. Vaatle neid ligemalt. Kuivas ruumis seistes muutuvad need tükid pinnalt valgeks. Kuumuta mõnd tükki katseklaasis: soodast eraldub vett ja lõpuks muutub ta valgeks aineks. Ka säärast valget soodat on müügil pulbrina. Teda kutsutakse kaltsineeritud („põletatud“) soodaks.

Lisandame soodale veidi lahjendatud soolhapet: kihisedes eraldub tast gaas. Kas pole see mitte süsihapu gaas? Kuidas seda tõestada? Selleks korraldatud katsed kinnitavadki seda.

Lahustame soodat vihma- või destilleeritud vees. Katsume seda lahust punase lakmuspaberiga: lakmuspaber muutub siniseks. Lisandame soodalahusele nii palju soolhapet, kuni lahus sinise lakmuspaberi muudab punaseks. Aurutame saadud lahuse kuivaks. Me saame valge aine. Kuivatame ta ära ja katsume ta maitset. Ta maitseb nagu keedusool. See ta ongi. Tuletame meelde, et keedusool on naatriumi ja kloori ühend. Soolhappes naatriumi pole. Ta on kloori ja vesiniku ühend. Sellest järeldame, et soodas oli naatriumi. Hoides keedusoola värvitus leegis (piirituse leek), näeme, et leek värvub kollaseks. See on naatriumi tunnus. Ka sooda annab kollase leegi. Peale naatriumi on soodas veel süsihapet. Millest järeldame seda?

Need ja teised tähelepanekud kinnitavad, et sooda on süsihappenaatrium.

2. **Sooda kasutamine.** Keedame soodalahuses rasvast lappi. Veega lappi üle loputades näeme, et ta läheb puhtaks. Seepärast kasutatakse soodat majapidamises eriti rasvaste asjade ja nõude pesemiseks.

Lisandame kaevuveele pisut soodalahust: kaevuvesi läheb segaseks. Ka lubjavesi läheb segaseks, kui talle lisandada soodalahust. Kõik see on tingitud sellest, et soodas seotud süsihape ühineb lubjaga. Seda sooda oma dust— harilikust veest lubjähendeid välja sadestada — kasutatakse kareda vee pehmeks muutmiseks.

3. **Söögisooda.** Söögisooda on valge pulbriline aine. Tema lahustub vees palju raskemini kui pesusooda.

Asetame söögisooda katseklaasi. Suleme katseklaasi koriga, mis varustatud klaastoruga, nagu see on kolvil 124. joonisel. Kuumutades söögisoodaga katseklaasi, võime kindlaks teha, et tast eraldub gaas. Ligem uurimine näitab, et see on süsihappu gaas. Kui kuumutamisel gaasi enam ei tule, laseme katseklaasi jahtuda. Lisame nüüd soolhapet juurde. Näeme, et katseklaasis olevast ainest eraldub kihisedes mingi gaas. Ka see osutub ligemal vaatlusel süsihappuks gaasiks.

Söögisooda erinebki pesusoodast selle poolest, et ta kuumutamisel annab süsihappu gaasi; pesusooda annab seda vaid hapete (soolhappe) toimetel. Ligemad katsed on näidanud, et pesusoodalahusesse süsihappu gaasi juhtides pesusooda muutub söögisoodaks. Seejuures ühineb ta süsihappega. Nii on siis söögisooda süsihapperikkam kui pesusooda. Pesusoodat nimetatakse keemias, nagu juba öeldud, süsihappuks naatriumiks; **s ö ö g i s o o d a** on aga **h a p u s ü s i h a p u n a a t r i u m**. Et söögisooda on süsihapperikas ja osa süsihapet juba kuumutamisel ära annab, siis tarvitatakse teda mitmesugustes küpsetamispulbrites. Mis tähtsus neil on? Soodat tarvitatakse ühes süsihappu gaasiga ka mõnede jookide nagu **s o o d a v e e** ehk **s e l t e r s i** valmistamiseks.

4. **Tuhaleelis ehk libe.** Pesusoodale lähedal seisab tuhaleelis. Seda saadakse tuha leotamisel vees. Osa tuhkaaineid lahustub vees. Seda leotist nimetatakse tihti **l i b e d a k s**, sest ta tundub näppude vahel libe nagu pesusoodagi. Ka punase lakmuspaberi muudab ta siniseks. Libedat kuivaks keetes saame hallika aine. See on **potas**. Nii tuhaleotis kui ka sellest saadud **potas** annavad soolhappe toimetel süsihappu gaasi.

Potas on keemiliselt **s ü s i h a p u k a a l i u m**. Kaalium on samasugune pehme metall kui naatrium. Kaaliumiühendeid leidub taimedes. Põlemisel jäävad nad tuhasse süsihappeühendina. Kaaliumiühendid annavad lillaka leegi värvuse.

45. Seebikivi ja seep.

1. Meie tähtsama pesuvahendi — seebi — aluseks on **seebikivi**. Teda saadakse soodast lubja toimel.

Sooda lahustatakse vees ja saadud lahusele lisandatakse lubja. Lubi ühineb soodas oleva süsihappega süsihapuks lubjaks, mis valge sademena langeb põhja. Lahusest saame seebikivi kätte, kui sellest vee ära keedame.

Seebikivi mõjub paljudesse ainetesse s ö ö b i v a l t. Veel rohkem kui kustutatud lubi. Ta sööb läbi riide, paberi ja naha. Paljaste näppude vahel teda hoida ei või.

Seebikivi on tugev hapete siduja. Ta lahust rasvale lisandades ja soojendades, lõhustab ta rasva, ühinedes rasvahapetega ja moodustades nendega seebi.

2. **Seebi valmistamine.** Seebi valmistamiseks võtame 100 cm³ vett ja lahustame selles 5—6 grammi seebikivi. Kaalume 30 grammi rasva (soolamatut), lisandame sellele 25 cm³ seebikivilahust ja keedame nõrgal tulel, seejuures hästi segades. Aeg-ajalt lisandame väikeste osade kaupa kõik seebikivilahuse. Ligikaudu poole tunni järel on seebikivi rasvaga ühinenud s e e b i l i i m i k s. Seepi saab seebiliimist keedusoola abil eraldada ehk välja soolata. Selleks lisandame ligikaudu 10 grammi keedusoola seebiliimile ehk seebilahusele ja keedame veel mõni aeg. Keedusool vähendab seebi lahustuvust vees ja selle tõttu toimubki seebi eraldumine seebiliimist.

Seebikeetmiseks tarvitatakse ka taimerasva. Need seebistuvad kergemini kui loomarasvad. Ka kampolit lisandatakse sageli.

Meie harilikud seebid on naatriumseebid — nad on tahked. Peale nende on olemas ka määrdetaolist, vedelat seepi. See on r o h e l i n e s e e p. Tema valmistamiseks tarvitatakse taimerasva (kanepi-, lina- või puuvillaseemneõli) ja potasist saadud kaaliumiseebikivi.

3. **Seebi omadusi.** Lahusta natuke seepi soojas destilleeritud vees ja lase saadud lahusel ära jahtuda. Võta pudel destilleeritud veega, vala sellele pisut seebilahust juurde ja loksuta: vesi vahutab hästi.

Võta destilleeritud vee asemele kaevuvett ja lisanda sellele veidi seebilahust. Loksuta hästi segi. Sa näed sadet tekkivat ning vesi ei vahuta. Lisanda väikeste osade kaupa nii palju seebikivilahust kaevuveele, et see hakkab vahutama.

Kõva ehk kare vesi hävitab seebi vahutamise. Nagu katsed on näidanud, tuleb see sellest, et seep ühineb kõvas ehk karedas vees leiduvate lubja- ja magneesiumi-ühenditega. Alles siis, kui kõik need seebiga seotud, pääseb seep mõjule.

Lisanda kaevuveele pisut soodat ja loksuta hästi segi. Nüüd lisanda sinna natuke seebilahust. Loksutades näed vahtu ilmuvat. Sellest näed, et sooda teeb vee pehmeks. Pehme veega on kasulikum pesta: ta tarvitab vähem seepi. Miks?

4. **Alus ja sool.** Võtame natuke naatriumseebikivilahust. Asetame temasse punase lakmuspaberi. Milliseks värvub see? Lisandame nüüd seebikivilahusele soolhapet. Ettevaatlikult väikeste osade kaupa seda lisandamist toimetades võime märgata, et teatud happe hulga juures lakmuspaber omandab vahepealse värvuse: ta pole ei punane ega sinine. Sel korral võime ütelda, et meil on happega seotud kõik seebikivi ja lahuses pole ka üleliigset hapet. Kui nüüd niiviisi saadud lahus kuivaks keeta, saame jäägina valge aine. Seda ligemalt järele katsudes leiame, et see on keedusool.

Ka teiste hapetega, nagu väävelhape, salpeeterhape, võime leida, et seebikivi ühineb nendega teatud **s o o l a k s**. Neid soolasid nimetatakse keemias vastava happe ja sellega ühineva vesihapendi metalli järgi. Seebikivi on naatriumvesihapend. Väävelhappega temasse mõjudes saame väävelhapu naatriumi. Kuidas nimetada soola, mis saadakse kaltsiumvesihapendi (kustutatud lubja) ja väävelhappe ühinemisel? Looduses leidub see sool kipsina.

Üldiselt nimetatakse neid metallide vesihapendeid, mis hapetega annavad soolasid, **a l u s t e k s**. Neid aluseid aga, mis vees lahustuvad ja punase lakmuse muudavad siniseks, kutsutakse **leeliste k s**. Leeliselt toimib ka taimellehtede tuhk. Sellest ta nimi — leeline.

46. Liht- ja liitained.

1. Ainete hulk looduses on väga suur. Suuremat osa neist on võimalik lagundada mitmeks aineks. Näitena tuleta meelde vett. Vesi laguneb nii kuumutamisel kui ka elektrivoolu toimel vesinikuks ja hapnikuks. Kuid vesinikku ja hapnikku pole korda läinud veel lihtsamaiks aineiks lagundada. Seepärast nimetatakse neid **lihtaineiks** ehk **keemilisiks põhiaineiks**. Ka keemilisteks elementideks nimetatakse sääraseid aineid.

Lihtaineid pole palju. Neid on teada 90. Aineist, mida seni oleme tundma õppinud, kuuluvad siia hapnik, vesinik, lämmastik, süsinik ja kõik metallid. Keemilisi põhiaineid märgitakse keemias sümbolite ehk märkide abil. Selleks on harilikult nende ladinakeelse nimetuse esimene täht. Kui aga kaks elementi algavad ühe ning sellesama tähega, siis lisandatakse ühele neist mõni teine täht ladinakeelsest nimetusest.

Keemiline põhiaine	Ladinakeelne nimetus	Sümbol
Hapnik	Oxygenium	O
Vesinik	Hydrogenium	H
Lämmastik	Nitrogenium	N
Süsinik	Carboneum	C
Vask	Cuprum	Cu
Kaltsium	Calcium	Ca
Elavhõbe	Hydrargyrum	Hg
Raud	Ferrum	Fe
Hõbe	Argentum	Ag
Kuld	Aurum	Au

2. Lihtainete ühinemisel tekivad **liitained** ehk ühendid. Tuleta meelde, milliseist lihtaineist koosneb süsihappu gaas, karm, rauarooste. Nimeta tähtsamaid mineraale, mida tunnud. Mis ainete liiki nad kuuluvad?

Liitaineid märgitakse keemias vastavaist sümboleist koostatud keemiliste valemite kaudu. Vett elektri abil lagundades nägime, et seejuures tekkis kaks osa vesinikku ja üks osa hapnikku. Vee keemiline valem on H_2O .

Palju aineid valmistavad taimed ja loomad. Suuremale osale neist on iseloomustavaks koostusaineks süsinik. Neid

nimetatakse orgaaniliseks aineiks. Kui orgaanilist ainet põletada, siis tekib ikka süsihaput gaasi. Kuidas seda tõestada? Tihti võib orgaanilise aine ära tunda selle järgi, et ta kuumutamisel söestub. Katsu selgusele jõuda, kas suhkur ja paber kuuluvad orgaaniliste ainete hulka. Vastandiks orgaanilisele ainele on anorgaanilised ained. Siia kuuluvad eluta looduse ehk mineraalained. Nimeta mõningaid neist.

47. Kuidas kaitseme end mürgiste gaaside vastu.

1. **Sõjagaasid.** Lennuasjanduse arenemine on muutnud liiklemise seisukohalt tähtsusetuks piirid maade ja rahvaste vahel. Sõja ajal asetab see mitte üksnes sõjaväe, vaid ka rahuliku elanikkonna ootamatute rünnakute ette. Suures kõrguses liiklevad lennukid võivad meid üle külvata mitmesuguste lõhke-, süüte- ja gaasipommidega. Eriti hädaohtlikud on gaasipommid, mis purunedes saadavad laiali igale poole tungivaid mürgiseid sõjagaase. Neid gaase on mitmesuguseid. Gaase, mis silmadele mõjuvad ja neis pisaraid esile kutsuvad, nimetatakse pisargaasideks. Gaasid, mis nina ja kurgu ilanhka ärritavad ning aevastama panevad, on aevastusgaasid. Lämmatavad gaasid (kloor, fosgeen) mõjuvad hingamisorganitele ning lämmatavad hingamist. Sööbegaasid (sinepigaas ehk ipriit) sattudes meie nahale kutsuvad esile väga raskesti paranevaid ja äärmiselt hädaohtlikke haavu. Kaitsta end nende vastu pole kerge: nad tungivad läbi meie kehakatete ja nende mõju ilmneb alles tundide järel.

2. **Gaasitorbik ja -varjend.** Sõjagaaside hädaohu puhul tuleb kõigepealt katsuda kaitsta meie hingamiselundeid. Sissehingatava õhuga ei tohi sattuda mürgiseid gaase kopsudesse. Lihtsam abinõu selleks on hingata õhku läbi ainete, mis neid gaase kinni peavad. Üks säärastest ainetest on süsi. Tal on omadus endasse võtta palju gaasilisi aineid ja neid kinni pidada ehk absorbeerida.

Selle selgitamiseks korraldame järgmise katse. Võtame natuke broomi. Broom on väga mürgine raske vedelik punaka värvusega. Teda pudelisse asetades näeme pea, et pudel täitub punaka gaasiga. See on broomi aur. Valame seda broomi auru teise pudelisse, asetame sinna sütt, suleme pudeli korgiga ja raputame seda. Pea näeme, et punakas broomi aur on kadunud. Süsi on ta enesesse võtnud ehk absorbeerinud.

Sõe absorbeerivat toimet saab suurendada, kui teda käsitleda veeauruga kõrge temperatuuri juures. Nõnda käsitletud sütt nimetatakse **a k t i i v s õ e k s**. Aktiivsüsi on gaasikaitsena üks tähtsamaid aineid.

Ent mürgiseid gaase on mitmesuguseid. Aktiivsüsi üksinda ei suuda neid tarvilisel määral kinni pidada. Tuleb selle kõrval kasutada ka teisi aineid, eriti aga sääraseid, mis mürgiseid gaase keemiliselt seovad ning seetõttu neid kahjutuks teevad. Selles mõttes on mõjuvaks aineks **n a a t r o n l u b i**, mis koosneb seebikivist ja lubjast.

Naatronlubja toime selgitamiseks teeme mõned katsed.

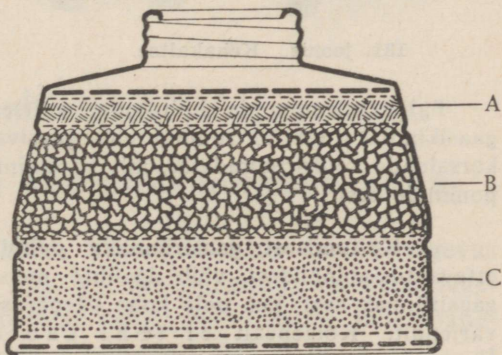


129. joonis. Klaastoru naatronlubjaga.

1. Süsihaput gaasi tunneme sellest, et ta teeb sogaseks lubjavee. Kui juhtida aga süsihaput gaasi läbi toru, mis täidetud naatronlubjaga, siis ei pääse sellest süsihappu gaas läbi ja lubjavesi jääb selgeks või äärmisel korral muutub vaid vähe.

2. Valame broomi auru väikesesse pudelisse. Lisandame sinna naatronlubja ja raputame siis. Pea näeme, et punakas broomi aur on kadunud: ta on ühinenud naatronlubjaga.

N a a t r o n l u b i on üks keemilistest absorptsioonivahendeist. Tema toimet saab tõsta mitmete teiste ainete lisandamisega.

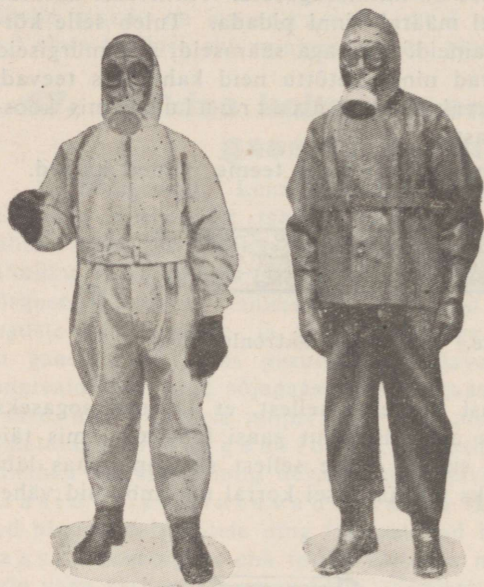


130. joonis. Gaasitorbiku filter.

Aktiivsõe (B) ja keemilise absorptsioonivahendi (A) kihid moodustavad olulise osa gaasitorbikus. Harilikult on peale nende

kahe kihi veel nõndanimetatud udufilterkiht (C), mis kinni peab suuremaid tolmuosakesi, mis õhus hõljuvad.

Hingates õhku läbi säärase gaasifiltri, kaitseme oma hingamiselu mürgiste gaaside eest.



131. joonis. Kehakaitse.

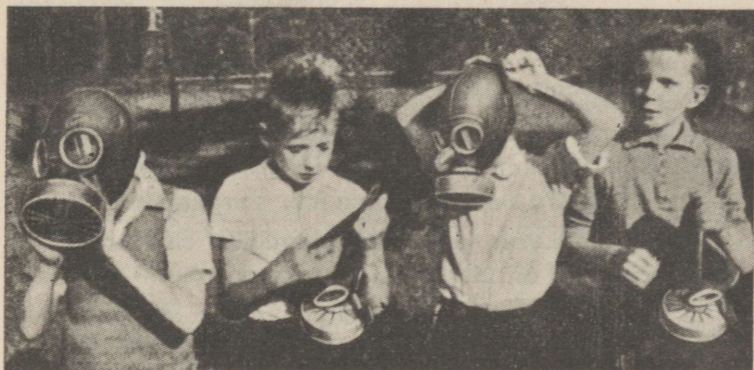
Mõnede mürgiste gaaside puhul, nagu seda on sööbe-gaasid, ei piisa üksnes hingamiselu-dite kaitsest. Sööbe-gaasid tungivad läbi riide. Sellepärast tuleb kaitsta kogu keha. Selleks kasutatakse harilikult kummiga impregneeritud riie-tust.

Kuid pikemat aega ei suuda ka kummi vastu panna. Tugeva sööbe-gaasi rünnaku korral võib arvestada kummi-riietuse vastupida-vust vaid 30 minu-tini.

Palju julgemat ja hõlpsamat kaitset suudavad pakkuda gaasikindlaks tehtud ruumid ehk **gaasivarjendid**. Neid tuleb korraldada keldriruumidesse, mis paremini kaitstud purustavate pommide eest.

3. Käitumisest gaasirünnaku puhul. Hoolimata kõigist ettevaatus-abinõudest võib igapäevaste meist tabada ootamatult gaasirünnak seal, kus pole kohe käepärast ei gaasitorbikut ega varjendit. Kõigepealt ei tohi kaotada mee-lekindlust. Tuleb hingata võimalikult nõrgalt, mitte sügavalt, ja katsuda lühemat teed mööda välja pääseda gaasi piirkonnast. Kui oleme sellest väljas, siis tuleb ennast lasta viia või sõita kohe arsti juurde. Käimisest tuleb võimalikult hoiduda, sest iga samm kahjustab

gaasiga vigastatud hingamiselundeid. Kui pole lootust gaasi-
piirkonnast väljapääsemiseks, siis püüame endid varjata
maja kõrgemal korral asetsevas ruumis, sul-
geda ukсед ja aknad ning peale selle tihendada kõik praod ruu-



132. joonis. Õpilased gaasitorbikut tundma õppimas.

mis märja riidega. Sõjagaasid on suuremalt jaolt rasked gaasid.
Kõrgemale tungib neid vähem. — Tähtis on ka ümberriie-
tumine, sest ka riidesse imuvad sõjagaasid.

Inimkeha ehitusest ja tegevusest.

48. Millest koosneb inimese keha.

1. **Rakud ja koed.** Vahetpidamata kestab tegevus
inimese kehas. Ka siis, kui me puhkame, on keha tege-
vuses. Palju toimub meie kehas meile endile tähelepane-
matult. Isegi vastu meie tahtmist. Me ei saa käskida, et
südame tuksumine jääks seisma või hingamistegevus pike-
maks ajaks peatuks. Nagu korralikus riigis kodanikud,
nii täidavad kehaosad igaüks neile määratud ülesandeid.

