J. Lang * A. Paris * J. Reial

Väike looduse sõber

VI kl.

Estonienne * Estonian
Eesti
Delegatsioon
Ravensburg



R·LAHI

Tartu Eesti Kirjastus

J. LANG / A. PARIS / G. REIAL

VÄIKE LOODUSE SÕBER

ÕPIK ALGKOOLI VI KLASSILE

Délégation Estonienne * Estonian
Eesti
Delegatsioon
Ravensburg

TARTU EESTI KIRJASTUS

2
Tartu Ülikooli
Raamatukogu
196114

8., muutmata trükk.

Korrektor M. Kindlam.

AfV nr. I/0042. Trükiarv: 11 150 eks. Paber: ETK paberivabrik. Tallinn; paberi kaust 56×79 cm. Trükk ja brošeerimine: „Noor-Eesti" trüki- ja köitekoda, Tartu. Ilmunud juulis 1943. Hind Rmk. 1.10.

Umbrohud aias ja põllul.

1. Põldsinep ehk telg.

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



1. joonis. Põldsinepi üksikud osad.

Õied kinnituvad väikeste varrekeste abil taime pearao külge, moodustades koos õisiku, mida nimetatakse **kobaraks.**

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

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

Oma kasvuaja kestel kasvatab põldsinep väga palju seemneid; ühe teadlase vaatluste järgi võib üks

põldsinep anda kuni 20 000 seemet, kui ta saab takistamata kasvada kuivamiseni. Põllul kasvaval põldsinepil pudeneb osa seemneid enne viljakoristamist, osa 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 sügisese 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 ainult 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 viljakasvule 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 kahjutuks teha sel teel, et neid samal sügisel äratatakse idanemisele: selleks tuleb põld kohe pärast lõi-

kust koorida. Seejuures satuvad telje seemned mullasse, kus neist varsti kasvavad noored taimed. Hilisema sügisese künniga hävitatakse need. — Kesapõldudelt peab teljed hävitama võimalikult juba enne õitsmist, igatahes enne vilja valmimist, et seemneid ei pudeneks põllule.



2. joonis. Põldrõigas.



3. joonis. Tõlkjas.

Ka hävitatakse põldsinepeid noorelt, kui neil 2—4 lehte väljas, kainiidipulbri või rauavitrioli-lahusega. Kainiidipulbrit puistatakse hommikul vara, kui taimed on kastesed. Pulber jääb peatuma põldsinepi laiadele lehtedele, variseb aga maha kitsailt oraselehtedelt. Lehtedel olevais kastetilkades lahustub pulber ja see kange lahus kisub lehtedest vee välja; selle tagajärjel kuivavad tai-

med või jäävad kiduraks. Rauavitrioli-lahust, mille kangus peab olema umbes 15%, pritsitakse kuiva ilmaga. Need ained hävitavad ka teisi umbrohte, millel on laiad lehed, kuhu nad võivad peatuma jääda.

4. **Teisi ristõielisi umbrohte.** Põldsinepiga sarnaneb õie ehituselt **põldrõigas ehk rõikhein,** 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. Tema vastu võitlemiseks tuleb hävitada varred enne seemnete valmimist ja juured välja kaevata.

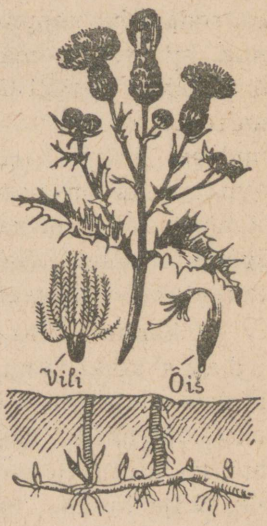
Peale nende on ristõielistest tüütavaiks umbrohtudeks põldudel harakladvad, põldlitterheinad, hiirekõrvad jt.

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 neist olenebki avanenud nuti värvus. Avanemata 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 kandjaiks 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 ega hoia enam seemneid kinni — tuul tõstab need lendu. Õhust sajavad nad maha igale poole, ja kus kasvamiseks tingimused vähegi soodsad, areneb uus põldohakas.



4. joonis. Põldohaka üksikud osad.

2. **Vars ja lehed.** Esimesel aastal arenevad 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 külgvõsundeid, mis kasvavad mul-

las rõhtsalt umbes 30—40 cm sügavuses ja hargnevad tihedalt. Juurikale tekivad pungad, milledest arenevad noored ohakad.