Ja ometi koosneb inimkeha kuni 30 miljardist üksikust rakukesest, millest mõned on nii väikesed, et nende vaatlemiseks tuleb tarvitada kuni 2000-kordset suurendust. Rakukeste vahel valitseb tööjaotus. Ühed (naha rakud) kaitsevad keha väljastpoolt, teised kannavad keha mööda laiali hapnikku (millised?), kolmandad (luurakukesed) moodustavad keha alustoe.

Ühiseid ülesandeid täitvad rakukesed on koondatud **kudedeks**. Tähtsamad koed on: lihased, luud, rasvkude, ergukude, veri, nahk, sisusekoed.

Koed omakorda ühinevad **elundeiks** ehk **organeiks**, mil täita igäühel eri ülesanded (kreeka *organon* — tööriist).

Kogu elutegevus avaldub üksikute organite tegevuses. Milliseid organeid tunnend möödunud aastast? Nimeta nende ülesandeid. Tuleta samuti meelde taimede organeid ja võrdle nende ülesandeid inimese omadega.

2. Koostusained. Lihtainete hulk, mis moodustab inimese keha, pole eriti suur. Tähtsamad neist on hapnik, süsinik, vesinik, lämmastik, kaltsium, fosfor, kloor, naatrium, väävel ja raud. Peale selle leidub õige vähesel määral veel mõningaid muid aineid.

Kõik need ained on inimkehale vajalised. Nendeta ei saa me elada. Ometi ei jää nad püsivalt kehha. Järjest eritab inimkeha aineid. Neid asendatakse toitmise teel. Mõne aasta kestes uuendub sel teel keha kuni viimse osakeseni. Ainevahetus kestab kogu elu aja. Ta lõpeb alles surmaga.

Inimkeha tegevust saab võrrelda aurumasinaga. Viimasele on tööks vaja vett, küttaaineid ja õhku. Samuti tarvitab inimene õhku, vett ja toitu. Nad kuluvad kehaosade uuendamiseks ja soojuse tekitamiseks ning tööks.

Tähtsat osa ainevahetusel etendab vesi. Temas peavad kehale vajalised ained lahustuma. Vee kaudu kantakse neid kehas laiali. Kuidas?

49. Luukond.

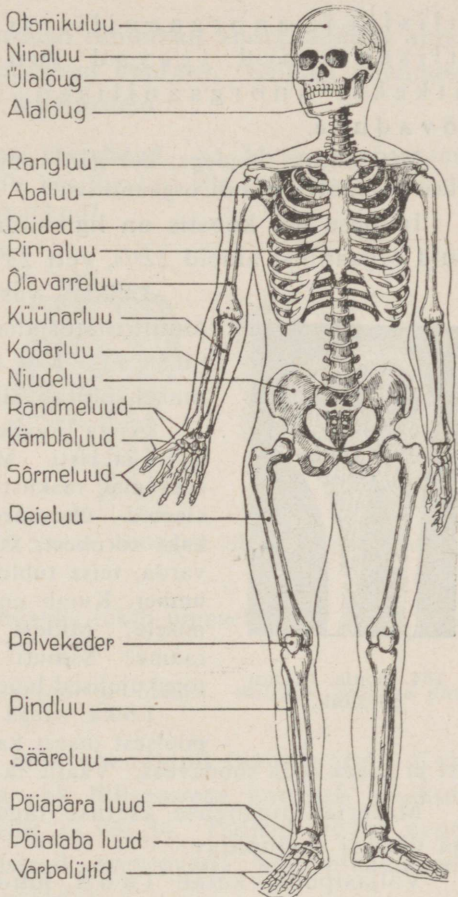
1. **Luu koosseis ja ehitus.** Kehale aluseks ja kuju andjaks on üksikuist luudest koosnev **luukere** (133. joonis).

Koos lihastega moodustab luukere liikumis-elundid. Peale selle on luukere kaitseks õrnadele elunditele, mis asetsevad luude poolt moodustatud õõntes.

Et täita oma ülesannet, peavad luud olema vastupidavad.

Võta kaks väiksemat luukest või kaks üheraskust luutükki ja kaalu nad ära. Kuumuta üht luud traadi otsa seotult piirituslambil või tulistel sütel küdevas ahjus. Kui ta tulipunaseks muutub ja enam ei suitse, võta tulelt ja lase jahtuda.

Kuidas muutus luu värvus? kuju? kõvadus? vastupidavus? Lase kukkuda lauale. Mis juhtub luuga? Millised ained põlesid tules, millised jäid? Siit järeldame, et luus sisalduvad orgaanilised ained teevad luu sitkeks ja painduvaks.



133. joonis. Luukere.

Teise luu asetame 10⁰/₀-sse soolhappesse. Paari päeva pärast loputame ja kuivatame. Kuidas muutus luu väliskuju? Katsume luud murda. Lõigata. Mis toimus luuga soolhappes? Osa aineid lahustus. Need on anorgaanilised ained. Millised jäid?

Neist katseist järeldame, et luu koosneb orgaanilisist ja anorgaanilisist aineist. Orgaanilised ained teevad luu painduvaks ja sitkeks, anorgaanilised annavad luule kõvaduse.

Mis juhtuks luudega, kui nad koosneksid ainult anorgaanilisist aineist? Ainult orgaanilisist?

Inimese luu koostis on ligikaudu järgmine: rasva ja muid orgaanilisi aineid 22⁰/₀, vett 23⁰/₀, lubiaineid 55⁰/₀.

Luude vastupidavus ei olene ainult materjalist, vaid ka selle asetusest. Kui suur tähtsus on viimasel, näitab järgmine katse.



134. joonis. Õlaluu pikilõik.

Aseta joonlaud kahele tooliseljale lapiti ja risti. Millal suudab ta kanda suuremat raskust? Sedasama näed, kui kleebid ühesuurustest paberilehtedest kaks torukest, keerates ühe lehe sukavarda, teise tublisti jämedama klaastoru ümber. Kumb on vastupidavam murdumisele? Millest valmistatakse jalgratta raame? Samuti vastupidavad on pikad torukujulised luud.

Lõika saega suurema luu liigese-poolsest otsast kahe millimeetri paksune liist ja keeda seda soodavees. Vaatle ta ehitust nüüd.

Materjali niisuguse asetuse tagajärjel on luu kerge, aga ühtlasi vastupidav.

Väljastpoolt katab luud **luu-ümbris**, mis on luu tekitajaks. Pikkades õõnsates luudes on **luu-üdi**. Temas tekivad punased verelibled.

Mitte alati pole luu ehitus ja koostis ühesugune. Lapse luudes on vähe anorgaanilisi aineid. Luud on peh-

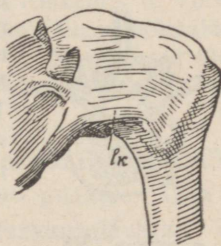
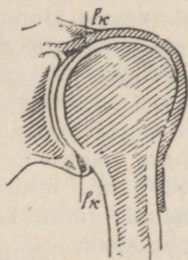
med. Laps ei saa istuda ega seista. Lapse kasvades suureneb anorgaaniliste ainete hulk.

Halva toidu ja korteri puhul toimub anorgaaniliste ainete hulga kasvamine aeglaselt, tekib haigus — rahhiit: laps hakkab hilja kõndima, luud on pehmed, ja jalad võivad kergesti jääda kõveraks.

Vanemas eas suureneb tunduvalt anorgaaniliste ainete hulk luus ja luud muutuvad hapraks. Sellega ühenduses võib kergesti tekkida luumurdeid.

2. Kuidas luud on ühendatud. 1. Mitmes kohas saad kätt liigutada? 2. Võrdle käe liigutusi jala omadega. 3. Kuidas on need liigutused võimalikud?

Nii jala kui ka käe luud on ühendatud liigeste abil. Liigeses ühendatud luude otsad on kaetud sileda kõhrega (krõmpsluuga).



Liigest ümbritseb liigesekihn (liigesekapsel).

Hõõrdumise vähendamiseks tekib liigesekapslis liigesevõiet.

Leia tähtsamad liigesed ja määra, mitmes suunas saad organit neis liigutada.

Mitte kõik luud pole ühendatud liigeste abil. Keha püsti hoidev selgroog ehk lülisammas koosneb üksikuist lülidest. Neid on arvult 33 või 34. Lülisid seovad nende vahel asetsevad elastsed (vetruvad) kõhr-plaadikesed. Seetõttu on selgroog painduv.

Katsu, kui palju ja millises suunas saad teda painutada.

Lülisammas on kere aluseks. Kuni osad pole veel täielikult luustunud, võib ta kergesti kannatada ühekülgsel

135. joonis. Õlaliiges: läbilõik, liiges kapslis.

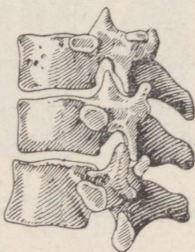
asendi tagajärjel. Kui koolis kirjutades päevast päeva istuda ühte viisi keha kõveras hoides, jääbki selgroog kõveraks. Samuti võib istuda küüru selga.

Pane tähele, kuidas istud. Püüa alati hoida keha nii, et sa ei rikuks selgroogu.

Selgroolülid on seest õõnsad ja moodustavad lülisamba kanali, milles asetseb seljaaju.

Selgroo külge kinnitub 12 paari roideid. Ülemised neist ulatuvad eesmistest otstega rinnaluuni, millega nad ühendatud poolliikuvalt kõhrede abil; alumised liituvad eelmiste kõhrede külge või asetsevad päris vabalt. Selgroog ja roided moodustavad rinnatõõne.

Kui istudes toetume rinnaga vastu lauda, surume rinnatõõne sisse. Pikapeale muutubki ta sisselanguks. Seepärast tuleb istuda nii, et rinnatõõs oleks vaba. Mispärast on tähtis, et rinnatõõs oleks avar? Tuleta meelde, mida möödunud aastal õppisid kopsu mahust ja selle tähtsusest. Määra joonise järgi, mitu roiet on rinnaluuga ühendatud; mitu kõhrluude kaudu; mitu asetseb vabalt.



136. joonis. Selgroolülid.

1. Mis asetseb rinnatõõnes? 2. Missugune tähtsus on sellel, et roided annavad liikuda? 3. Katseta, missugune lülisamba osa on kõige painduvam ja missuguses suunas saad teda painutada. 4. Missugused võimlemisliigutused arendavad selgroogu?

3. **Jäsemete luud** on ühendatud selgrooga. Kahel pool selgroogu asetsevad **abaluud**. Neid ühendavad selgrooga ja küljeluudega lihased. Selle tõttu annavad nad liikuda. Eestpoolt ühineb abaluuga **rangluu**, mille teine ots liitub rinnaluuga. Abaluuga ühineb õlaliigese abil **õlaluu**. Küünarliigeses on viimasega omakorda seotud **küünar-** ja **kodarluu**.

Viimasele järgnevad 5 randmeluud, edasi 5 kämbla-luud ja 14 sõrmeluud.

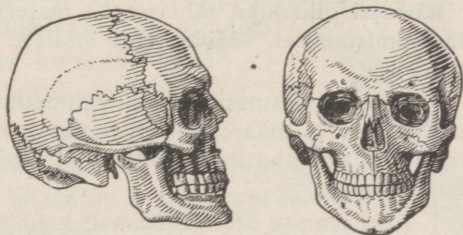
Jalaluud on ühendatud selgrooga **niudelu** ehk **vaagna** abil, millega selgroog on liikumatult kokku kasvanud.

Seistes ühel jalal ja liigutades teist, leia puusaliiges, mille kaudu jalaluud on seotud niudeluuga. Katsu, kuidas jalg annab liikuda selles liigeses. Reieluuga ühineb põveliigeses sääreluu, mille kõrval asetseb pindluu. Painuta jalg põveliigeses. Kuidas saad teda liigutada? Ühel jalal seistes ja teist rippuda lastes leia põlvekeder. Labajala moodustavad põia-pära ja põia-laba luud. Loenda joonisel, kui palju on esimesi, teisi.

1. Võrdle, kuidas saad liigutada kätt öla-, kuidas küünarliigeses (hoia teise käega kinni ölaluud). 2. Kuidas saad liigutada labakätt, hoides kinni küünarvart? 3. Kuidas saad liigutada sõrmi? 4. Võta kokku, mitu luud on käel. 5. Võrdle jala luid arvult käe omadega. Kumbas on neid rohkem? 6. Võrdle jala ja käe liigutusi üksikuis liigestes; kumb liiges võimaldab rohkem liigutusi, kas öla või puusa oma? 7. Missugused ülesanded on täita käel? jalal? Kuidas sellele vastavad nende üksikud osad?

4. **Kolju.** Pealuud moodustavad õõne, milles asetseb kõige õrnem osa inimkehast — peaju. Ömbluste kaudu liikumatult kokku kasvanud luud on peajule parimaks kaitseks. Üldse on pealuus 29 üksikut luud. Ainult alumine lõualuu on liikuv. Milleks on see tarvilik?

Leia joonisel (137. joonis) silmakoobas, ninaõõs, kuulmeavaused.



137. joonis. Pealuu.

Ka pealuu on ühendatud selgrooga, nimelt viimase kaela-lülidega. See ühendus on liikuv. Katsu, milliseid liigutusi saad teha peaga.

7. **Luumurrud.** Kui tugevad luud ka ei ole, ometi võivad nad murduda. Kõige sagedasemad on jäsemete luude murrud.

Luumurde korral on vajaline kiire arstiabi. Esialgne side tuleb teha aga koha peal. Enne ei tohi haiget paigalt toimetada. Iga väiksema liigutamine võib murtud luude otsad kohalt nihutada, tekitades suuri valusid ja vigastades ümbritsevaid kudesid. Et seda ei juhtuks, pannakse liige lahasesse. Lahasessepanekul saab tarvitada kitsaid lauakesi, pappi ja hädakorral isegi jalutuskeppi või vihmavarju. Enne mähitakse nad rõivaga ümber, et nad ei tekitaks valu. Kätt võib pärast lahasessepanekut rätiga kaela siduda. Vilumatul inimesel on raske kindlaks teha, kas luu on murdunud või mitte. Seepärast tuleb murdunuks pidada iga liiget, mis pärast kukkumist või lööki tekitab suurt valu ja on teovõimetu. Lahasessepanekul ei tohi riideid maha kiskuda, vaid ettevaatlikult noaga õmblusi mööda lahti lõigata. Murtud kohal kasvavad luud uuesti kokku. Et liige saaks pärast luude kokkukasvamist täita oma ülesannet, seatakse ta enne sideme tegemist loomulikku asendisse.

Kukkumise ja löögi tagajärjel võib tekkida nikastus: üks luudest tuleb välja liigeselohust. Selle juures venitatakse harilikult välja liigesekapsel ja sidemed. Ka nikastuse puhul on arstiabi möödapääsematu. Kuni arsti kohalejõudmiseni tuleb nikastatud liige paigal hoida ja teha külmi mähiseid (kompresse).

8. **Looma luudest ja nende kasutamisest.** Selgrooliste luukere sarnaneb üldjoontes inimese omaga. Millised osad puuduvad konna luukeres? rästiku luukeres?

Kiviajal olid luud tähtsamaks materjaliks töö- ja sõjariistade valmistamisel. Mida tehti luudest? Kuidas töötati luud ümber?

Ka praegu kasutatakse luid mitmeti. Luudest saadav rasv läheb seepide ja määrete valmistamiseks. Luusütt tarvitatakse filtrimisel. Luujahu leiab kasutamist lupja ja fosforit sisaldava väetusainena.

1. Leia joonise abil tähtsamad luud oma kehas. 2. Nimeta mõned torukujulised, mõned lamedad luud. 3. Nimeta selgroolistest üks kuival maal elav, üks õhus liikuv, üks vees elav loom. 4. Nimeta kolm looma, kellel puudub selgroog. 5. Nimeta üks väga painduva selgrooga loom. 6. Kirjuta ühte sambasse käeluude nimetused ja nende kõrvale vastavate luude nimetused jalas. 7. Leia, mitmest kohast saad kätt liigutada, alates õlast kuni sõrmeotsteni. 8. Toetu seljaga vastu seinu ja liiguta käsi mööda seinu alt üles. Missuguse kuju joonestavad käed? Tee sama katset jalaga. Võrdle käe ja jala liikumise ulatust.

50. Lihased.

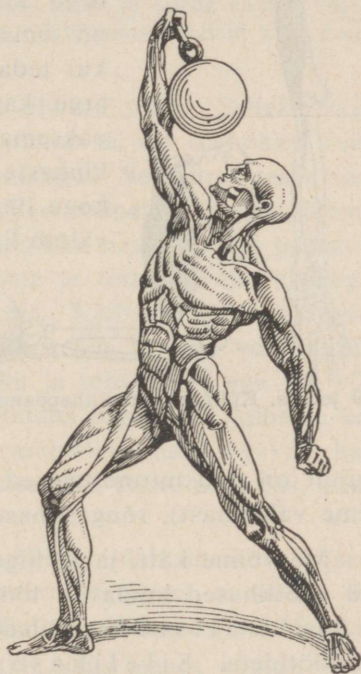
1. **Lihase ehitus.** — 1. Tuleta veel kord meelde ja katseta, milliseid liigutusi saad teha õla-, puusaliigeses.

Luud ei liigu ise. Neid panevad liikuma **lihased** ehk **musklid**. Seejuures võib luid vaadelda kangidena, mida tõstavad nende külge kinnitatud lihased.

2. Katsu leida lihas, mis tõstab õlavart, konksutab küünarvart, säärt. 3. Leia kaasõpilase õlavarre ümbermõõt käe väljasirutatud ja painutatud seisangus. Millest tuleb vahe?

Võtame kaks lihasetükki („liha“). Kaalume nad ära. Ühe neist paneme vähesse veega keema. Selle aja sees vaatleme teist. Pealt on ta kaetud lihasekestaga. Selle eemaldanud, leiame, et lihas koosneb üksikuist kimbukestest. Iga kimbukest kaatab õhuke kest, mille kaudu kimbud on omavahel ühendatud. Katsu neid üksteisest lahutada.

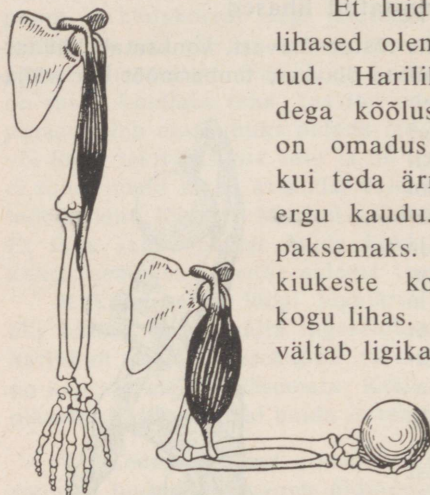
Mikroskoobis võimalikult peent lihasekiudu vaadeldes näeme, et ta koosneb üksikuist kiuketest, mis paistavad vöödilistena. Seepärast kutsutaksegi väliseid lihaseid **vöötilhasteks**. Vöötilhased on keskelt paksemad, otselt õhemad.



138. joonis. Inimese muskulatuur.

Leiame, kui palju jäi keedetud lihas kergemaks. Mis on selle põhjuseks? Lahustusid peamiselt soolad. Peale selle lahkus keetes lihasekestadest liimollust. Mis sünnib leeme jahtudes? Mis on „süldi“ tekitajaks? Keetmisel lahustunud ained muudavad vee maitsvaks rammuleemeks.

2. **Lihaste tegevus.** Vaatle konna sääremarja lihast. Hoiu teda sealjuures füsioloogilises lahuses. Missugune on ta kujult? Leia kohad, kus ta kinnitub luu külge. Mis värvus on lihase otsi luuga siduvail osadel? Need on **kõõlused**. Katsu, kui kõvasti nad on luuga ühendatud. Lahuta lihas luust. Kas ta ka kõõlusteta kohtadel on nii kõvasti luu küljes?



139. joonis. Küünarvarre kahepeane lihas.

Et luid liikuma panna, peavad lihased olema nende külge kinnitatud. Harilikult seovad lihaseid luudega kõõlused. Igal lihasekiukesel on omadus **kokku tõmbuda**, kui teda ärritada elektrivooluga või ergu kaudu. Lühenedes muutub ta paksemaks. Lihast moodustavate kiukeste kokku tõmbudes lüheneb kogu lihas. Lihase kokkutõmbumine vältab ligikaudu 0,1 sekundit, siis lõtvub lihas. Kui ärritused järgnevad tihe-
dasti üksteisele, ei saagi lihas lõtvuda.

Nii töötavad kõik teisedki vöotlihased.

Kujult on nad mitmesugused: piklikud, laiad (neist tunneme vahelihast), rõngaslihased (silma, suu).

Me võime kätt, jalga liigutada, kuidas soovime. Väli-
sed vöotlihased kuuluvad töötades meie käsku. Nad on tahtele alistuvad lihased. Siseorganite lihaste kiud on vöötideta. Silelihased töötavad aeglaselt, nad on tahtele alistumatud. Magu ja sooled teevad seedimisliigutusi meilt küsimata; veresooneid laienevad ja tõmbuvad kokku tarbe järgi meie teadmata.

Üks vöotlihas siiski ei alistu meie tahtele. See on süda. Aeglaselt töötavad silelihased ei suudaks teha seda tööd, mis on täita südamel.

1. Aseta parem käsi pahema õlavarre keskkoha ja konkuta ning siruta pahemat küünarvart. Kuidas muutuvad nende liigutuste puhul õlavarrel olevad lihased? 2. Aseta nimetis-sõrm ja põial konksutatud käe küünarvarre kahepeasele lihasele ja liiguta kätt. Kuidas muutub lihase pikkus? 3. Missugusele kangile vastab küünarvars? 4. Tõuse varvasseisangusse ja leia, kus asetseb seda liigutust sooritav lihas.

3. **Lihaste tervishoid.** Püsti seistes siruta käsi õla kõrgusel välja, hoides peopesa ülespoole. Vaata täpselt kella järgi, kui kaua jõuad kätt nii hoida. Mis toimus käega, kui ta hakkas väsima? Puhka vähemalt pool tundi ja korda katset, võttes peopesale 500-grammise raskuse. Kui kaua jõuadsid kätt hoida nüüd? Millest vahe?

Kokku tõmbudes teevad lihased tööd. Selleks vajavad nad jõudu. Inimkehas toimub järjest süsinikku sisaldavate ainete ühinemine hapnikuga. Seejuures tekib soojust. Soojus muutub jõuks. Veri toimetab kohale põlemiseks vajalisi toiteaineid ja hapnikku ning viib ära põlemissaadusi. Kui töö on jõukohane ja toimub vaheaegadega, läheb ka ainevahetus korralikult. Käib aga töö üle jõu või teeme seda liiga kiiresti ja kaua, siis ei jõua veri muretseda vajalisel määral hapnikku ja toiteaineid ega ära viia lagunemisprodukte. Tuleb puudus hapnikust, kehasse koguneb „põlemissaadusi“. See mõjustab lihase tegevust halvavalt — lihas väsib. Et muutuda töövõimeliseks, peab ta saama puhkust.

Kauakestva raske töö puhul avaldab üksikute lihaste väsimus mõju kogu organismi. Seepärast ei suuda me kätegaagi töötada, kui jalad pika maa käimisest on väsinud.

Mida rohkem lihas töötab, seda enam voolab tasse verd ja ühes sellega toitu.

Jõukohase töö juures toob veri lihasesse isegi rohkem toiteaineid, kui neid on vaja tööks. Jääk läheb lihase kasvamiseks. Selle tagajärjel muutub lihas t u g e v a m a k s. Vähe tegevuses olles saab lihas ka vähe toitu ja võib aja jooksul känguda. Kui inimene v ä h e t ö ö t a b j a p a l j u

sööb, rasvuvad ta lihased. Tööta muutub kogu inimkeha nõrgaks.

Aga töö peab olema jõukohane. Raske ja kauakestev töö kurnab keha ja muudab ta lõpuks tööle kõlbmatuks.

Võimlemisharjutused ja liigutused töö juures arendavad lihaseid. Lihaste töö mõjub isegi luudesse ja muisse kehaosadesse. Tugevad ning terved lihased on ka terve keha tagatiseks. Seepärast tuleb hinnata jõukohast tööd ja sporti. Spordialadest harrastame neid, mis võimaldavad mitmekesisist liikumist, nagu ujumine, suusatamine, uisutamine ja pallimängud.

Üksikute lihaste liigne harjutamine võib mõjuda tervisesse halvasti. Eriti kardetavad on liigsed pingutused südamele.

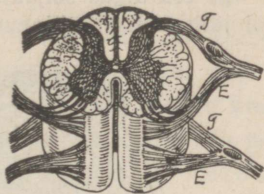
Missugused harjutused on sulle jõukohased ja vajalised, seda kuuled kooliarstilt ja võimlemisõpetajalt. Ühte tuleb pidada meeles: vaimutöö-tegijad peavad tegema ka füüsilist tööd. See käib õpilastegi kohta, sest neil tuleb koolis teha rohkesti vaimutööd.

1. Mispärast lihased harjutuse tagajärjel muutuvad tugevaks? 2. Missugused harjutused arendavad rühti, jala- ja kõhulihasid? 3. Missugused spordialad nõuavad vastupidavust? nobedust? julgust? kiiret otsustamist? 4. Missugused spordialad arendavad kogu lihaskonda? 5. Mispärast vajab inimene töö järel puhkust? 6. Milliseid lihaseid arendavad ujumine, jalarännakud, uisutamine, käsipall?

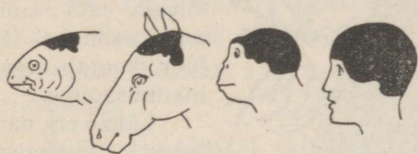
51. Närvisüsteem.

1. **Erkude ülesanne.** Iga lihase juurde tuleb valge niiditaoline erk ehk närv, mis lihases hargneb üksikuiks ergukiududeks. Kui erku ärritada, tõmbub lihas kokku. Erk ise ei ole lihase ärritajaks, vaid ainult ärrituste edasiandjaks, nagu elektri-

elemendi traadid. Kui jälgida mõnes lihases lõppevat erku, jõuame pea- või selja-ajju. Pea- ja selja-aju moodustavad keskerkkonna. Siit algavad kõik ergud ja ulatuvad hargnedes igale poole kehha nagu veresoonedki. Nende kaudu ei toimu mitte ainult üksikute lihaste käsutamine, vaid kogu meie keha tegevuse juhtimine. Harilikult ei pane me tähelegi, kui keerukas see on. Enamasti tuleb töötada mitmel elundil koos. Kui korralikult ja milise täpsusega see toimub!



140. joonis. Seljaaju ristlõik.



141. joonis. Loomade ja inimese pea-aju võrdlev suurus.

inimkehas ja väljaspool seda. Nii on närvisüsteemi ülesandeks inimkeha tegevuse juhtimine. Keskerkkonnast väljuvad seks käsud, keskerkkonnas võetakse vastu teateid kehaosadest ja välismaailmast.

2. Seljaaju asetseb lülisamba kanalis. Seega on ta hästi kaitstud välismõjude

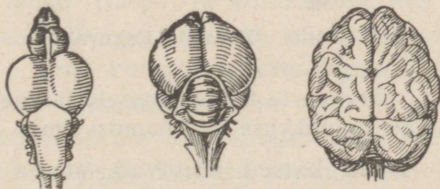
est. Seljaaju seesmise osa moodustab hall-ollus, mida väljastpoolt ümbritseb valge-ollus. Kahele poole

Kui korralikult ja milise täpsusega see toimub!

Pane kord tähele, kui palju üksikuid liigutusi tuleb teha, kui palju panna liikvele lihaseid ja luid riietumise puhul.

Kõike seda juhib närvisüsteem. Ta ei saa aga anda käske, kui ei tea, mis toimub

Nii on närvisüsteemi ülesandeks inimkeha tegevuse juhtimine. Keskerkkonnast väljuvad seks käsud, keskerkkonnas võetakse vastu teateid kehaosadest ja välismaailmast.



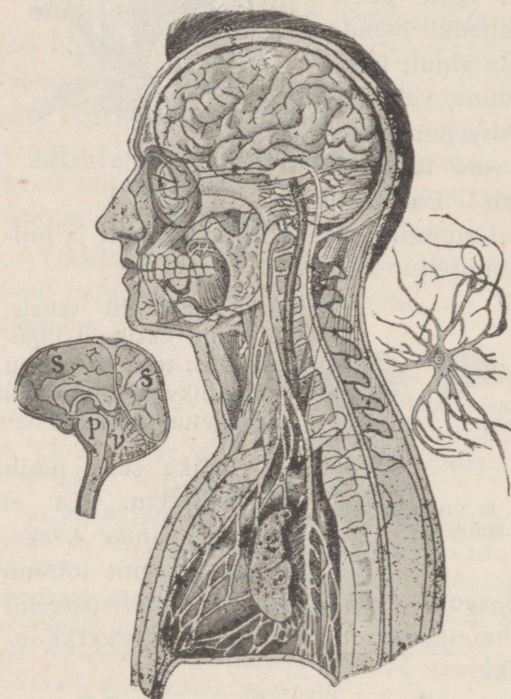
142. joonis. Forelli, tuvi ja orangutangipeaaju.

seljaajust läheb 31 paari erke. Need ergud lähevad kõigisse kehaosadesse, välja arvatud pea.

Iga erk algab seljaajus kahe närvi juurena, mis väljastpool lülisammast ühinevad. Katsed näitavad, et tagumise (T)

närvijuure läbilõikamisel loom kaotab tundlikkuse selles organ, kuhu läheb erk. Järelikult antakse tagumisest närvijuurest algavaid ergukiude mööda edasi ärritused sellest kehaosast, millega erk ühendab aju. Kui lõigata läbi sama ergu esimene (E) juur, kaotab organ liikumisvõime.

Läheb erk näit. looma tagumisse jalga, ei saa loom pärast esimese närvijuure läbilõikamist enam jalga liigutada. Ometi tunneb jalg valu: kui teda nõelaga torgata, jookseb loom minema jalga järele vedades. Mõle-



143. joonis. Peaaju. Ergurakuke.

mate närvijuurte läbilõikamisele järgneb täieline halvatus: liige kaotab tundlikkuse ja liikumisvõime.

Need katsed näitavad, et on kaht liiki erke. Esimesi nimetatakse **tunde-erkudeks**, teisi **liigutus-erkudeks**. Tunde-erke mööda tulevad ärritused ajju, liigutus-erkude kaudu väljuvad nad ajust. Seljaaju ristlõiku mikroskoobis vaadeldes näeme, et tahall-ollus koosneb ergurakukestest (143. joo-

nis), valge-ollus aga ergukiukestest. Hall-olluse ergurakukestest algavadki tunde- ja liigutus-ergukiud, mis erkudeks ühinenult lähevad kehha laiali.

3. **Peaaju** on keskerkkonna tähtsam osa. Ta asetseb pealuu-õõnes. Mida rohkem arenenud loom, seda suurem on ta peaaju võrreldes kehaga (141. joonis). Peaaju koosneb **suurest, väikesest ja piklikust ajust**. Suurema osa pealuu-õõnest täidab suur-aju (s). Tema all asetseb väike-aju (v). Suures ja väikeses ajus on hall-ollus väljaspool. Väljastpoolt on peaaju kääruline. **Käärud** suurendavad aju pindala. Madalamail loomadepuuduvad ajukäärud. Mida rohkem arenenud loom, seda käärulisem on ta peaaju, ja seda enam sisaldab ta ergurakukesti.

Piklik aju (p) asetseb suure aju all. Ta on õieti seljaaju laiinenud jätk, mis läbi kuklaavause ulatub pealuu-õõnde. Piklikus ajus asetsevad hall- ja valge-ollus nagu seljaajuski.

Suure aju alusest väljub 12 paari erke. Neist on tundeerke kolm paari: haistmis-, nägemis- ja kuulmis-ergud.

Kus nad lõpevad?

Teised on liikumis- ja segaergud, mis lähevad peasse ja kaela. Kehha viib peaajust üksainus erk. See algab piklikust ajust ning läheb rinna- ja kõhuõõnde, kus ta lõpeb seedimis-, hingamis- ja vereringvoolu-elundeis, mille tegevust ta reguleerib. Teda kutsutakse **uite-erguks** (u-e). Uite-ergu rikkele järgneb silmapilkne surm.

Pea- ja seljaaju ümbritsevaid luid vooderdavad seestpoolt **ajukelmed**, mis on luudega tihedasti seotud. Niiviisi moodustatud õõnes asetseb aju ajuvedelikus, mis kaitseb aju põrutuste ja löökide puhul.

1. Missuguseid erkusid võime nimetada tooma-, missuguseid viima-erkudeks? 2. Mis tähtsus on peaaju käärulisel pinnal? 3. Mis kaitseb välismõjude eest peaaju? seljaaju?

52. Kuidas töötab närvisüsteem.

1. **Tunde- ja liigutus-erkude koostöö.** Meie ees laual on raamat. Kuidas saime seda teada? Me nägime raamatut silmadega. Kui lõigata nägemis-ergud läbi, ei näe me midagi, olgugi et silmad on terved. Samuti me ei näe, kui rikkuda peaju osa, kus algab nägemis-erk. Järelikult oleneb nägemine ajust. Silma võrkkestale langev raamatu kujutis tekitab ärrituse. See ärritus anti nägemis-ergu kaudu peajju. Aju sai teada meie ees oleva asja kuju, suuruse ja värvuse. Aju kaudu tunnetasime, et see on raamat. Ajus tekkis otsus teda võtta ja lugeda. Otsus tehtud, anti liigutus-erkude kaudu käsk käelihastele vastavate liigutuste tegemiseks. Kuid peajjust ei-lähe kätte erke. See-eest on peaju koor ergukiudude kaudu ühendatud seljaajuga. Vastav ärritus läks seljaaju kaudu.

Nii juhitakse peajjust kogu keha tegevust. Nagu telefoni-keskjaama, tulevad peajju tunde-erkude kaudu teated sellest, mis toimub meie kehas ja ümbritsevas maailmas. Peajjus otsustatakse, mis vaja teha ühel või teisel juhul, ja saadetakse vastavad käsud välja liigutus-erkude kaudu.

Seejuures on igal aju osal täita omad eriülesanded. Katsed loomadega ja tähelepanekud inimestest, kellel mõni aju osa rikutud, näitavad, et tähtsamaks osaks keskerkonnas on ergurakukestest koosnev **suur-aju koor**. Tema abil tunneme ja mõistame, mis toimub meie kehas ja meid ümbritsevas maailmas. Tema kaudu toimub tahteline tegevus. Temas sünnib mõtlemine ja tundmine.

Ajukoore närvirakukesed on ergukiudude kaudu ühendatud omavahel ja seljaaju rakukestega, millest väljuvad tunde- ja liigutus-ergud. Ajukoore rikete tagajärjel võib inimene kaotada mälu, kõneoskuse, mõtlemisvõime. Samuti võib tekkida halvatusi mitmesugustes kehaosades.

Kui loomal eemaldada suur-aju, võib loom edasi elada, kuid ta kaotab võime otstarbekohaseks tegevuseks. Ta ei suuda

ise süüa ega juua. Ainult siis, kui talle toit panna suhu, neelab ta selle alla.

Väike-ajuta ei saa loom hoida keha tasakaalus ja kaotab kõndimis- või lendamisvõime. Seega juhib väike-aju keha tasakaalushoidmist ja keerulisemaid liigutusi. Piklik aju, nagu nägime eespool, korraldab uite-ergu kaudu siseorganite tegevust.

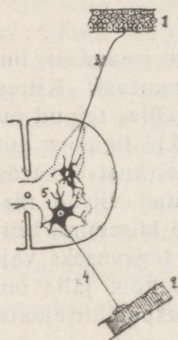
Kuni keha on terve, töötavad elundid nagu iseendast, ilma et me paneksime tähelegi selleks tehtavaid pingutusi. Kiiresti toimub reageerimine ka erilistes olukordades. Olles teinud mõned sammud, et minna üle tänava, märkame äkki ligineva auto tuutumist. Otsekohe pöördub pea sinnapoole, kust ähvardab hädaoht. Silmad näevad liginevat autot. Jalad viivad meid mõne sammuga tagasi kõnniteele. Süda töötab kiiremini, kiireneb hingamine, et muretseda kehale kiiremaks tegevuseks vajalist hapnikku. Kui hädaoht möödunud, läheb kõik jälle oma loomulikku käiku. Katsu leida erkude osa eespoolkirjeldatud juhul.

Samuti annavad ergud teada, kui kehas endas on midagi korrast ära. Ja aju teeb korraldusi vastavate abinõude tarvituselevõtmiseks. Kui haavame kuskilt nahka, tunneme valu, mis juhib tähelepanu tekkinud rikkele. Ühtlasi voolab haavatud kohta rohkem verd. Veri toob aineid parandamiseks. Kui haava satub pisikuid, suureneb veel rohkem vere juurdevool. Haavatud elund läheb kuumaks ja hakkab punetama. Tekib põletik. Seega pole põletik ise haigus, vaid organismi katse haigusest vabaneda. Sedasama nägime palavikugi kirjelduse puhul.

2. **Refleksid.** Kui nõelakesega kätt torgata, tõmbub käsi otsekohe tagasi. Samuti kuuma rauda puudutades. Võime loendada terve rea liigutusi, mis toimuvad nagu iseendast (automaatselt) vastuseks mõnele välisele ärritusele, ilma meie teadliku osavõtuta. Niisuguseid tahtmatuid liigutusi nimetatakse **r e f l e k s i d e k s**, s. o. peegeldunud liigutusteks.

Kuidas nad toimuvad, aitab osaliselt selgitada kõrvalolev skeem (144. joonis). Selle mõistmiseks tuleta meelde, mida õppisid seljaaju ergujuurtest. Punktis 1 ärritame ergu otsa. Ärritus läheb tunde-erku (3) mööda tagumise närvijuure kaudu

seljaaju tunderakukesse. See puutub oma harudega kokku teise ergurakukesega (5), millest algab samasse elundisse minev liigutus-erk (4). Sellele antakse ärritus edasi. Erk ärritab omakorda lihaseid (2) ja need astuvad tegevusse. Nii toimub liigutus samal silmapilgul, mil tunneme valu.



144. joonis. Refleks.

Sel teel toimub väga palju harilikus elus korduvaid liigutusi, mis tunduvalt lihtsustab ja kergendab elutegevust. Too näiteid.

Aga ka peaju kaudu juhitud tegevused võivad sagedate kordumiste puhul muutuda reflekside laadiliseks. Ergurakke ühendavaid teid kasutatakse nii palju, et üleminek tunde-ergult liigutus-ergule toimub meie tahtelise osavõtuta. Sellel nähtusel põhineb kordamise teel õppimine. Kui meilt küsida, kui palju on 9×7 , vastame mõtlemata — 63. Kõneldes, kirjutades, lugedes on niisuguseil sisseharjutatud liigutustel suur tähtsus. Kui palju kuluks aega, kui iga liigutuse puhul peaksime mõtlema!

1. Too tahteliste liigutuste näiteid. 2. Too reflekside näiteid. 3. Mis tähtsus on refleksidel?

53. Kuidas närvisüsteemi eest hoolitseda.

Närvisüsteemi moodustavad elundid on väga õrnad. Küll kaitsevad neid väljastpoolt kindlad katted, aga kergesti võime neid ise rikkuda. Teame, kuidas lihased töötades väsivad. Samuti väsib ka närvisüsteem. On ta ju alati tegevuses, ükskõik mis tööd keha teeb. Harilik väsimus pole kardetav. Ta näitab ainult, et keha vajab puhkust. Parimaks puhkuseks närvisüsteemile on korralik uni. Tuleb aga pidada silmas, et väsimus ei muutuks ületöötamise puhul liigväsimuseks. See on väga kardetav. Kui töötajal ei ole aega korralikuks puhkuseks, tal tuleb töötada ka öösi, ei suuda aju ja ergud väsi-

musest välja puhata. Selle tagajärjel jääb inimene nõrgaks, pea hakkab valutama, kaob söögiisu, kaob ka uni. Ainult pike-
maajaline puhkus toob abi. Muidu võib järgneda tõsine närvi-
süsteemi haigestumine, mis avaldab mõju kogu keha elutege-
vusse. Seepärast tuleb tõsiselt hoolitseda närvisüsteemi eest.
Rikkudes seda, rikume ka kogu oma keha.

Mõned ained, nagu alkohol, nikotiin tubakas, kofeiin kohvis, kaotavad lühikeseks ajaks väsimustunde. Enesepettus oleks aga uskuda, et nad tõesti suudavad väsimust kaotada. Tõelikult mõjuvad nad erkudesse nagu piits väsinud hobusesse. Lühikese aja pärast järgneb kokkuvarisemine. Seega pole nad kehale, eriti erkudele, kasulikud, vaid mõjuvad kahju-
toovalt. Terve organism tunneb, et nad pole talle head, ja püüab neist vabaneda. Oled vahest kuulnud, kuidas mõni poiss „mees olla tahtes“ viina võttis ja pärast pidi „hinge vaakuma“. Kas on veel meeles, mis puhul tekib oksendamine? Samuti on lugu esimeste suitsetamiskatsetega. Alles pikkamööda harjub inimene alkoholi ja tubakaga. Siis on aga raske neist vabaneda: rikutud organismil tekib tarve nende järele. Seepärast on kõige kergem hoiduda algusest peale. Varem nägime, missugust mõju avaldab alkohol seedimis- ja vereringvoolu-elundeisse. Veel rohkem rikub ta närvisüsteemi. Purjus inimesest näeme, et alkoholi mõjul keskerkkond korralikult ei suuda töötada. Joobnu liigutused toimuvad saamatult, ta ei saa arusaadavalt väljendada, ärritub kergesti, teeb selle tagajärjel tegusid, mille eest pärast ei suuda vastutada. Enamik sõimamisi, haavamisi, tapmisi toimub alkoholi mõjul. Alalise alkoholi tarvitamise tagajärjeks on kestvad närvisüsteemi rikked.

Seepärast on terve närvisüsteemi tähtsaks eeltingimuseks karske elu.

54. Meeleorganid.

1. Meeleorganite ülesanne. Tunde-ergud juhivad ajju väljastpoolt ärritusi. Ise ei saa nad aga ärritusi vastu võtta. Valgus ei mõju ergusse ärritavalt, samuti ei tee seda häälelained. Alles meele-elundeis vastu võetud ärritused antakse edasi erkudele ja lähevad nende kaudu keskerkkonda.

2. **Silm ja kõrv** toovad teateid meid ümbritsevast maailmast. Lühikeseks ajaks silmi sulgedes leiame, kui väikeseks ja vaeseks jääks meie maailm, kui meie teda ei näeks. Veel kitsamaks ja elutumaks muutuks meie ümb-
 rus, kui me ka häält ei kuuleks. Seepärast loetakse silma
 ja kõrva õigusega tähtsamaiks meeleorganeiks.

Valgus-ergu ärritamine mehaanilisel teel kutsub esile valgus-aistingu, — me näeme heledat valgust. Samuti juhib kuulmis-erk iga ärrituse edasi kuulmis-aistinguna.

1. Võta lühidalt kokku, kuidas toimub nägemine, kuulmine.
 2. Kust on pärit ütlus „lõi tule silmist välja“? 3. Aseta uur lauale. Mine temast nii kaugele, et vaevu kuuled uuri tiksumist. Painuta kõrvalehed vastu pead. Tõsta nad seejärel ettepoole. Mida märkad? Pane peopesad kõrvalehtedele jätkuks. 4. Mis-
 pärast tugevate häälte puhul tuleb suu avada? 5. Võta kokku nägemise, kuulmise tervishoid.



145. joonis. Naha ristlõik.

3. Nahk meeleorganina.

Täieliselt me ei kaota ühen-
 dust välismaailmaga ka siis
 mitte, kui me teda ei näe ega
 kuule. Naha kaudu saame pi-
 dada ühendust ligema ümb-
 rusega. K o m p i d e s sõrme-
 dega tunneme, kas katsutav asi
 on sile või kare, pehme või
 kõva, külm või palav, kuiv või
 märg. Samuti saame määrata
 asja kuju. Nahasse tulevad
 tunde-ergud (E) hargnevad
 naha keskkihis. Mõned neist
 lõpevad vabalt, teised erilistes
 tajumiskehakestes (tk).

Mitte kõik kohad nahal pole ühteviisi tundlikud. Samuti ei anna kõik ergud edasi ühesuguseid ärritusi. Selles on kerge veenduda.

Üks õpilane suleb silmad ja asetab käe lauale, teine puudutab kätt esmalt külma, siis kuni 40⁰ soojendatud vardakesega, nõelaotsaga, sulekesega. Esimesel tuleb iga kord ütelda, millega teda puudutati.

Naha kaudu tunneme puutumist, temperatuuri ja valu. Kompimismeel on mõnedes kohtades palju teravam kui teistes.

Puuduta sirkliotsaga kaasõpilase nahka sõrmeotstel, huultel, otsmikul, käeseljal, käerandmel, sealjuures sirkli otsi pikka-mööda laiemale lükates, alates ühest millimeetrist. Leia ja märgi üles iga eespoolnimetatud koha jaoks kõige väiksem sirkliotste vahe, mille juures selgesti on tunda kaks otsa.

Harilikult on need arvud ligikaudu järgmised: sõrmeotstel 3 mm, huultel 5 mm, otsmikul 22 mm, käeseljal 31 mm, käsivarrel 68 mm. Kompimismeel on eriti arenenud pimedail. Millist meelt ta neil asendab?

Külma või sooja tajume siis, kui nahka puutuva asja temperatuur on madalam või kõrgem meie naha temperatuurist.

Pane natukeseks ajaks üks käsi külma, teine kuumasse vette. Mida tunned? Seejärel pane mõlemad käed leigesse vette. Mida tunned nüüd? Mitte kõigil kohtadel pole temperatuuri aistimine ühtlane. Kus on nahk tundlikum külma vastu, käeseljal või käsivarrel?

4. Haistmis- ja maitsmis-elundid. Haistmis-organiks on nina. Ninaõõnes hargnev haistmis-erk lõpeb tema limanahas haisterakukestega. Kui neile satub õhus hõljuvaid lõhnava aine osakesi, tunneme lõhna. Nohu puhul eritub ninas palju lima, mis katab erguotsakesed. Selle tagajärjel ei puutu sissehingatav õhk nendega kokku ja me ei tunne lõhna.

Maitsmis-organiks on keel. Maitset tunneme ta pinnal asetsevate näsade kaudu, milles lõpevad maitsmis-ergu harud. Maitsmisel etendab suurt osa ka lõhnatunne.

Harilikult ei anta teiste meelte kõrval kuigi suurt tähtsust maitsmisele ega haistmisele. Ometi asetsevad haistmis- ja maitsmis-elundid hingamis- ja toidu vastuvõt-

mise teedel. Nad hoiatavad meid ainete eest, mis lõhnavad või maitsevad halvasti ja on enamasti kahjulikud organismile. Meeldiva lõhna ja maitsega toit seevastu kutsub esile seedimis-elundite elava tegevuse.

1. Pigista nina kinni ja maitse sibulat, pipart, šokolaadi. 2. Maitse neid veel kord, kui nina on avatud. 3. Maitse kanget keedusoolalahust, seejärel puhast vett. Mida tunned? 4. Mis kasu on meil haistmis- ja maitsmismeelest? 5. Nimeta mõnd hea lõhnaga, mõnd lõhnata ainet. 6. Mispärast ei ole maiku klaasil, metallidel?

5. **Tasakaalu- ja liikumismeel.** Keha tasakaalu-organiks on sisekõrva poolringkanalid. Nad on täidetud vedelikuga, milles lõpevad ergud. Vedeliku liikumine ärritab erguotsi ja aju saab teateid pea liikumisest.

Üksikute organite liikumisest saame teateid liigestes ja lihastes lõppevate tunde-erkude kaudu.

1. Pigista silmad kinni ja lähenda nimetissõrmi üksteisele, püüdes sõrmeotsi vastamisi panna. Tee seda silmade kõrgusel, madalamal, kõrgemal. Mida märkad? 2. Mis asendab pimedal nägemist? 3. Tee kokkuvõtte üksikute meeleorganite tegevusest. Märgi iga organi kohta: ta ülesanne, kus asetsevad erguotsakesed, mis neid ärritavad, milliseid muid ülesandeid organ veel täidab. 4. Seleta ja too näiteid, kuidas paremini arenenud peaauga ja meeleorganitega loomad on suuremad võimalused leida toitu ja märgata vaenlasi.

Tervishoiust.

55. Kuidas meie keha püsib tervena.

1. **Toitumine, riided, elamu.** Elu on igale inimesele kallis. Samuti tervis. Tervise eest hoolitsemine on meie kohus endi, aga ka oma rahva ja riigi vastu. Kes oma tervist rikub, vaimsete ja kehaliste jõududega pillavalt ümber käib, toob sellega kahju ka ühiskonnale. Et tervena püsida, vajab inimene ka tervet toitu ja küllaldaselt kaitset oma kehale.

Niihästi toitumine kui ka riietumine peab toimuma tervishoiu nõuete kohaselt. Terve peab olema elamu ja korralikult

peame elama ka ise, kui ei taha tuua kahju oma tervisele ega lühendada eluiga.

Toitu vajame keha uuendamiseks, soojuse tekitamiseks ja tööjõu saamiseks.

Seedimise hõlbustamiseks valmistatakse toitu mitmel viisil. Keetmine ja küpsetamine muudab kõvad toidud pehmemaks, kergemini peenestatavaks. Samuti on tähtis, et toit oleks maitsev, ärataks isu. Siis seedib ta täielikult.

Vajadusest vähem süües jääb inimene kõhnemaks. Elutegevus toimub algul tagavarade, siis organite arvel. Seejuures ei kuulu siiski kõik elundid ühevõrra. Täieliku nälgimise puhul kaotab oma kaalust rasvkude kuni 97%, lihased — 31%, veri — 25%, süda ja aju ainult 3%. Näljasurm tuleb harilikult, kui keha oma kaalust on kaotanud 50%.

Meie kehas tekib alaliselt soojust. Temperatuuri vahe tagajärjel annab keha seda järjest edasi ümbritsevale õhule. **Riiete** abil kaitseme keha soojakaotuse eest. Peale selle on riided kaitseks vihma, lume ja tolmu vastu. Et nad täidaksid oma ülesannet, peame riietuma aastaegade järgi. Kuidas? Ometi tuleb hoiduda üleliigsest riietesse mähkimisest: see teeb keha õrnaks.

Kandmisel muutub riie mustaks, imbib läbi tolmuga ja higiga. Seepärast tuleb sagedasti vahetada pesu ja puhastada pealisriideid.

Elamu annab meile kaitset ilmastiku muutuste eest. Temas peab olema küllaldaselt õhku ja valgust. Ta peab olema parajalt soe, kuiv ja puhas.

1. Võta lühidalt kokku tervishoiunõuded söömise, hingamise ja vereringe-elundite kohta. 2. Mispärast on villane riie soojem kui linane? 3. Mispärast tuleb suvel kanda heledaid riideid? 4. Võta lühidalt kokku tervishoiunõuded riiete, jalatäppide kohta. 5. Nimeta tähtsamad tervishoiunõuded elamu ja tema korrashoiu kohta.

2. **Kuidas hoidume haigustest.** Ka korralikult toitudes, aastaaja kohaselt riietudes ja terves elamus asudes pole inimene kindlustatud haiguse eest. Haiguse võivad kutsuda esile bakterid, ta võib tekkida aga ka õnnetu juhtumi tagajärjel. Haigestumist soodustab nõrk ja hellitatud organism.

Seepärast tuleb haigustest hoidumiseks hoolitseda, et keha oleks tugev, ja loobuda kõigest, mis võiks teda nõrgestada; pidada piinlikku puhtust toitumisel, riietuses ja elamus ning mitte unustada, et enamik haigusi on nakkavad.

Keha tuleb karastada külma ja niiskuse vastu. Küll pole külmetumine iseendast alati haiguse põhjuseks, aga nõrgestades organismi võib ta teha seda vastuvõtlikumaks haigustele.

Ühte tuleb pidada kindlasti meeles: jõukohane füüsiline töö arendab mitte ainult liikumis-elundeid, vaid kogu organismi. Tööta-olek seevastu on suuremaks keha nõrgestajaks. Meelega tervise rikkumiseks tuleb lugeda aga alkoholi tarvitamist ja korratuid eluviise.

Samuti pole raske mõista, missugune tähtsus on puhtusel. Eriti nakkushaigustest hoidumiseks. Muidugi on paremaks teeks nakkushaiguste vältimiseks hoidumine nendega kokku puutumast. Alati pole see aga võimalik. Siis võetakse tarvitusele ettevaatus-abinõud. Haige juurest lahkudes tuleb pesta käsi mõne desinfitseeriva lahusega ja loputada kurku, kui oli tegemist kurguhaigega. Haige tuleb terveist eraldada, — sagedasti kauemaks, kui kestis haigus. Põhjuseks on asjaolu, et haige ka pärast tervenemist võib levitada haiguspisikuid.

Haiguse edasikandjaks võivad olla ka need, kes haigega on kokku puutunud. Seepärast eraldatakse, isoleeritakse neid, kuni selgub, et nad ei haigestu. Niihästi haige kui ka temaga kokkupuutunud isiku isoleerimise ajad on kauaste tähelepanekute põhjal kindlaks kujunenud ja neist tuleb kõikumata kinni pidada — nagu teistestki haiguse eest hoidumise nõudeist. See on meie kohus meie endi ja teiste vastu. Seda täites saame takistada haiguste levimist ja võime loota, et ise ei haigestu.

Ruumi, kus nakkushaige viibinud, ja asju, mida ta tarvitanud, desinfitseeritakse pisikuid surmavate vedelikkude või gaasidega. Esimestest tarvitatakse harilikult 5% karboolhappe või 2% sublimaadi lahust, gaasidest formaliiniauru ja väävlishaput gaasi.

3. **Keha karastamisest.** Et mõista keha karastamise tähtsust välismõjude vastu, peame enne ligemalt tutvuma naha tegevusega. Siiamaale tunneme naha tähtsust kompimis- ja väljahente-organina. Peale selle on nahal täita veel suur ülesanne keha kaitsjana ja temperatuuri reguleerijana.

Naha pealmine kiht — **marrasknahk** — koosneb samast ainest, millest küüned ja juuksedki.

Kõrveta tuel jalakontsalt võetud nahatükikest. Tee samuti juuksekarvakese ja küünetükikesega. Pane tähele lõhna. Mis aine see on?

Marrasknahk kaitseb tema all olevaid kihte väliste mõjude eest. Tema all olevas **alusnahas** hargnevad veresooned ning asetsevad higi- ja rasvanäärmed. Viimaste poolt eritav rasv hoiab pehmena pealishaha ja teda katvad karvakesed. Alusnaha rasvakiht on heaks keha kaitsjaks külma eest.

Soojusereguleerijana mõjuvad nahas hargnevad veresooned. Missugune tunne on algul suplema minnes, kui vee temperatuur on madalam keha omast? Andes soojust temast külmemale veele, jaheneb keha; sellest tekib külmatunne. Natukese aja pärast aga tundub soojem, ja nahk läheb punaseks. Külma mõjul laienesid nahas olevad veresooned reflektorselt, naha alla voolas rohkem verd, ja külmatunne kadus. Kui olla aga vees edasi, hakkab jälle külm: keha annab liiga palju soojust ära, ja veresooned tõmbuvad uuesti kokku, et kaitsta keha soojakaotuse eest. Nüüd on aeg veest lahkuda. Edasi vees olles nõrkevad veresoonte lihased, sooned laienevad uuesti ja suure soojakaotuse tagajärjel võib kergesti külmetuda.

Kui ümbritsev õhk on väga soe, jaheneb keha aeglaselt. Nüüd laienevad veresooned ja toovad keha pinnale palju verd, et see jahtuks. Ühtlasi eritub suurema veresurve tagajärjel palju higi. Aurates jahutab higi keha.

Niiviisi reageerivad veresooned reflektorselt temperatuuri muutustele, kaitstes keha külmetumise eest. Inimestel, kelle kaldumus kergesti külmetuda ja nohusse jääda, toimuvad need refleksid nõrgalt ning aeglaselt. Et nahas olevad veresooned

korralikult töötaksid, tuleb keha karastada. Sagedasti lühikeseks ajaks nahka jahutades kutsume esile veresoonte ja nende lihastes lõppevate erkude intensiivse tegevuse. Selle tagajärjel hakkavad nad ka harilikus elus korralikult reageerima sooja ja külma vahetusele. Keha karastamine peab toimuma järjekindlalt. Kõige parem on alata suvel, pestes iga päev keha toatemperatuurilise veega ja kuivatades kareda rätiga. Järk-järgult võib hakata jahedamat vett tarvitama. Sealjuures tuleb siiski pidada piiri, sest nahk on elava organismi osa, millele ei tohi teha liiga. Niipea kui tunneme, et külm vesi mõjub halvasti, tuleb tarvitada soojemat. Kui ka sel puhul pärast kuivakshõõrumist veel on külm, tuleb pöörduda arsti poole.

Hästi mõjub s u p l e m i n e. Ainult mitte liiga külmas vees. Vees tuleb tugevasti liikuda, veel parem — u j u d a. Ujumine on ühtlasi ideaalseks kehaharjutuseks: ta arendab kõiki lihaseid. Seepärast peaks iga inimene oskama ujuda. Seda pole raske õppida, sest inimese keha on natuke kergem kui temale ruumalalt vastav veehulk.

Suplemisel ei puudu ka hädaohud: ligi 50% uppumistest leiab aset suplemisel. Seepärast peab supeldes olema ettevaatlik. Võõras, tundmatus kohas vette minnes tuleb pikkamööda tutvuda põhjaga ja vee sügavusega. Väsinult, täie kõhuga või liiga sooja ihuga ei tohi suplemine minna. Vette ei tohi jääda kauaks, vaid enne lahkuda, kui ja he hakkab.

Teine keha karastamise vahend on õ h u - ja päikesevannid. Nendegagi tuleb alata pikkamööda. Kõige parem on esmalt võtta to a s õ h u v a n n e, siis minna üle päikesevannidele, võttes neid algul mõne minuti kestes ja pikendades järk-järgult aega. Kui nahk päikesega on harjunud, pruuniks muutunud, võib päikese kätte katmatult jääda juba pikemaks ajaks. Sealjuures peab aga pea kaetud olema. Muidu võib saada päikesepiste.

Niihästi veega kui ka päikesekiirtega keha karastamine on hea ja vajaline tervele inimesele. Haige ei tohi neid tarvitada ilma arsti nõusolekuta.

Naha tähtsus ainevahetusel ja soojust reguleerijana on suurem, kui harilikult arvatakse. Kui üks kolmandik nahast

on rikutud põletushaavadega või muul teel, muutub küsitavaks inimese elu.

Seepärast on keha tervishoius väga tähtis, et nahk oleks puhas. Läbi musta naha on takistatud gaasidevahetus ja higistamine. Nahale koguneb järjest mustust. Rasvanäärmete eritav rasv kleepub koos tolmukübemetega nahale. Sinnasamma jätab aurav higi temas lahustunud ained. Kõige selle eemaldamiseks tuleb nahka sagedasti pesta, tarvitades ka seepi, mis lahustab nahale kogunenud rasva. Hästi mõjub higistamine saunas, sest seal uhutakse higi otsekohe maha.

Keha karastamine mõjub hästi ka ainevahetusse ja närvisüsteemi. Lõpeb ju nahas palju erke, mis otseselt või kaudselt seotud peaaajuga. Nende intensiivne tegevus ei jäta mõju avaldamata ka keskerkkonnasse.

1. Kuidas saab talvel väljas olles soojenduda? 2. Mis tuleb teha, kui nina, kõrvad külmetavad? 3. Mispärast märjad käed hakkavad kergesti külmetama? 4. Mispärast higistamise järel võib kergesti külmetuda? 5. Kuidas tuleb elada, et keha püsiks tervena? 6. Mis tähtsus on keha karastamisel? 7. Kuidas levivad nakkushaigused? 8. Kuidas saame nendest hoiduda?

56. Kuidas hoolitseme haige eest.

1. **Arstiabi.** Ka kõige korralikumalt elades ja keha karastades võib inimene ometi haigestuda. Ja siis ei suuda ta enam ise enda eest hoolitseda. Seda peavad tegema teised. Iga tõsisema haiguse puhul tuleb pöörduda arsti poole. Juba haiguse kindlaksmääramiseks on see vajaline, et arstimine toimuks haiguse kohaselt ja et saaks võtta tarvitusele ettevaatusabinõud, kui on tegemist nakkushaigusega. Arst määrab ligemalt, kuidas haiget põetada ja missuguseid arstimeid ning kuidas tarvitada.

Haige organism koondab kõik oma jõud võitluseks kehha tunginud haiguspisikutega. Keha temperatuur tõuseb. Haige muutub nõrgaks. Ta vajab rahu.

2. **Haigetuba.** Kui vähegi võimalik, tuleb haigele anda eraldi tuba. Nakkushaiguse puhul on see tingimata vajalik. Tuba olgu vaikne, hästi valgustatud. Haigevoodi seisku nii, et hele valgus haigele silma ei paistaks. Vaba juurdepääsu või-

maldamiseks tõmmatagu voodi seinast eemale. Paras temperatuur haigetoas on 18⁰ kuni 20⁰C. Haige vajab värsket õhku. Selle eest tuleb hoolitseda. Ometi ei tohi talvel külma välist tuult lästa haigele puhuda. Tarbekorral tuulutatakse haigeruumi kõrvaltoa kaudu.

Haigetoas valitsegu piinlik puhtus. Põrand tõmmatagu iga päev niiske lapiga üle. Niiske lapiga eemaldatakse ka tolm toas olevailt asjadelt. Voodi- ja ihupesu tuleb sagedasti vahetada ning haige naha puhtusele tõsiselt rõhku panna. Selleks hõõrutakse keha äädikaveega, sidrunimahlaga või 40 kraadini lahjendatud piiritusega. Haiget vannitada tohib ainult arsti loal. Pesu ja sööginõusid tuleb soodaveega keeta.

Äärmiselt puhas peab olema ka haigetalitaja. Haigetoast lahkudes ei tohi ta millalgi unustada käsi pesemata. Nakkushaiget ravides kandku põetaja riiete peal käistega põlle, mis toast lahkudes eest ära võetakse.

3. **Toit.** Haige söögid olgu kergesti seeditavad. Odra- ja kaeratumm, rammuleem, pehmed munad, piim, keedetud puuvili on haige harilikumad toidud. Kõhu kinnioleku puhul, mis palaviku korral harilikuks nähtuseks, antakse haigele keedetud õunu ja ploome. Söögiaegadest tuleb kinni pidada: õhtusöök anda vähemalt 2 tundi enne arvatavat magamajäämist.

Juua tahab haige palaviku puhul rohkesti. Paremaks jookiks on puhas vesi, millele maitseks võib lisada marjakeedist või sidrunimahla vähese suhkruga.

4. **Palavik.** Tõsisema haigusega kaasas käib palavik. Et palavik on tähtsamaid haiguskäigu tunnuseid, tuleb teda mõõta. Seda tehakse kaks korda päevas, harilikult kella 8 ja 17 ajal. Et saada pilti haiguse käigust, kirjutatakse mõõdetud temperatuur otsekohe üles. Veel parem on palaviku kõikumuste märkimine kõverjoonega.

Kauakestev palavik kurnab keha. Siis tarvitatakse palavikku vähendavaid vahendeid: haigel lastakse higistada või antakse talle aspiriini, kiniini. Nende tarvitamisega tuleb aga olla ettevaatlik, sest nad on kahjulikud südamele.

Üldse võib arstimeid tarvitada üksnes arsti määramisel. Samuti ainult arsti korraldusel tohib teha palaviku vähendamiseks mähiseid ja vannitada haiget.

5. Haige „vaatamaskäimisega“ oldagu ettevaatlik. Haige vajab rohkem rahu kui meelelahutust. Igasugune väline kära,

uste kõvasti kinnilöömine, valjusti kõnelemine, naer jne. võib halvasti mõjuda. Seepärast ümbritsegu haiget v a i k u s. Hoida tuleb haiget ka ärritusest. Haigeravitseja olgu haige vastu alati sõbralik ning lahke. Pahast ega kurba nägu ei peaks ta haigele näitama. Raskemagi haiguse puhul jäägu haigetalitaja rahu-likuks ja mõjustagu kogu olemisega haiget julgustavalt. Terve- nemiseks on vaja, et haige ise seda kindlasti loodaks ja et tal oleks usaldust tarvitataivate vahendite vastu. Selles peab haiget ergutatama.

Temperatuuri normaalseksmuutumine ei näita veel, et hai- gus on täiesti möödunud. P a r a n e v h a i g e o n n õ r k. Ta peab jääma veel mõneks ajaks voodisse. Ainult lühemaks ajaks tohib ta algul tõusta. Muidu võib haiguse kaudu nõrgestatud organismi haarata mõni uus häda. Tubli toitmine ja järkjärgu- line üleminek harilikule eluviisile hoiavad kõige kindlamini hal- bade tagajärgede eest.

57. Kuidas organism võitleb nakkus- haigustega.

Nakkushaigusi tekitavaid pisikuid teevad kahjutuks valged verelibled. Peale selle on organismil veel teisi kaitsevahendeid.

Juba ammu pandi tähele, et inimene, kes mingi nak- kushaiguse kord läbi on põdenud, sesse enam ei haigestu.

Pikkade uurimiste järel leiti, et bakterid tekitavad haige kehas mürkaineid — t o k s i i n e, mis kantakse vere kaudu laiali ja siis mürgistavad organismi. Iseäranis selgesti näitas seda järgmine katse. Kasvatati toitvedelikes difteriidi baktereid. Filtrimise teel eraldati nad vedelikust. Kui seda vedelikku, mil- les bakterid olid elanud ja mis sisaldas nende eritisi, süstiti hobusele, lõppes see. Tema surmasid difteriidi bakterite teki- tatud mürkained.

Vähesel määral difteriiditoksiini korduvalt hobuse kehha süstides leiti, et hobune iga kord küll haigestus, aga uuesti paranes. Mõne aja pärast ei jäänud hobune ka siis enam hai- gek, kui talle süstiti difteriidibakterite toksiini suuremal hul- gal. Siit järeldati, et hobuse veres tekkis vastumürk, a n t i - t o k s i i n, mis ei lase toksiinil pääseda mõjule.

Selle oletuse tõestuseks süstiti hobusevere-vedelikku difte- riidihai-gele lapsele. Laps paranes.

Kokku võttes selgus neist katseist: Nakkushaiguse bakterid eritavad toksiine, mis mürgistavad organismi. Haige kehas tekivad nende hävitamiseks antitoksiinid. Nõrk organism ei suuda toota vajalisel määral antitoksiine — ja sureb. Tugev organism võidab bakterid, paraneb ning muutub tekkinud antitoksiinide mõjul haigusele vastuvõtmatuks ehk immuunseks.

Selle põhjal hakati inimestele süstima loomade kehas tekkinud antitoksiine. Nii saab tõsta inimkeha vastupanuvõimet nakkushaigustele.

Difteriidi vastu tarvitatakse seerumit hobuseverest saadud antitoksiinidega. Millise teise haiguse puhul tehakse veel süstimisi?

Samuti juhitakse inimkehha looma kehas nõrgestatud baktereid, mis kutsuvad inimeses esile antitoksiini tekkimise ja kindlustavad inimest haiguse vastu. Nii arstitakse røugehaigust røugepanemise teel.

Røuged ei ole veisele nii kardetavad kui inimesele. Veise kehas nõrgenevad røugehaiguse bakterid. Neid nõrgestatud baktereid juhitakse røugeid pannes inimese kehha. Kuidas seda tehakse? Haigus tekib ainult sel kohal, kuhu røugeid pandi. Kehha saab tast kergesti võitu. Tekkinud antitoksiinid muudavad organismi immuunseks. Niiviisi saadud immunitet võib aga mõne aja pärast kaduda. Seepärast pannakse røugeid kaks korda. Millal esimest korda? teist korda?

Røugehaiguse lima kasvatatakse Ülikooli Seerumi-laboratooriumis.

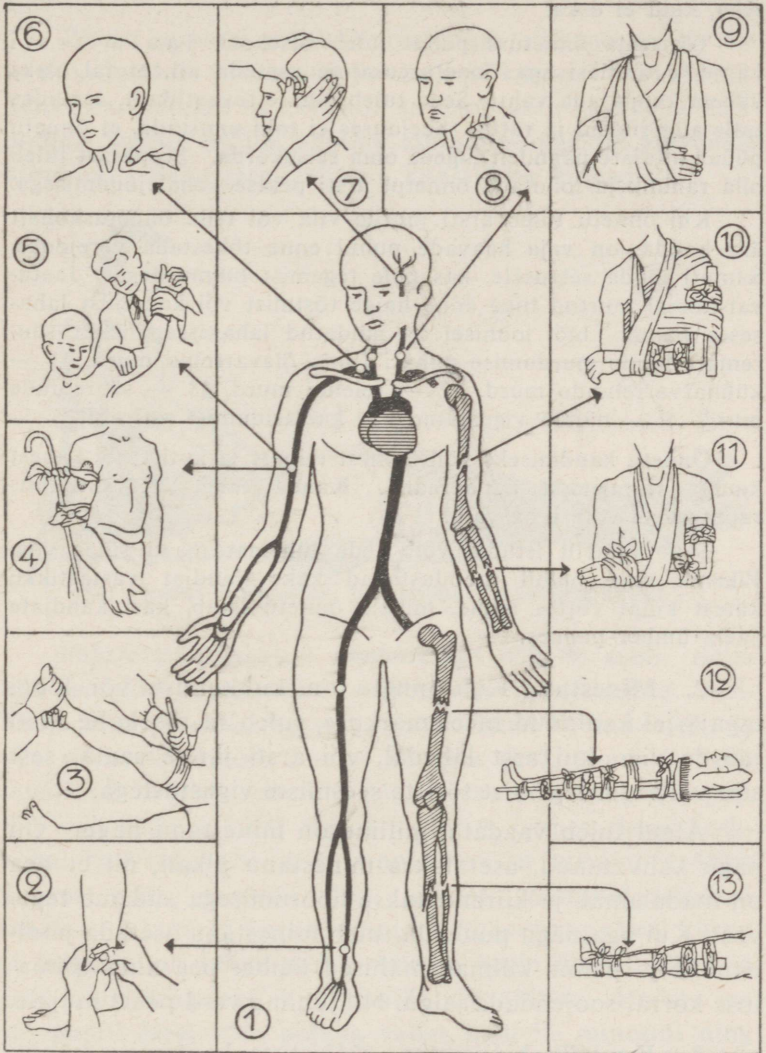
Røugepanek kaitseb haiguse eest. Seerumi süstimine kiirendab paranemist.

Suu kaudu kehha sattuvaid baktereid hävitab maomahla soolhape.

Vaatamata neile organismi kaitsevahendeile, peame ise alati olema valvel, et hoiduda nakkushaigustest. Kuidas seda teha, kuulsime eespool.

58. Esimene abi õnnetuse korral.

1. **Mida teha õnnetuse puhul.** Olgu inimene kuitahes ettevaatlik, õnnetusi võib talle ikkagi juhtuda. Neid tuleb ette igal pool ja igal ajal. Ja kahju on näha, kuidas sagedasti õnnetu



146. joonis. Esimene abi.

ümber hulk inimesi koguneb, ilma et teda keegi aitaks. Kõik tunnevad, et nad on kohustatud abi andma, tahaksid seda ka teha, kuid ei oska.

Tõsisema õnnetuse puhul tuleb otsekohe saata arsti järele, ühtlasi aga õnnetuseosaline asetada nii, et tal oleks vähem kannatada valu. Seda tuleb teha ettevaatlikult, asetades talle alla riideid ja rätte. Seejuures ei tohi unustada, et õnnetu püüab aitajate nägudelt lugeda oma seisukorda. Seepärast tuleb olla rahulik ja lohotada õnnetut arsti peatse kohalejõudmisega.

Kui õnnetu tuleb arsti juurde viia või teda õnnetuskohalt ära kanda, on vaja haavade puhul enne tõkestada verejooks. Samuti jõuda selgusele, kas pole tegemist luumurdega. Jaataval korral murtud liige enne haige tõstmist või kandmist lahasesse panna. 146. joonisel on näidatud lahasessepanekut suuremate luude murdumise puhul: 10 — õlavarreluu murd, 11 — küünarvarreluude murd, 12 — reieluu murd, 13 — sääreluude murd. 9 — näitab vigastatud käe kaelasidumist räti abil.

Õnnetu kandmiseks võib kahest teibast ja kotist või kahest kuuest valmistada kandraami. Kanda tuleb ettevaatlikult: raputamine võib teha valu.

Saab õnnetu istuda, võib teda lühemat maad süles viia. Pikema maa puhul moodustavad kaks kandjat vastastikku kätest kinni võttes istme, millele õnnetu istub, käsi kandjate kaela ümber pannes.

2. **Minestus.** Kui õnnetu on kukkumise või löögi tagajärjel kaotanud meelemärguse, tuleb ta otsekohe arsti juurde viia, kui arst lähedal, või arsti järele saata, sest siin võib olla tegemist tõsiste seesmiste vigastustega.

Algul tuleb vaadata, milline on minestanu nägu. On nägu kahvatanud, asetatakse minestanu pikali, nii et pea on madalamal, ja kiirendatakse hõõrumisega südame tegevust. Kui aga nägu punetab, tuleb minestanu asetada poolistukile ja panna külmad mähised ümber pea ning võimaluse korral soojendada jalgu. Nii juhime verd peast mujale.

3. **Kunstlik hingamine.** Mõistuse kaotamise põhjuseks võib olla ka lämbumine, mis kõige sagedamini esineb uppumise korral.

Lämbumise puhul tuleb teha kunstlikku hingamist.

Pärast uppunu maaletoomist olgu esimene asi ta suu ja nina mudast puhastada ja siis vesi kopsust kõrvaldada. Selleks asetatakse ta kummuli ja tõstetakse keskeha ülespoole. Samuti mõjub uppunu asetamine päästja põlvedele kummuli. Selle järel tehakse kunstlikku hingamist.

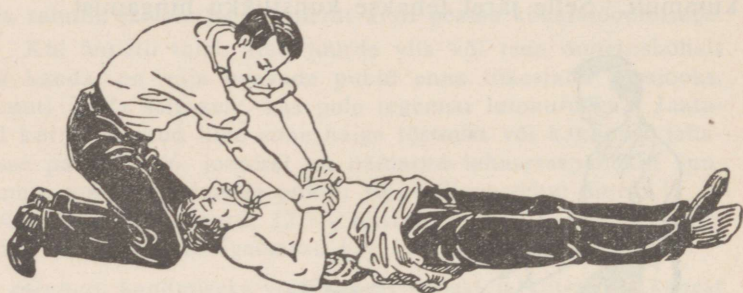


147. joonis. Kunstlik hingamine. Sissehingamine.

Päästetav pannakse allalaotatud riideile selili. Selja alla seatakse kokkurullitud riideid või midagi muud. Abiandja asub peaotsa, haarab uppunu käed käerandmeist ja viib nad pikkamööda kaares üle pea (147. joonis). Selle tagajärjel laieneb rinnakorv ja värske õhk tungib kopsu. Siis viib päästja käed tagasi ja surub umbes rinna keskkohal nad tugevasti vastu rinnakorvi, et tarvitatud õhku kopsust välja pressida (148. joonis). Selliseid liigutusi tehakse 15 kuni 18 korda minutis. Et seejuures keel kurku ei langeks, on kõige parem midagi keele ümber kõita ja seda väljatõmmatult kinni hoida või siduda. Umbes iga 10 minuti järel võib pidada vahet kuni 1/2 minutini ning hõõruda käsi ja jalgu väljastpoolt südame poole. Nii tuleb jätkata, kuni haige ärkab meelemärkusele ja ise hakkab hingama, või kuni arst konstateerib surma. Kannatanu

meelemärkusele tulles antakse talle Hoffmanni tilku (15—20 tilka veega), sooja kohvi või teed ja kaetakse soojalt.

Ka s ü s i h a p u gaasi sissehingamise tagajärjel mines-
tanule tuleb teha kunstlikku hingamist, viies kannatanu
kõigepealt muidugi värskesse õhku.



148. joonis. Kunstlik hingamine. Väljahingamine.

Samuti saab pikselöögist tabatut aidata kunst-
liku hingamisega. Viimast tuleb teha vahel 4—5 tundi,
enne kui haige meelemärkusele ärkab.

4. **Külmumine.** Suure soojakaotuse tagajärjel võib
inimene külmuda. Sel juhul tuleb teda hõõruda jahe-
das ruumis lumega või külma vette kastetud kareda rätiga.
Hõõrumine nõuab ettevaatust, et külmunud liikmed ei
marduks. Kui õnnetu tuleb meelemärkusele, antakse talle
leiget teed, piima või musta kohvi ja pannakse jahedas toas
voodisse. Ka külmunud liiget tuleb esmalt hõõruda lu-
mega, alles siis rätiga või kätega, pärast võida boorvase-
liiniga või lubjavee ja linaõli seguga.

5. **Põletushaavad.** Tuld ettevaatamatult käsitsedes või
õnnetuse puhul võib saada põletushaavu. Põletus-
haavale on kõige parem panna linaõli ja lubjavee segusse
(apteegis valmilt saadaval) kastetud lapp. Pole segu käe-
pärast, võida põletatud kohta boorvaseliiniga, provanks-

õliga, mageda rasva või võiga. Kui põletatud koht punetab, aitavad esialgu külmad mähised. Sügavamate haavade puhul otsekohe pöörduda arsti poole.

Kange happe puhul saadud haavu tuleb põhjalikult uhta puhta veega. Veel paremini mõjub soodavesi.

Kui hapet satub silma, tuleb otsekohe uhta silma puhta veega ja pöörduda arsti poole.

6. Väiksema lõigatud või löödud **haava** suleb veri tardudes ise. Suuremaid tuleb siduda. Haava sidumisel valitsegu piinlik puhtus. Sidumiseks tarvitatagu ainult pisikutevaba (steriilset) materjali. Kui pole muud käepärast, keedetakse puhtaid lappe veerand tundi ja lükatakse nad kuuma triikrauaga üle. Vatti ei maksa otsekohe haavale panna. Ta jääb külge kinni. Kui haava on sattunud mustust, puhastatakse haava, piiritusega või joodtinktuuriga.

146. joonise järgi tuletame meelde, kuidas talitada suuremate arteride vigastuse puhul: 3 — reie-tuiksoone kinnipigistamine, 4 — õlavarre-tuiksoone kinnipigistamine kinnipööratava sideme abil, 5 — õlavarre-tuiksoone kinnipigistamine käe abil, 6 — rangluualune tuiksoon, 7 — oimutuiksoon, 8 — kaelatuiksoon.

Nina verejooksu vastu aitab haige istuli-asetamine ja külm kompress kuklal. Kui see ei mõju, pannakse ninasõõrmesse 3% vesinikülihapendisse või maarjajää-lahusesse kastetud ja kokkupigistatud vatitükike. Ei jää verejooks ikkagi järele, peab pöörduma arsti poole.

7. Mürgiste loomade hammustuste puhul on tähtis takistada mürgi laialikandumist vere kaudu. Selleks seotakse hammustatud liige südame poolt haava kõvasti kinni. Haava väljalõikamine või põletamine on raskesti teostatav ja ei aita igakord. Parem on vähemale mürgihaavale panna nõelaotsaga kanget salpeeter- või karboolhapet, aga nii, et põletav hape ümbrusele ei satuks. Kiire arstiabi on igal juhul hädavajaline.

Kõik need juhised on a i n u l t e s i m e s e k s a b i k s. Igal vähegi tõsisemal juhul tuleb pärast esimese abi andmist pöörduda arsti poole.

59. Tervis ja ühiskond.

Üksiku inimese tervis ei ole tema ainuomand, mida ta vabalt võib rikkuda ja hävitada. Eeskätt tervise seisukorrast oleneb inimese töövõime ja võimalus end elatada. Kes seda ei suuda, jääb ühiskonna toita, s. t. teistel tuleb näha rohkem vaeva ja kanda lisakulusid tema elatamiseks.

Tiisikus riisub meilt igal aastal suure hulga inimesi parimas elu- ja töö-eas. Kaduma läheb kõik see töö, mida nad oleksid võinud teha ühiskonna heaks. Ent see pole veel kõik: pikaldase taudina nõrgestab tiisikus inimest aegamööda, tunduval määral vähendades ta töövõimet. Toitu tarvitab aga tiisikus-haigegi, ja selle eest peavad hoolitsema teised.

Seepärast on üksiku isiku tervis ja sellel põhinev töövõime asjad, mis lähedalt puudutavad ühiskonda. Mida rohkem on hädiseid, seda rohkem tuleb ülal pidada haigemaju, seda enam inimesi satub hoolekande-asutistesse ja seda suuremaks tõusevad kulud, mille kandmiseks terved ja töövõimelised endid peavad pingutama. On ju ühiskonna otseseks kohuseks hoolitseda oma töövõimetuks muutunud liikmete eest. Iga üksiku isiku kohuseks aga on pidada hoolt oma tervise eest ja karastada seda iseenda ja omaste ülalpidamise tagatiseks. Kes hoolimatult rikub oma tervist ja vähendab töövõimet, teeb seega kahju ühiskonnale.

Suurimaks ühiskonna vaenlaseks seepoolest on alkohol.

Eespool nägime, kuidas alkohol mõjub üksikuisse orgaanisse. Tuleta seda meelde. Nõrgestades inimest kehaliselt ning vaimselt, piirab alkohol ta töövõimet, on õnnetuste, haiguste, isegi surma põhjuseks. Seega mõjustab alkohol ka ühiskonna tervist. On ju ühiskonna tervis tema liikmete tervise summa. Alkoholi mõjul läheb kaduma hulk tööjõudu, alkoholi mõjul suureneb ka nende arv, kes ei suuda ise enda eest hoolitseda, vaid jäävad vanas eas ühiskonna toita. Suur osa hoolekande summadest kulub just nende ülalpidamiseks, kes alkoholi mõjul on töövõime kaotanud. Alkoholi arvele langeb ka enamik kaklusi, tapmisi, vargusi, riisumisi ja teisi kuritegusid.

Hoolekande-asutised, vaimuhaigetemajad, vangimajad ja politsei nõuavad ühiskonnalt suuri summasid. Suur hulk neist kuludest langeb alkoholi arvele. Alkoholitarvitamise vähenedes väheneksid ka kulud nende asutiste ülalpidamiseks, ja kokkuhoitud summasid võiks tarvitada kasulikumalt ühiskonnale.

Kokku võttes võib ütelda: üksiku isiku tervisest oleneb suurel määral ka ühiskonna heaolu. Seepärast ei jätku, kui ainult iga üksik isik ise hoolitseb oma tervise eest, vaid kogu ühiskond peab olema valvel omaenda ja oma liikmete tervise eest. Kuidas?

Söödikuid ja haigusi taimedel.

60. Söödikuid taimedel.

1. **Kahjuritõrjest.** Tuleta meelde, milliste taimekahjuritega tutvusid eelmisel aastail kartuli, herne, porgandi, rukki, õunapuu, karusmarja, männi, tamme jt. taimede õppimisel.

Millised neist kahjustavad õisi, vilju, lehti, varsi, mugulaid, juuri?

Milliseid tõrjevahendeid tarvitatakse iga üksiku vastu võitlemisel?

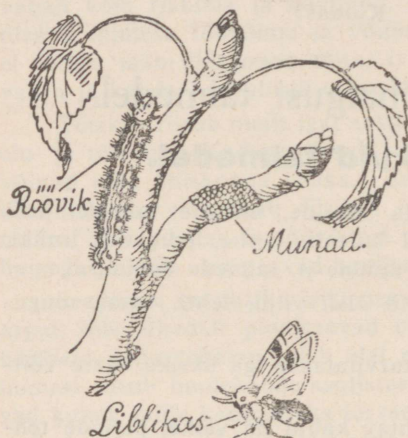
Üksiku rööviku poolt tehtav kahju on väike, paljude tehtud kahju aga muutub taimedele ohtlikuks; nende vastu peab võtma tarvitusele tõrjevahendeid. Tõrjevahendite valikul ja tarvitamisel peab oldama teadlik, kas nad vastavad oma ülesandeile ega too kasu asemel kahju. Näiteks võib pritsida puid viljapuu-karboliineumiga ainult lehitus seisukorras, kõige hiljemalt siis, kui pungad on muutunud hõbedaseks. Kui aga pritsitakse pungade puhkemisel või juba lehiseid taimi, siis hävitab karboliineum ühes kahjuritega ka taime lehed.

Kõik tõrjevahendid on mürgised, nad võivad vigastada ka nende tarvitajat, kui see pole küllalt ettevaatlik; samuti võivad mõned mürgisemad ained, näiteks kaltsium-arsenaat, mürgistada loomi, nagu mesilasi, kui need asuvad tolmutatavate puude lähedal või laskuvad tolmutatud lehtedele.

Lisaks varem tundmaõpituile vaatleme veel mõnda loomkahjurit.

2. **Lehetäi.** See on õige väike putukas rohelist, pruuni või musta värvi; mõned neist on tiibadega, teised — tiibadeta. Ta suosad on arenenud nokaks, millega ta puurib läbi taime lehtede ja noorte võrsete marrasknaha ning imeb siis taime mahla. Imemise tagajärjel tõmbuvad lehed kortsu ja noored oksad ei arene. Tihti tungib täi ka õite ja viljade kallale, mistõttu õied kuivavad ja viljad maha langevad.

Lehetäid talvituvad munadena. Suve jooksul areneb neid mitu põlvkonda. Lehetäide mune hävib kevadistel karboliineumiga pritsimistel. Suve jooksul ilmuvaid lehetäisid võib hävitada nikotiinsulfaadi ja kvassia ima pritsimistega või püreetritolmuga. Loomadest on nende vaenlaseks lepatriinu ja kiilasilma vastsed.



149. joonis. Rõngaliblikas.

Kilptäisid, kes kahjustavad ka viljapuid ja toalilli, hävitab nikotiinsulfaat ja püreetritolm.

3. Rõngaliblikas. Rõngaliblikas lendab suve teisel poolel, umbes juulikuus. Ta muneb munad, arvult 300—400, rõngana ümber noorte okste. Munade asetamise viisist on liblikas ka oma nime saanud.

Kevadel pungade puhkemise ajal kooruvad munadest röövikud, kes algul hoiduvad kokku ja toituvad ühises võrgendis pungadest. Sageli võib neid leida päikesepaistel koos okste harude vahel. Vanemaks saanud, roomavad nad laiali ja teevad oma hävitustööd üksikult.

Juunikuus nukkub röövik, tehes endale niidist tiheda kollase tupe. Niidivalmistamise pärast nimetatakse liblikat ka r õ n g a k e d r i k u k s.

Rõngaliblika mune hävitavad mitmed linnud, nagu vindid, tihased jt. Iga aiapidaja peab neid röövikuid talvel ja varakevadel otsima ning hävitama. Ka hävitab nende mune kevadine pritsimine karboliineumiga. Pärast puude lehtimist võib nende vastu tarvitada nikotiinsulfaati ja püreetritolmu.



— (9 mm)

150. joonis. Kapsakärbes ja tema vagel (suurendatult).

4. Kapsakärbes muneb noortele kapsa-, kaali-, naeri-, re-dise- jt. taimede vartele õige maapinna lähedale. Umbes nädala pärast kooruvad munadest vaglad, kes ronivad mullas peitu-

vaile taimeosadele ja asuvad neid kahjustama. Alguses närib vagel juurt väljastpoolt, pärast tungib ta taime sisse, kus sööb endale käigud. Umbes kuu aja pärast nukkub ta mullas. Kahjustatud taimed tõmbuvad sinakaks, jäävad kängu ja kuivavad ära. Kapsakärbse tehtav kahju on väga suur. Tõrjeks peab taimi kastma kohe peale istutamist 0,3% viljapuu-karboliineumi lahusega ja 10-päevaste vaheaegadega hiljem veel 2 korda (1 liiter lahust 10 taime kohta).

Hästi aitavad ka kaelused taimede alumise osa ümber; neid võib valmistada isoleer- või õhukesest katusepapist.

61. Taimehaigusi.

1. Taime haigused avalduvad kiduras kasvus ja väheses viljakandvuses, haavades, muhkudes jne. Haigused võivad olla tingitud halbadeist kasvuoludest, mehaanilisist vigastusist, haigust tekitavaist pisilasist ja seentest.

Peamisiks taimehaiguste tekitajaiks on just pisilased ja seened. Neist tunneme mõnda, nagu kartuli-lehemädanik, karusmarja-jahukaste jt.

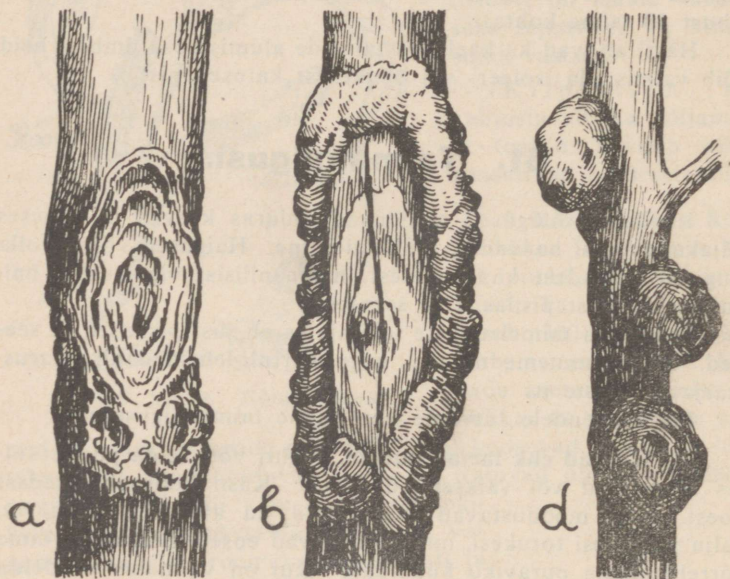
Lisaks nendele tutvume veel mõne taimehaigusega.

2. **Käsnad ehk taelad puudel.** Tihti võib leida puude küljes suuremaid või väiksemaid käсни. Käsn koosneb tihedast koest, mille moodustavad seeneniidid; ta alumisel pinnal on palju peenikesi torukesi, milles kasvavad eosed. Ehituselt võime võrrelda taela puraviku kübaraga. Kui on võimalus vaadelda käsna kohalt puitu, siis näeme, et see on mäda ja selles hargneb seeneniit, umbes sarnaselt, nagu puraviku ja kuuseriisika seeneniit hargneb mullas. Seeneniit elutsebki puidus, võttes sellest toitu ja tekitades selle mädanemist. Taela kasvatab ta puust välja ja selles arenevad eosed. Tael on puuseene viljakeha. Taelad on puu nugalised. Mõnede lehtpuude taelad võtavad kuivatatult kergesti tuld, seepärast tarvitati neid vanasti tulesaamiseks. Eosed levivad tuules. Olles sattunud vigastatud koorega puutüvele, areneb neist seeneniidistik.

Käsnade tõrjeks on vaja kõrvaldada kõik välisviljakehad, et vältida eoste levimist, ja mädanenud pujuosad välja lõigata. Haavad tuleb üle määrida viljapuu-karboliineumiga.

3. **Puu tüevähk** avaldub selles, et puu tüvele tekivad lohud, mille ääred on krobelijased. Haavad ei parane, vaid lähe-

vad aegamööda laiemaks. See haigus on ka seeneniidi tekitatud, mis elutseb puu koores ja puidus. Haava äärtele ilmuvad kevadel väikesed terakesed. Need on seene viljakehad, milles arenevad eosed. Tuul levitab eoseid. Sattunud vigastatud tüvele, tekitavad nad uusi vigastusi. Vähk rikub pikapeale puu koore ja see langeb lõpuks maha; ka puit mädaneb vähi mõjul.



151. joonis. Puu tüvevähk: a, b — noor ja vana avavähk; d — kinnine vähk.

Seda liiki vähki nimetatakse avavähiks, sest haav on lahtine. Sageli leidub ka teine, kinnine ehk umbvähk; selle toimel ei lange koor maha, vaid nagu tursub üles, tekitades paistetuse muhuna või pahana.

Vähktõbi hävitab palju puid metsades ja aedades. Vigastatud kohas jääb puu nõrgaks ja murdub kergesti tuule käes. Kui aga koor on juba maha langenud, siis kuivab puu ära, sest mahlad ei saa enam liikuda, on ju koor langeva mahla-voolu teeks.

Vähi vastu võitlemiseks tuleb piinlikult hoiduda puu koore vigastamise eest; kui aga vigastused tekivad, tuleb need katta

puuvahaga või õlivärviga. On aga vähk tähelepanematult arenenud, siis tuleb see välja lõigata ja haav karboliineumiga üle määrida; kui karboliineum on juba ära kuivanud, siis panna peale puuvaha või katta õlivärviga.

Viljapuudest püütagu istutada neid sorte, mis on tugevamad vastu panema vähktõvele. Säärased on näiteks õunapuudest Sügisjoonik, Liivimaa sibulõun, Antonovka, Trebuu, Tartu roosõun jt. Nõrgad on vähktõve vastu Suislepp, Valge-klaar, Tallinna pirnõun jt.

4. **Kärntõbi.** Inetud on kärnased puuviljad. Neid ei taha keegi meelsasti süüa, veel vähem osta. Ka säilitamiseks pole nad kohased, sest kergesti tekib kärnade alla mädanik, mis kiiresti laieneb. Kärnade tekitajaks on kärnaseen, mis elutseb taime lehtedel ja okstel. Tema olemasolu avaldub tumedate pruunikashallide sametjate laikude näol kas lehtedel, näiteks õunapuul, või lehtede all, nagu pirnipuul. Seen valmistab eoseid, mis puuviljale sattudes tekitavad kärna. Puuviljade vigastused võivad tekkida väga mitmel teel: loomade pisteist, rahest jne.

Kärntõve eest hoidmiseks peab pitsima puid bordoovedelikuga või väevellubja-lahusega. Haiged lehed tuleb sügisel puude alt ära riibuda ja hävitada.

Tegelikke töid aias. *)

62. Töid viljapuu- ja marja-aias.

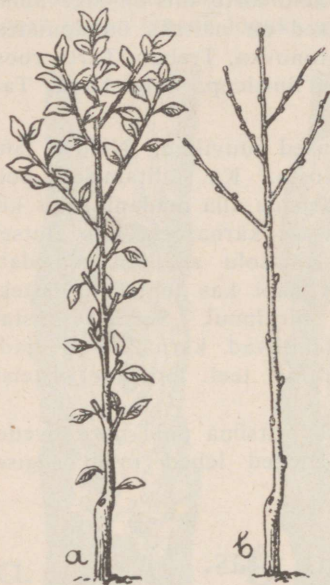
1. **Võra kasvatamine.** On vääristatud puud juba nii pikad, et nad annavad soovitava tüve kõrguse (80—100 cm), tuleb alustada nende võra kasvatamist. Kevadel, varakult enne pungade puhkemist, möödame selleks välja tüve kõrguse ning valime sealt kõrgemal 5—6 punga, mis asetseksid ühtlaselt ümber tüve. Umbes 10 cm pealpool valitud pungi puhastame tüve pungadest ning ülejäänud ladva lõikame maha. Valitud 6 pungast areneb ülemisest tüve pikend, mille seome hiljem lõigatud tüüka külge, ülejäänud 5 pungast saame võra harud.

Peale võraks valitud pungade jäetakse alles ka pungad, mis asetsevad neist madalamal ning millest kasvavad tüve jämen-d u s - o k s a d.

*) Lugemiseks ja tööde puhul kasutamiseks.

Need oksad hoitakse suve jooksul 5—10 cm pikkused. Selleks kärbitakse neid mitmel korral, kas näpistades kasve küünega või lõigates neid noaga. Kärpida tuleb ka võraharusid, mis teistest ette tõttavad.

Augustikuu esimesel poolel lõigatakse maha kõik jämen-
dus-oksad ja ka tüügas ladva
juures. Välja tuleb lõigata võ-
rast samuti kõik kõrvalharud.
Juhul, kui vääristus-oks teisel
aastal pärast vääristamist ei
lase võra arendada, teeme
seda kolmandal aastal.



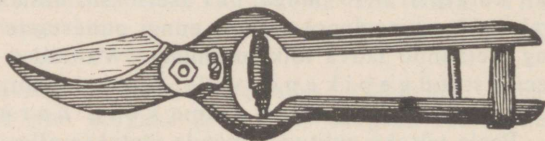
**2. Marjapõõsaste harven-
damine.** Karusmarja- ja sõstra-
põõsail parimat saaki annavad
2—4-a. oksad. Kõik oksad,
mis vanemad kui 4 a., tuleb
põõsaist välja lõigata ning
nende asemele sinna kasvama
jätta tugevamad noored võr-
sed. Lõikamisel kasutatakse
kas aianuga või -kääre, jäme-
damaid oksa sealjuures pisut
painutades.

152. joonis. Kärbitud jämen-
dus-
oksad.

Mustal sõstral peab okste
lõikamisel jätma 15—20 cm
pikkused tüükad võrsumiseks.

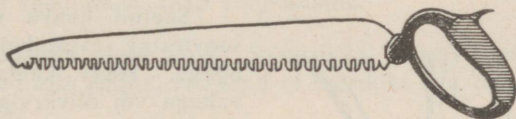
Karusmarjal ning punasel ja valgel sõstral lõigatakse vanad oksad maapinna lähedalt. Harvendamist võib teha kas sügisel või varakevadel.

Vabarnail lõigatakse pä-
rast vilja kand-
mist kõik eel-
misel aastal
kasvanud võr-
sed maani ma-
ha. Noortest võrseist jäetakse kasvama iga põõsa kohta 4—6 tugevamat.



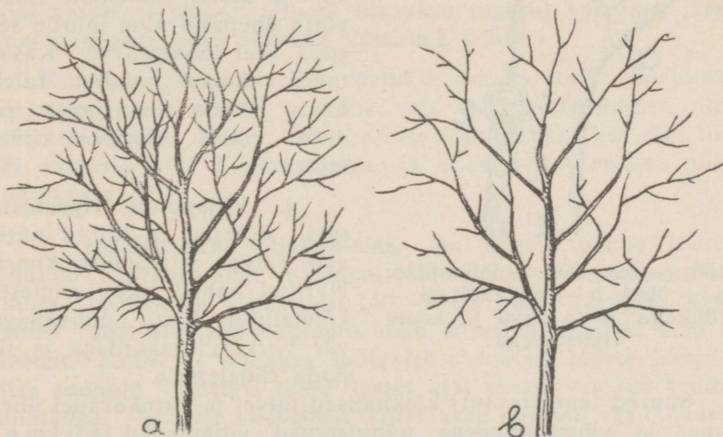
153. joonis. Aiakäärid.

3. Viljapuude võrade harvendamine. Võra harvendamiseks on õige aeg varakevadel enne mahlade liikumist. Külmade ilmadega pole see soovitatav, sest külmunud oksad murduvad kergesti, tekitades suuri haavu. Harvendustööd tuleb teha kahekesi, kusjuures teine juhib alt, milliseid oksa lõigata.



154. joonis. Oksasaag.

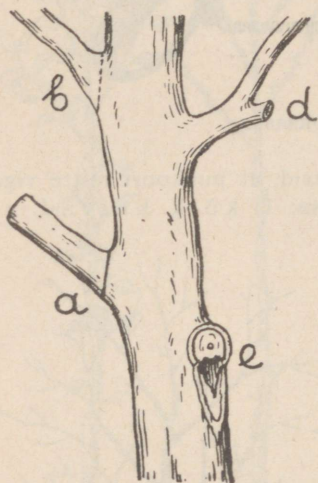
Puu otsas olijal olgu pehmed jalatsid, et puukoort mitte vigastada. Harvendamisel kõrvaldatakse: 1) kõik kuivad või



155. joonis. Harvendamata ja harvendatud võra.

poolkuivad ja vigased oksad, 2) oksad, mis üksteist hõõruvad, 3) liiga tihedalt kasvavad oksad, 4) vesivõsud (püstsihilised, lopsakad kasvud oksitel). Viimaseid ei tule ära lõigata igalt poolt: vanemate viljapuude harudel, mis alt on liiga lagedaks jäänud, tuleb neid ainult kärpida. Edaspidi arenevad neist oksad võra täienduseks. Väikesed oksad lõigatakse vaheda aianoaga, suuremad — oksasaega.

Alguses saetakse oksa altpoolt, umbes $\frac{1}{3}$ osa, ja siis alles pealtpoolt. Miks? Oks tuleb saagida nii, et ei jääks tüügast järele. Haav kasvab seda paremini kinni, mida väiksem ta on. Seepärast ei tohi lõiget juhtida mitte rööbiti tüvega, vaid väikese kallakuga oksa kaenlast väljapoole (vt. joonis 156).



156. joonis. Okste lõikamine: a — õieti, b — sügavalt, c — tüükaga, e — tüve ja koore vigastusega.

Saetud haava servad on soovitatav tasandada vaheda noaga. Haav kaetakse puuvahaga või õlivärviga, milleks värnitsasse segatakse näit. ookrit, puutuhka, tahma.

Õige suured haavad kaetakse Forkert'i seguga, mis koosneb õlgedeta veisesõnnikust ja savist; mõlemaid tuleb võtta ühepalju ning juurde segada veel loomakarvu. Kasutades viimast määret, tuleb haav pärast määrimist siduda vihma kaitseks riidelapiga.

4. Viljapuude vigastuste ravi. Jänesed ja hiired näriavad talvel viljapuude koort. Näritud kohad tuleb esimesel võimalusel katta puuvahaga või Forkert'i määrdega ja siduda riidelapiga.

Suured temperatuuri kõikumised talvel ja varakevadel ühes lume- ja vihasadudega põhjustavad viljapuudel külmalaiikude ja -lõhede tekkimist. Külmalaiikude korral muutub suvel puukoor kohati mustaks ja kuivab kokku. Ravimiseks tuleb surnud koore- ja puuosa täiesti välja lõigata ja määrida nagu lõikehaavugi.

Külmalõhed, mille kaudu kevadel imbub puust välja mahla, tuleb pärast mahlavoolu kinni määrida puuvahaga või paksu õlivärviga.

Puude kaitseks temperatuuri suurte kõikumiste vastu veebruaris, märtsis ja aprillis lubjatakse nende tüved ja oksad veebruari algul mõnel soojemal päeval.

5. **Puuvaha valmistamine.** 800 g kampilit ja 100 g vaha sulatada, segada ning pärast tulelt võtmist lisada 100 g piiritust. (Ettevaatust! Lahtise tule juures piiritust mitte valada.)

Seda vaha saab kasutada külmalt. Lisame aga tulelt ära võttes piirituse asemel 100 g tärpentini, siis saame puuvaha, mida enne kasutamist peab soojendama,

6. **Viljapuu okste toed.** Saagirikkal aastal tuleb viljapuu okstele toed alla panna, et oksad ei murduks ega tuul neid liiga ei raputaks.

Selleks kasutame mitmesuguse pikkusega haralise otsaga teibaid või latte, millele pulk poolviltu otsa löödud (naeltega või selleks puuritud auku). Toe harude vahele, et nad koort ei hõõruks, paneme kasetohtu, heinu, põhku, õlgi või riideräbalaid.

Esimesed toed pannakse võraharude alla, kui viljal juba pool kasvu on käes. Hiljem lisatakse tugesid vajaduse järgi. Tugi pannakse oksa suurima kõveruse kohta.

Pärast saagi koristamist võetakse ära ka toed. Seejuures korjatakse neilt heinad ja põhk, mis oli harude ümber, ning põletatakse ära. Miks? Ka toed ise tõmmatakse kas läbi tule või valatakse üle kuuma veega, ja alles siis pannakse püsti hunnikusse.

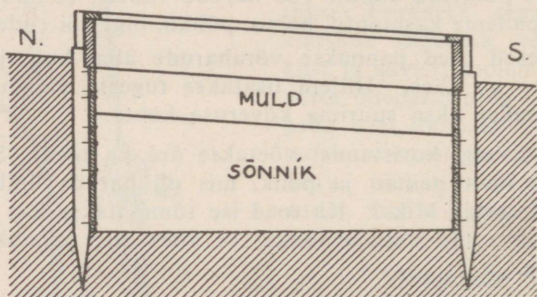
7. **Maaharimine viljapuu-aias.** On noorte puude juured jõudnud istutamisaugu piirideni, tuleb maa õunapuu ümber umbes 2 labidalehe sügavuselt (40—50 cm) läbi kaevata. Kaevamist tuleb alustada istutamisaugu äärest väljapoole 0,50 m laiuselt. Kaevates hoitakse labidalehte rööbiti juurte hargnemise suunale. Ühtlasi tuleb samal ajal maad väetada laudasõnnikuga. Säärast kaevamist korratakse sügiseti iga 3 aasta tagant. Kaevatava riba laiuseks võetakse iga kord 0,50 m, arvates eelmisest kaevamisest. Ka muidu tuleb igal sügisel viljapuu-aias maad kaevata või künda, püüdes sealjuures puude juuri võimalikult vähe vigastada. Kaevamisel kasutatakse aialabidat. Kevadel varakult juba tuleb küntud maa aias tasandada. Miks? Et umbrohtude vastu paremini võidelda, on kasulik puude vahel kasvatada kapsaid, kartuleid ja juurvilja.

Viljapuude pungade kasvamise ajal järgmiseks aastaks, s. o. juuliku keskelt kuni lehtede langemiseni, võib mulda aias kohendada õige õhukeselt, et puude juured ei saaks vigastada, mis takistavalt mõjuks õiepungade arenemisele.

63. Lava.

1. **Milleks vajame lava.** Kevadeks lõpevad vitamiinirikaste puuviljade tagavarad. Neid tuleb asendada värske keeduviljaga, mida varakevadel saame kasvatada (ajatada) ainult lavas ja kasvuhoones. Nii juba veebruaris-märtsis ajatame soelavas kurke ja peasalatit, rediseid ja lühikesi porgandeid, õis-ehk lillkapsaid ja spinatit, tilli, peterselli. Ka kõrvitsa lõunamaised sugulased — melon ja arbuus — vajavad valmimiseks soelava.

Mitme keeduvilja kasvuae on pikem kui meie suvi, mispärast neid tuleb lavas ajatada. Nii ajatatakse soelavas tomat,



157. joonis. Lava profiil.

kõrvits, suur sibul (Madeira, Zittau), seller, porru. Poolsoelavva külvatakse märtsi lõpus varajasi ja hiliseid kapsasorte, mis hiljem veel pikitakse külmlavva või istutatakse kohe alalisele kohale.

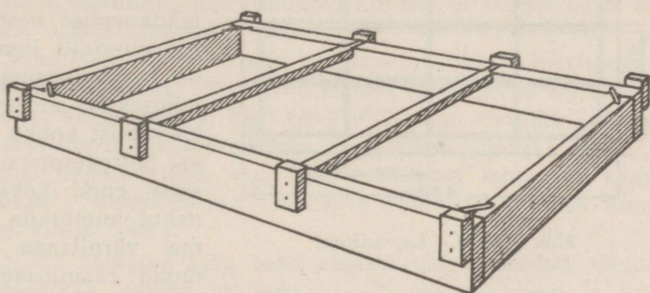
Ka paljud suvililled ei kannaks süvel õisi, kui nende istikuid lavas ette ei valmistataks.

Nii külvatakse aprillis poolsoelavva: levkoisid, lõvilõugu, suvinelke, tsinniaid, õlgillid, peulillid, koreopsiseid, astreid jt.

2. **Lava asukoht** olgu päikesepaisteline, põhja- ja idatuulte eest kaitstud. Selleks sobib elumaja läheduses kõrgem koht kallakuga lõunasse. Tuulte kaitseks tuleb ta kolmest küljest piirata hekiga, kui seal muud kaitset ei peaks olema. Vabaks jääb laval ainult lõunapoolne kül. Et hekk ei varjaks lava päikesekiirte eest, peab ta olema lavast vähemalt paari meetri kaugusel.

Säärasesse kohta kaevatakse juba sügisel 40—70 cm sügavune auk, mille pikkus ja laius olenevad lavakasti suuruselt. Et muld augu seintelt maha ei variseks, tuleb viimased ära vooderdada. Selleks lööme augu nurkadesse ja külgservadesse ühe meetri kaugusel üksteisest 6—8 cm jämedused vaiad, nii et nende ülemised otsad jääksid maaga tasa või ulatuksid sealt veidi välja. Vaiade külge naelutame paksemad (3—4-cm) lauad, jättes vaiaotsad 6—8 cm pikkuselt vabaks ja tehes sinna parajad sälgud lavaraami toetamiseks. Vajaduse korral saab siis raami kõrgemale tõsta.

Lava saab teha ka ilma auguta, asetades lavaraami maapinnle laotud sõnnikule (liikuv lava).



158. joonis. Lavaraam.

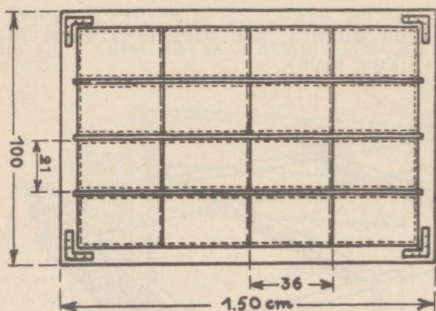
3. **Lavaraam.** Selle valmistamiseks kasutame 4—6 cm paksusi ja 20 cm laiusi laudu. Raami laiuseks tavaliselt võetakse 1,50 m, pikkus aga oleneb lavaakende arvust. Oma tarvituseks piisab raamist, millele mahub 3 lavaakent. Iga kahe akna vahet kohale tapitakse lavaraamile põikpuud, mis ei või olla laiemad kui kokkupuutuvad aknaraamid (harilikult 6 cm laiad ja 4 cm paksud). Need põikpuud takistavad lavaraamil keskelt kõveraks paindumast ning ei lase tuulel, külmal ja vihmil akende vahelt lava tungida. Lavaraami külge aknanurkade kohta lüüakse 6 cm laiused ja 3 cm paksud puuklotsid, mille otsad aknaraamipaksuselt (4 cm) ulatuksid üle lavaraami, muidu libiseksid lavaaknad ühest otsast üles tõstes lavaraamilt maha.

Asetades lavaraami lavaaugu kohale tuleb vaadata, et selle kallak oleks umbes 5—10° lõuna suunas.

Lavaraami nurgad on kasulik ühendada nurkraudadega. See võimaldab sügisel lavaraami lahti võtta ja kuivas kohas alal hoida, et ta asjata maas ei mädaneks.

4. **Lavaaken.** Lavaakna raam valmistatakse kuuse- või männipuust — 1,50 m pikk ja 1 m lai. Et vesi ei jääks aknale peatuma, tehakse lavaakna alumine raamiosa klaasi valtsi võrra (1 cm) õhem. Aknad tehakse 3—4 vahepuuga ehk prossiiga. Prossidesse ja raamidesse tehakse klaaside asetamiseks sisse-

lõiked — valtsid — 1×1 cm. Ainult raami alumine osa jääb valtsita.



159. joonis. Lavaaken.

Et kaitsta aknaid mädanemise eest, tuleb puuosad immutada 3—5% vasevitrioli lahuses ja siis pärast kuivamist kokku panna. Nurgatappe on kasulik enne kokkupanekut immutada kuumas värnitsaga. Ka muud raamiosad va-

javad värnitsaga katmist. Enne kui prossiotsad lüüakse raami, täidetakse vastavad augud raamis paksu õlivärviga.

Klaasid pannakse prosside vahele, nii et iga pealmine klaas kataks alumise klaasi serva 1 cm võrra. Klaasimist alustatakse akna alumisest äärest. Klaasi servade alla, mis puutuvad kokku raami ja prossidega, pannakse kitti. Pealt kinnitatakse need peenikeste naeltega. Klaasi servade ja raami vahe kaetakse ettevaatlikult paksu õlivärvikorruga. Raaminurgad varustatakse nurkraudadega ja otsad — käepidemetega. Et raami vastupidavust veelgi tõsta, värvitakse see tinavalgega üle. Raamide värvimist tuleb korrata iga 3 aasta tagant.

5. **Lava täitmine.** Juba sügisel paneme lava põhja puulehti või põhku, et muld seal ära ei külmuks. Sellega hiljem hoiame kokku lavas palju soojust. Kui hakkame lava sõnnikuga täitma, siis puhastame ta lumest ja jäätunud lehtedest ning põhust. Kuivi lehti võib segada sõnnikuga, eriti kui sõnnikut on vähe.

Lava soojendamiseks kasutatakse hobusesõnnikut. Tallist hobuste alt toodud sooja sõnnikut võib kohe lavva panna, läo-

tades seda sinna ühtlaste kihtidena. Seejuures tuleb kõik sõnnikutükid hargiga hoolega lahti raputada, kihid tasandada ja pisut kinni lüüa.

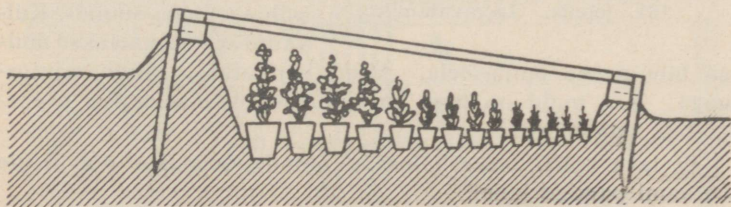
Kui lavad on suured, siis tuleb ära kasutada ka varemkogutud külm sõnnik. See veetakse vajanduval hulgal lava juurde hunnikusse. Hunniku sisse pannakse tallist toodud sooja sõnnikut ja kaetakse pealt põhu ja õlgedega. Miks? Kui mõne päeva pärast hakkab sõnnik aurama, siis võime ta lavva panna.

Kui täidame lava veebruaris-märtsis, siis tuleb sõnnikukiht teha paksem, kuni 50 cm (s o e l a v a). Täites lava aprilli algul piisab 20—30 cm paksusest sõnnikukihist (p o o l s o e - l a v a). Varajastel lavadel tuleb sõnnikuga katta ka lavaraami välisküljed, hilisemal võib seda teha mullaga.

Lava täitmine peab toimuma kiiresti, et sõnnikust ei läheks soojust asjatult kaotsi.

Sõnnikuga täidetud lava kaetakse akende ja mattidega ning jäetakse nii seisma. Bakterite toimel tekib lavas sõnniku lagunemisest kõrge soojus, kuni 60—70°C. Kui sõnniku „põlemine“ on täies hoos, siis avame lava ja sõtkume sõnniku kinni. Siis paneme sõnnikukihile veel õhukese korra lehti või käärinud sõnnikut. Sõnnikuseene tekkimise vastu külvatakse kinnisõtkutud kihile tuhka.

Nüüd täidame lava juba sügisel valmis pandud sõelumata huumusrikka, savika mullaga 12—25 cm paksuselt ja katame



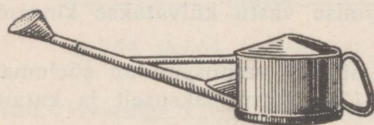
160. joonis. Ilma raamita küllmlava profiil.

ta akende ja mattidega. Mõne päeva pärast on muld soojenenud, mida tõendab lava auramine. Siis tuleb jälle lava avada, muld läbi kaevata ja rehaga hästi segada, nii et ta ühtlaselt kataks sõnniku. Külvi ja pikkimisega aga ei või alustada enne, kui lava temperatuur on langenud 25°C, mis on soodsaim temperatuur taimeseemnete idanemiseks.

6. **Külmlava** soojendavad ainult päikesekiired. Kui tahame, et neid langeks lavale rohkem, siis teeme ta kallaku suuremaks. Külmlava saab kasutada juba aprilli lõpul. Tema valmistamiseks asetame lavaraami soovitava kallakuga maapinnale, millesse kaevatud vastav auk, mis täidetud lavamullaga. Pealt katame raami lavaakendega ja öösi ning külma korral lisaks veel lavamattidega.

Raami puudumisel võib selle asemel teha mullavallikesed, millele asetame lavaakende tarvis puud, mis vaiakestega kinnitame mulda. Vaia otsad jäävad ühtlasi toeks lavaakendele. Külmlavas kasvatame taimi, mida ei või enne öökülmade möödumist välja peenrale istutada, nagu daaliad, varajaste kapsaste ja suvilillede istikud jm.

7. **Külv lava ja selle eest hoolitsemine.** On temperatuur lavas küllaldaselt langenud ja mullapind seal hästi tasandatud, siis võib alustada külvidega. Iga külvi koha eraldame puuliistukestega või kepikestega ning varustame nimelauaga. Nimelauaks võtame tasasekslõigatud 3—4 cm laiused ning 10—15 cm pikkused kuuse- või männipuust liistud, mis katame õhukeselt



161. joonis. Lavavalamik.

laga läbi peene mullasõela. Muld vajutatakse kinni vajutuslauaga. Kui muld on liiga kuiv, siis kastetakse külve peene-sõelalise valamikuga.

Et lava kohal oleks hõlpsam töötada, seistakse põlvili üle lavaraami pandud laual.

Pärast külvi katame lava akende ja mattidega, kuni seemned idanevad. On taimed üles tõusnud, tuleb päeval matid ära võtta ja lava ettevaatlikult tuulutada (õ h u s t a d a). Selleks hoitakse lavaaken õ h u s t a m i s p u l g a abil altkuule lahti. Külma ja tuulise ilmaga avatakse aknad vähem ja lühikest aega, soojaga — rohkem ja kauem. Õhustamisega reguleerime lava soojust. Liiga soojas ja hämaras lavas kasvavad taimed kidurad ning pikad. Õhtuti, enne päikese loojumist tuleb sulgeda aknad ning hiljem katta need mattidega. Hommikul aga

värnitsa ja kroomkollase seguga. Nimelauale kirjutame hariliku pliitsiga külviaja ja taime nime.

Lavas on soovitatav reaskülv. Read tehakse põhja—lõuna suunas. Külvatud seeme kaetakse mul-

tuleb kõrvaldada matid, niipea kui päikesekiired hakkavad lavale paistma.

Väga ettevaatlik tuleb olla ka kastmisega. Kasta tuleb alati pehme veega, mis toas seisnud või mille soojus kuuma vee lisamisega on tõstetud umbes 20°C. Varakevadel tuleb kasta hommikuti, hiljem võib seda teha ka pärast lõunat. Peale kastmist laseme lavaaknad alla, et lava liiga ei jahtuks. Hiljem avame need pisut, et aknaile kogunenud veepiisad ära auraksid.

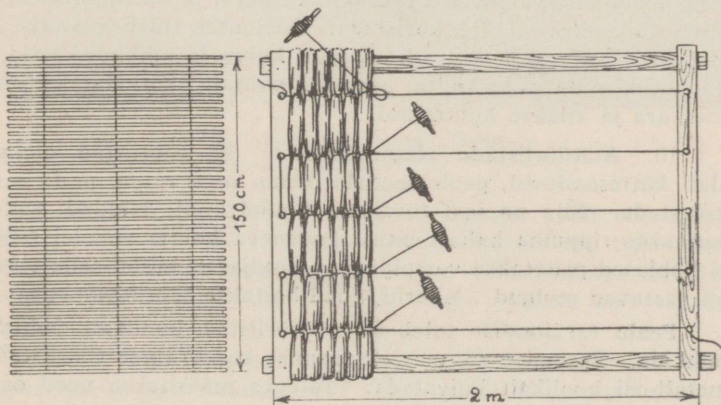
Pikkimine lavades toimub samuti nagu külvikastideski. Pärast pikkimist on keskpäeval vaja lavaaknaid päikesekiirte eest varjutada, kattes neid rohuga, okstega. Kuid kõige parem on valmistada selleks pilliroost, peenikestest keppidest või puuliistudest varjutusmatid.

Hoolitsedes lavade eest ei pääse mööda ka taimede harvendamisest ja umbrohu kitkumisest.

Enne kui taimi istutame lavast välja peenrale, tuleb neid harjutada välis-õhuga. Selleks võetakse päeval lava-



162. joonis.
Õhutamis-
pulk.



163. joonis. Varjutusmatt.

164. joonis. Lavamati valmistamine.

aknad ära — algul mõneks tunniks, hiljem pikemaks ajaks, ja lõpuks terveks päevaks ning ööks.

8. **Lavamatid.** Nende punumiseks lüüakse naeltega kokku puuraam, umbes 1,50 m lai ja 2 m pikk. Raami mõlemasse otsa taotakse ühesuguste vahedega 5 suuremat naela ja nende vahele tõmmatakse 5 tugevat nõöri. Iga nõöri otsa külge kinnitatakse pulga ümber keritud punumisenõöri ots. Nüüd asetatakse põhinõöridele rukkiõlgi peotäite kaupa, tüvedega väljapoole, ja seotakse iga nõöri külge kinni. Mida suuremad peotäied võetakse, seda paksem saab matt. Algus- ja lõppkimbud tuleb võtta suuremad, et matti oleks parem tõsta. On matil vajanduv suurus, raiume ta servad tasaseks, ja matt ongi valmis.

9. **Lava tühjendamine.** On lava oma ülesande täitnud ja meie teda enam ei kasuta, tuleb sealt muld ja sõnnik välja tõsta eraldi hunnikuisse. Sõnnikut saab kasutada kompostiks, väetiseks, kuid lava soojendamiseks ta enam ei kõlba. Samuti peaks lavamulla igal kevadel võtma uue, sest vanas mullas leidub rohkesti taimekahjurite mune, tõuke, nukke ja taimehaiguste eoseid. On aga värske mulla saamine raskendatud, siis peame paratamatult kasutama osa vanast lavamullast. Kui mulda üldse uuendada ei saa, siis tuleb ta desinfitseerida (germisaaniga).

Pärast lava tühjendamist võib välja võtta ka lavaraami. Kui on võimalik, võtame selle koost lahti, laseme ära kuivada ja paneme varju alla. Ka lavaaknad, matid ja õhustamispulgad tuleb kõik aegsasti ära koristada. Seejuures tuleb vaadata, et matid oleksid täiesti kuivad. Samuti külvi- ja pikkimiskastid ja lillepotid, mida ei kasutata, pestakse puhtaks, kuivatatakse õhu käes ära ja viiakse hoiuruumi.

10. **Aiatööriistade alalhoidmisest.** Et tööriistad oleksid alati kättesaadaval, peab nendele olema oma ruum, mida saab lukustada. Siin on igal tööriistal kindel koht: labidad, viglad pannakse rippuma kahest puust koosneva hoidja vahele; rehad ja kõblased pistetakse vartpidi oma hoidjasse, millel selle tarvis on vastavad mulgud. Käärid, noad hoitakse tööriistakastis.

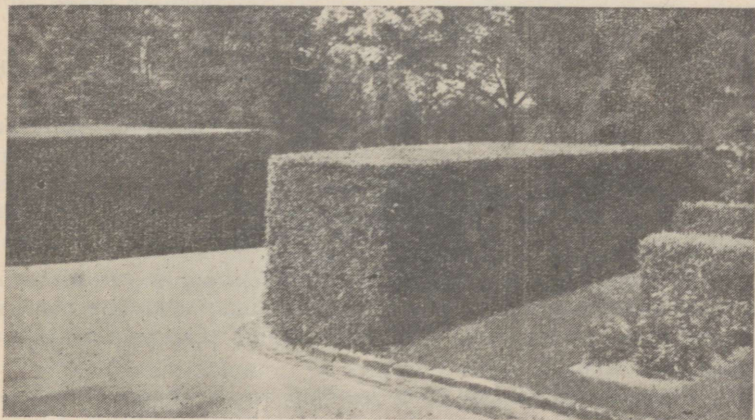
Peale tarvitamist tuleb kõik tööriistad hoolikalt puhtaks pühkida. Pesemise või märjakssaamise korral tuleb tööriistadel metall-osi hoolikalt kuivatada. Talveks määratakse need osad õliga, et nad ei roostetuks.

Töid kodukaunistamise alalt.

64. Hekid.

1. **Kuusehekk.** Nii talud kui ka üksikelamud linnas vajavad kaitset külmade tuulte, suurte tormide ja maanteetolmu eest. Eriti vajavad seda viljapuu-aiad. Neid tuleb kaitsta põhja, kirde ja ka lääne poolt kaitseistandikuga.

Istutusmaterjaliks põhja ja kirde poole sobib kõige paremini kuusk, lääne poole — pärn, sarapuu.



165. joonis. Okaspuu-hekk.

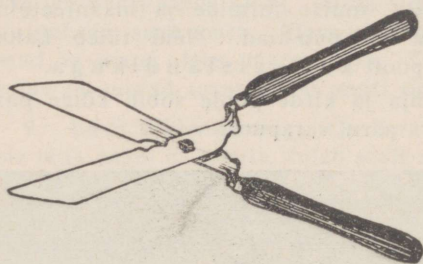
Kuusk istutatakse kaitseistandikuks kas ühelt või kahelt realt. Esimesel juhul jätame taimede vaheks 1 m, teisel asetame nad kolmnurka 1,50 m vahedega. Tahame aga kuuskedest moodustada elustara — heki, siis võtame neil vaheks 40—50 cm.

Kuuski võib istutada kas hilja kevadel (mais) või vara sügisel (augustis). Istutamiseks kõlbavad 5—8-aastased taimed puukoolist või lagedal kasvanud noored kuused, mis tuuakse koju kogu juuri ümbritseva mullamättaga.

Heki alla minev maariba peab olema umbrohist puhas ning küllaldaselt sisaldama mustmulda — huumust. Värsket laudaväetist ei või kuuskedele anda.

Pärast istutamist ja ka hiljem kuivaga tuleb taimi tublisti kasta.

Noori kuuski heki tarvis lastakse algul kasvada vabalt. Kui nad on juba umbes meetrikõrgused ja heas kasvahoos, lõigatakse augustis nende ladvavirvedel $\frac{2}{3}$ maha. Edaspidi toimub kärpimine juba nõöri või lati järgi iga aasta augustikuu esimesel



166. joonis. Hekikäärid.

poolel hekikäärdega. Seejuures peab hoolitsetama, et põetud hekk oleks pealtpoolt tublisti kitsam kui alt, muidu valguse puudusel alumised oksad kuivaksid hõredaks.

Kuuskedest võib kasvatada 3—5 m kõrguse paksu rohelse seina, millest ei tungi

läbi ei loomad, tuuled ega inimese silm. Okaspuudest heaks hekitaimeks on veel harilik elupuu, mida võime istutada ühelt realt 40-cm vahedega või kahelt realt 50-cm vahedega.

2. **Lehtpuuhekid.** Läänetuulte kaitseks sobib pärn, mida tuleks istutada 8—10 m viljapuudest eemale. Pärnade vaheks jäetakse umbes 2 m. Ta laseb end samuti kõrgeks hekiks pügada nagu kuuski.

Kõrgeid hekke saab veel sarapuust, suurest läätspuust, sirelist, jasmiinist.

Aia- ja õueosade eraldamiseks kasutame madalamaid hekke (1—1,50 m), milleks kõlbavad: liguster, viirpuu, enelas, läikiv tuhkpuu, põõsas-läätspuu.

Veel madalamaid hekke (0,50—1 m) saame lumimarjast, magesõstrast, põõsasmaranast.

Hekkide istutamiseks valmistatakse umbes 30—50 cm sügavune kraav, mille laius 0,50—1 m. Kraav täidetakse rammusa mullaga. Istutades taimi ühelt realt võetakse vaheks 30—40 cm, kahelt realt istutamisel on taimede vahe 40—50 cm ja ridade vahe 35—50 cm.

Et read tuleksid sirged, istutatakse taimi nõöri järgi, vahesid märkides mõõdupuuga. Istutamisel lõigatakse varred tagasi 10—20 cm juurekaelast, et nad paremini võrsuksid. Pärast istutamist, eriti kevadel, vajavad taimed kastmist. Mullapind

taimede all on niiskuse hoidmiseks soovitatav katta turbapuruga, kõdunenud prügiga või sõnnikuga. Suve jooksul tuleb taimed umbrohust puhtad hoida.

Peaks mõni taim ära kuivama, siis tuleb see aegsasti asendada uuega. Hekke võib pügada kevadel enne mahlade liikumist ja suvel augusti esimesel poolel, et haavad külmade tulekuni saaksid paraneda. Igal lõikamisel jäetakse aastakasvust 2—5 cm järele. Hekki on soovitatav lõigata ülaltpoolt kitsamaks kui altpoolt.

65. Ilupuud ja -põõsad.

1. Milles avaldub puude ja põõsaste ilu. Ilupuude ja -põõsastega kaunistame oma koduümbrust. Nad meeldivad meile oma võra kujuga, lehtede, õite ja viljade värvusega.

Ilupuude ja -põõsaste istutamisel tuleb neid paigutada nii, et nad üksteise ilu ei varjaks ja et neid võiks näha ka toast.

Kunagi ei tule liiga palju puid ja põõsaid kokku kuhjata. Okaspuud olgu eraldi lehtpuudest. Ilupuudel olgu kõik oksad terved — alates maapinnast. Laasida neid ei või. Kuid välja tuleb rookida küll kõik kuivad ja poolsurnud oksad. Ka tuleb ära lõigata õitsenud õied. Miks? Ainult värviliste viljadega põõsail ja puudel jäävad viljad kasvama.

Võrakuju pärast tuleb põõsaid vahel kärpida. Seejuures põõsaid, mille õiepungad valmivad sügisel (forsüütia, sirel), tuleb lõigata suvel pärast õitsemist, muidu nad järgmisel aastal õisi ei kannu.

Heas maas kasvavad ilupuud ja -põõsad ei vaja väetamist, sest siis hakkaksid nad liigselt kasvu taga ajama. Kehvas mullas võib neid väetada kompostiga ja kõdunenud sõnnikuga.

2. Lilli kodu kaunistamiseks. Rõõmsaks ja sõbralikuks teevad koduümbruse värviküllased suvi- ja püsililled, istutatud teede äärde, akende alla, murule. Lillepeenrad tehakse lihtsad, ilma viguriteta, enamasti sirgjoonelised.

Suvilillede tarvis piisab 60 cm laisest peenrast, püsilillede aga peab see olema 1,50—2 m lai. Siis võime sinna istutada lilli 3—4 realt, paigutades suuremad väiksemate taha. Samas reas aga valime lilled enamvähem ühekõrgused. Nii näiteks 3-realisel peenral võiksid 1-sel real olla madalad tulbid, nartsissid, krookused, pärast nende õitsemist madalad suvililled;

2-sel real — iirised, pojengid, gladiolid ehk kuremõõgad, liiliad jt.; 3-ndal — kuldvits, sügis-aster, tokkroos jt. Suuremate lillede puhmad võtavad enda alla igauks 0,5—1 m², väiksemaile piisab 1 dm². Samast liigist väiksemaid lilli on soovitatav istutada rohkemal arvul ühte, et nad tuleksid paremini esile.

Lilleliikide rühmad ridades võivad korduda üle ühe, kahe, kolme või rohkem. Näiteks ühes reas tulbid (t), nartsissid (n), krookused (k) võime paigutada nii:

| t | n | k | t | n | k |

Asetades lilli peenrale tuleb arvestada nende värvust ja õitseaega. Peenral ühel ning samal ajal õitsvad lilled olgu oma värvuselt silmale meeldivas kooskõlas. Eriti meeldiva kooskõla annavad kõrvuti asetatud täiendusvärvid: punane — roheline (muru!), sinine — oranž, violetne — kollane; samuti ka ühe värvuse mitmesugused toonid (näit.: valge, roosa, punane, tumepunane, punapruun). Kui lillede istutamisel võtta arvesse veel ka nende õitsmis-aega, siis saame lillepeenra, mis õitseb kevadest sügiseni.

Koduümbruse kaunistamisel eelistatakse püsililli, kuna nende iga kestab palju aastaid. Püsilillede istutamise-ajaks on kas varajane sügis (august-sept.), et taimed enne külmade tulekut saaksid juurduda, või kevad, kui taimed juba tärganud.

Püsilillede peenar peab olema sügavalt (40—50 cm) haritud ja korralikult väetatud — kas hästi-kõdunenud laudasõnnikuga või kompostiga. Ka hiljem iga 2—3 aasta tagant vajavad püsililled väetamist. Kõdunenud sõnniku ja komposti asemel võib neile anda ka nitrofoskat — 20—30 g ühele ruutmeetrile. Liiga väetatud maas kasvavad taimed lopsakalt, kuid ei õitse hästi.

Istutades püsikuid tuleb silmas pidada, et sibullilled: tulp, siniliilia, nartsiss, märtsikelluke, lumikelluke, krookus jt., ei saaks suurte juurtega püsikuile liiga lähedale, mis neid võivad ära lämmatada. Sibullilli on parem kasvatada omaette suuremate rühmadena, kuna neid iga 3—4 a. järel tuleb maast välja võtta, et neid tütersibulaist vabastada. Nende sibulad istutatakse sügisel (aug.-sept.).

Ka daaliaid on parem kasvatada teistest püsikuist eraldi. Miks?

3. Rõdude servi, treppe ja aknaid kaunistame lilledega, mis istutatud vastavasse kasti, mille põhja on tehtud mulgud

vee äranõrgumiseks. Istutamisel pannakse kasti põhja kiht peenikest puhast kruusa ja sellele rammusat mulda. Kasti suurus oleneb alusest, kuhu teda paigutatakse. Kast olgu väliselt nägus ja värvitud.

Kasti-lilledeks sobivad: petuunia, mungalill, raud-ürt, pelargonium, fuksia jt.

4. **Muru.** Koduümbruse kaunistamiseks aitab suuresti kaasa muru. Muru kasvatamiseks tuleb juba sügisel vastav maatükk tasandada, sügavalt läbi kaevata ja umbrohujuurtest puhastada. Tasandatud pind kaetakse 12—15 cm paksuse huumusrikka, savika mullakihiga. Kevadel, niipea kui maa on tahenenud, silume ta rehaga ja külvame sinna muruseemne. Seemneks päikesepaistelisele kohale, kus muld ei ole väga rammus, võib iga 1 m² kohta külvata 30 g järgmist segu: ingliskraieheinna 30% (kaalu järgi), aasnurmikut 25%, päris-aruheina 25%, valget kasteheinna 20%. Külvata tuleb peeneteraline seeme eraldi jämedateralisest. Miks? Külvamist toimetatakse vaikse ilmaga. Külvatud seeme rehitsetakse kergelt üle, et ta ühtlaselt kataks maapinda. Pärast seda hakitakse mullapind rehaga ja rullitakse käsirulliga. Rulli asemel võib kasutada jalgade külge kinnitatud laudu (jalalauad). Jalalaudadega tuleb liikuda seal ka hiljem, kui umbrohte peab kitkuma või maad kastma põua ajal. On muru kasvanud 6—8 cm pikkuseks, tuleb teda kerge vaheda vikatiga niita. Edaspidi tuleb seda teha vähemalt kord kuus. Iga 2—3 aasta järel varakevadel väetatakse muru sõelutud kompostiga või kõdunenud sõnnikuga.

5. **Teed.** Kodu ümber peaksid olema ka korralikud teed. Neid tuleb rajada suuremate liiklemis- ja nägusamate kohtade suunas. Teede tegemisel võetakse kõnnitee laiuseks umbes 1—1,50 m. Kui tahame, et teed oleksid kuivad, siis tuleb nende rajamisel muld umbes 20—25 cm sügavuselt ära võtta ja 15—20 cm paksuselt kiviprahiga täita, asetades seejuures suuremad kivid tee põhja, lameda küljega allapoole. Pärast rullitakse kiviprügi hästi kinni, nii et tee saaks keskelt kumer. Siis kaetakse ta 3 cm paksuse savisegase kruusakorraga, mis kastetakse märjaks ja rullitakse jälle kinni. Lõpuks pannakse tee peale veel 2 cm paksune peene kruusa kiht.

Tikub teedel rohi kasvama, siis tuleb see kas välja kitkuda või hävitada kange vedelikuga kastes. Selleks tarvitatakse soolvett või umbrohtude tõrjevahendit „Usool'i“, mida võetakse 10 supilusikatäit pange vee kohta. „Usool'i“ lahust tuleb vala-

mikuga valada teedele pärast vihma 2—3 korda suve jooksul.

Kus saadaval on paekivi, võib selle plaatidest valmistada aias nägusaid treppe ja kõnniteid, mis ei karda rohtumist. Samuti võib kõnniteedele valmistada betoonplaate ($40 \times 40 \times 5$ või $40 \times 60 \times 6$; segu: 1:6).

6. **Aiamajake ja lehtla.** Aias on hädavajalik aiamajake, millel oleks lahtine rõdu ja kinnine ruum aiatööriistade, seemnete ja muu tarvis. Mõnusaks puhkepaigaks aias on lehtla, mida võib kokku lüüa lattidest ja katta lianidega (puustunud väänkasvudega). Neist kasvavad meil: metsviinapuu, mille lehed sügisel muutuvad punaseks, 10 m kõrge; tobi-väät — 10 m; lõhnav kuslapuu — kollaste õitega, 6 m. Neid taimi saab kasutada samuti rõdude ja aiavärvade kaunistamiseks ning seinte ja müüride katteks. Selleks otstarbeks kõlbavad veel rohtsete vartega ronitaimed, nagu humal — 8 m, koeranaeris — 4 m, dahuuria kassitapp — 4 m, õied roosad. Üheaastastest ronitaimedest sobivad selleks: lill-uba — 3—4 m (lillhernes — 2 m), jaapani humal — 4—5 m, lehtertapud — 2 m, jt.

66. Aiakavandeid.

1. **Kaasiku talu aiakavand** on koostatud keskmise suurusega talule, mis asetseb klassitee ääres. Hooned on ehitatud väikesele kõrgendikule, millel langus lõuna ja lääne poole. Aia kaitseks valitsevate läänetuulte eest on istutatud maantee servale üherealine kuuse-kaitseistandik.

Tulundus- ja iluaia osas on aia välispiirdeks lippaed, karjakopli ümber traataed.

Karjakoplid on rajatud talumetsa servale, mis ühtlasi talu karjamaaks. Metsapuudest on kasvama jäetud: kuuski ja mände (23), saari (27, 28, 29), arukaski (15) ja pihlakaid (21).

Idapoolseks aiapiirdeks on istutatud meetaimedena harilikud pärnad (17) ja koplitesse tammi (19), loogapajusid (22, 24), vahtraid (26), mustleppi (25).

Maanteelt viib mururibade ja tuhkpuuhekkidega piiratud pihlakate puiestee (32) korralikult tasandatud ja kruusatud talu siseõue, mida piiravad elumaja (1); koosehitisena — riistakuur, sigala, karjaköök, laut ja põhukuur (2). Saun, kuivatis ja ait (3), puukuur ja kelder (4).

Elumaja (1) lõunaküljel on iluaed, mis eraldatud põlluteest ja köögivilja-aiast ligustrihekiga. Iluaias on tooniandjaks kruusatud jalgteega piiratud muruväljak, millel valge lipuvarras (10), rühm siberi nulge (14) ja punaõieline tüvikviirpuu (36, 16). Iluaia piirdeks on õitsvad ilupõõsad (12): sirelid, jasmiinid, aedroosid, forsüütiad, aedhortensiad jne. Ilupuudest: arukased (15), vahtrad (8, 11) ja püsililled (9). Iluaias asetseb ka vään- taimedega kaunistatud sõrestiklehtla (13).

Elumaja lääneküljel, eraldatud köögivilja- ja marjaaiast jalakalehise enela hekiga, asetseb laste mängumuru liivakastiga (5) ja hobukastaniga (6), mille all valge aiapink. Siit viib tee köögivilja-aeda, milles lava, suvilillede peenar (7), mille elumajapoolsel otsal tüviksirel.

Köögivilja-aia kõrval asetseb marjaaed (33), mesila meetaimede ja kirsipuudega (34) ja vaarikad (35).

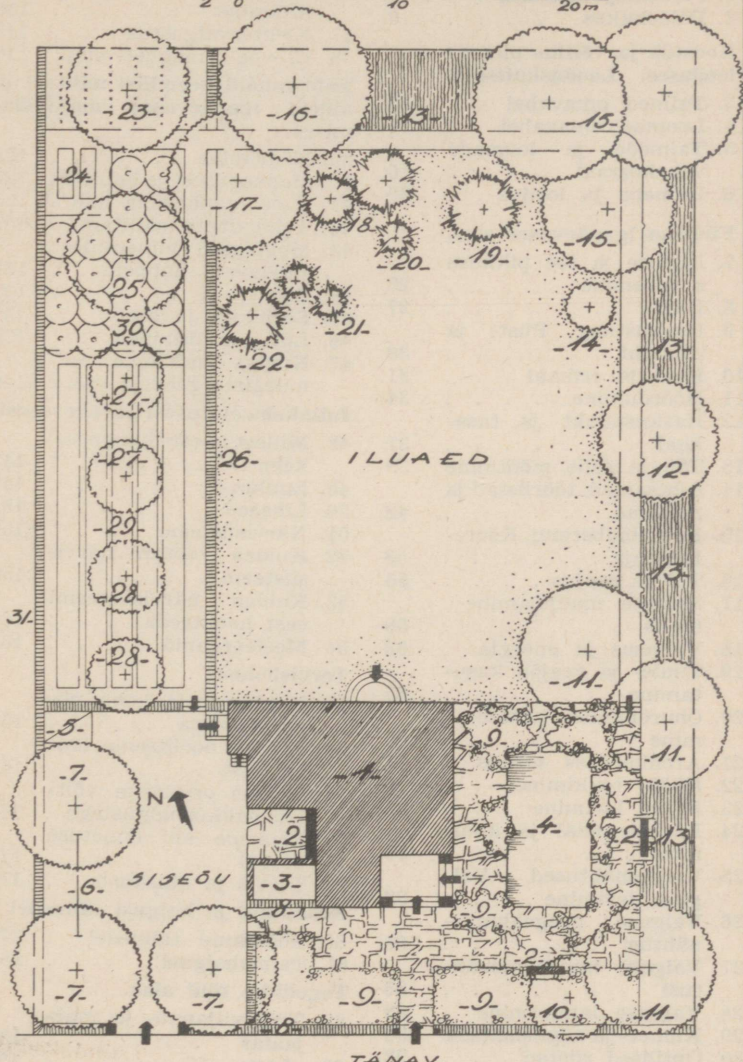
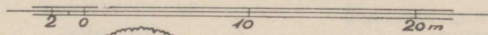
2. **E. Kivi koduaed** asetseb aedlinnas. Aia planeerimisel on aluseks võetud elumaja (1), mille ehitamisel saadud aluspinna muld on kasutatud betoon- või paeplaatidega kaetud iluaia osa ja siseõue täitmiseks. Plaatide vahedes on ilumuru. Kruusatud siseõues kasvavad harilikud pärnad (7), millele all riitekloppimise puu (6) ja jätetekast (5). Otse elumaja akende all varjulises nurgakeses asetseb laste liivakast (3), mille juures valge aiapink (2). Iluaed on eraldatud siseõuest ja tänavast ligustrihekiga (8), tarbeaiast jalakalehise enela hekiga (26) ja kirde- ning idapoolsetest naaberaedadest järgmiste ilupõõsastega (13): sirelid, jasmiinid, aedroosid, kuslapuud, lumimarjad, forsüütiad ja aedhortensiad. Betoon- või paeplaatidega kaetud terrassil asetseb basseini (4) vesiroosidega. Samas on peenardel ja rühmiti mitu liiki püsililli (9) ja valged aiapingid (2).

Iluaia piirdealadel moodustavad aiale roheline raami ilupuud. Siin esinevad lehtpuudest: arukased (11), hobukastan (12), vahtrad (15), hõbelehine pooppuu (16), pihlakas (17). Tüvikpõõsastest: punaõieline väärastatud viirpuu (10) ja valgeõieline väärastatud sirel (14). Okaspuudest ja põõsastest leidub iluaias: harilikke kuuski (19), ühevärvilisi nulge (18), seedrimänd (22), püramiid-elupuu (20) ja kadakad (21).

Elumaja kirdest piirav täpitud väljak on kaetud kultuurmuruga. Iluaiast viib kruusatud jalgte tarbeaeda. Siin kasvavad viljapuudest: õunapuud (23, 25), ploomid (27) ja kirsid (28). Tarbeaia põhjapoolses otsas asetsevad vaarikad, nende ees kompost (24) ja marjapõõsad (30). Elumajale kõige ligemal on köögiviljapeenrad (29) ja maasikad. Naaberaia eraldab tarbeaeda peale võrktara veel läätspuuhekk (31).

HR. E. KIVI KODUAED

MÕÖT: 1:200.



TARTUS, 1938.
T. Toopalu
and rethort

SISUKORD.

Umbrohud aias ja põllul.		35. Välk ja piksevarras . . .	109
1. Põldsinep ehk telg . . .	3	36. Elektrivool ja selle te- kitamine	110
2. Põldohakas	6	37. Elektervalgustus . . .	113
Koostöö ja võitlus olemise eest looduses. Looduskaitsest.		38. El.-voolu magnet. mõju	116
3. Taimed omavahel . . .	10	Tähtsamaid keemilisi nähtusi ja aineid igapäevases majapidami- sises.	
4. Loomad omavahel . . .	14	39. Käärimine	123
5. Taimede ja loomade vahekorra	16	40. Hapnemisest ja happeist	126
6. Inimene ja loodus . . .	20	41. Meie igapäevane leib .	128
Füüsika igapäevases elus.		42. Toiduainete säilitam. .	131.
7. Kiiruse ja tee pikkuse arvutamine	25	43. Mõningaid mineraalest saadavaid happeid . . .	132
8. Inerts	27	44. Sooda	135
9. Raskustung. Püst- ja rõhtsiht	30	45. Seebikivi ja seep . . .	137
10. Kaal ja erikaal	31	46. Liht- ja liitained . . .	139
11. Hõõrdumine	34	47. Kuidas kaitseme eri mürgiste gaaside vastu	140
12. Raskuspunkt ja tasa- kaal	37	Inimkeha ehitusest ja tegevusest.	
13. Töö ja selle mõõtmine	39	48. Millest koosneb inimese keha	143
14. Lihtsamad tööriistad ja masinad	42	49. Luukond	145
15. Kesktõmbetung. Koore- lahutaja	53	50. Lihased	151
16. Töö ja soojus	56	51. Närvisüsteem	154
17. Soojuste muundamine töök	58	52. Kuidas töötab närvi- süsteem	158
18. Võimsus ja energia . . .	63	53. Kuidas närvisüsteemi eest hoolitseda	160
19. Tuule- ja veejõu kasu- tamine	65	54. Meeleorganid	161
20. Õhurõhumise kasuta- mine	69	Tervishoiust.	
21. Archimedese seadus . . .	71	55. Kuidas meie keha pü- sib tervena	164
22. Häälte tekkimine	75	56. Kuidas hoolitsemise hai- ge eest	169
23. Häälte levimine	77	57. Kuidas organism võit- leb nakkushaigustega .	171
24. Inimese hääl ja kuul- mine	80	58. Esimene abi õnnetuse korral	172
25. Valgusnähtused. Val- guse levimine	82	59. Tervis ja ühiskond . . .	178
26. Valguse peegeldumis- nähtusi	83	Söödikuid ja haigusi taimedel.	
27. Valguse murdumisnähtu- si	86	60. Söödikuid taimedel . . .	179
28. Valguse lahutamine . . .	88	61. Taimehaigusi	181
29. Kumer- ja nõgusläätsed	90	Tegelikke töid aias.	
30. Optilised riistad	92	62. Töid viljapuu- ja mar- jaaias	183
31. Valguse keemil. toimest	94	63. Lava	188
32. Silm ja nägemine	97	Töid kodukaunistamise alalt.	
33. Magnetinähtusi	102	64. Hekid	195
34. Lihtsamaid elektrinähtu- si	106	65. Ilupuud ja -pöösad . .	197
		66. Aiakavandeid	200

A-12412

1
1

HIND KÖITES KR. 1.15