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

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

3. **Tõrje.** Et põldohakas sigib kahel viisil — seemnetega ja juurvõsundite abil, siis on võitlemine tema vastu raske. Et takistada põldohaka levimist seemnete kaudu, tuleb hoolitseda, et põllul, rohumaadel ega prügihunnikuil 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 sügavkündmisel. 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 on 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 levimisvahenditega, nagu karvakesed, tiivad, konksukesed.

Paljunemisvahendeilt 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 **juurumbrohtudeks.** 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 puhtaks haritud põld. Säärase suure kahju pärast peavad põlluharijad tõsiselt hoolitsema, et umbrohte kasvaks põldudel ja põldude ligidal söödismail võimalikult vähe.

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

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 laiali ajanud ning varjanud teiste eest valguse, hoolimata sellest, et valguse puudumine tähendab surma ta kaaslastele. Samasugust pilti näeme igas metsas. Suurte puude all on väikesi puid 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 end, 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 — ta närtsib.

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

2. **Kohanemine.** Ent hääbuda ei taha ükski taim. Nad nagu otsivad sääraseid elamisviise, kus tuleks vähem võistelda. Nõnda nägime, et mänd on kohanenud kehva pinnasega, seened kasvavad ilma 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 elusailt olendeilt; neile on aga paremuseks see, et neil pole vaja võistelda valguse pärast.

3. **Nugilisus.** Ka õistaimede hulgas on selliseid, kes võtavad kõik oma toidu teistelt kasvavailt 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 n ä s a d e h k i m i s e d, 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 võivad nad püsida idanemata mitu aastat, ilma et nende

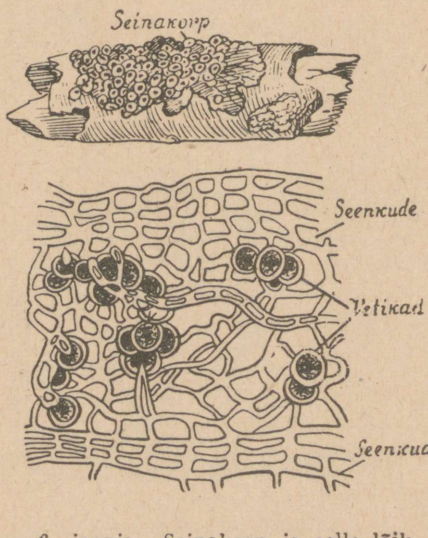


5. joonis. Võrm nõgesel.

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 alustab 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, milledel parasiteerib võrm, ja võrdle neid teistega, mis kasvavad vabalt ainult endile. Kummad on tugevamad?

Korja parasiit-taimi ühes nende taimedega, millel nad parasiteerivad, kuivata koos ja valmista neist kogud.



6. joonis. Seinakorp ja selle lõik.

4. **Sümbioos.** Taimeriigis on ka vahekordi, mis on otse vastandid parasitismile, — see on vastastikune toetamine. Säärase vahekorraga tutvusime herne ja männi õppimisel. Tuleta meelde, milles seisis see ja kuidas nimetatakse sellist vahekorda. Veel täielikumalt avaldub sümbioos **samblikkudel.** Samblikke kasvab suurel hulgal männikuis 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 rohelisi terakesi — need on rohelised **keravetikad.**

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 roheliseks. Roheline vina koosnebki seesuguseist vetikaist. Kui nende kasvamiskoht kuivab, siis vetikad ei sure, vaid kuivavad ainult kokku, kattuvad tiheda kestaga ning jäävad ootama uut niiskust. Kuivanult on nad kerged; neid kannab siis tuul laiali, 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 roheliseks. 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, milledes on klorofülli, toidu valmistamiseks. Vetikate valmistatud toitu tarvitavad ka seened. Nõnda põhinebki nende elu vastastikusel toetamisel.

Ka samblikkude paljunemine toimub peamiselt ühiselt; neist eralduvad väikesed terakesed, milledes on igaühes üks vetikas ja selle ümber seeneniidid. Tuul kannab need laiali, ja ükskõik kus nad maha langevad, seal alustavad kasvamist. 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 soovitav 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 vahekordi on vähe leida loomariigis. Neid võib ehk tähele panna ühiskondlikel putukail, nagu sipelgail ja mesilastel. Nende omavahelised suhted on arenenud niikaugele, et pesakondades omavahelist tüli ei esine ja iga üksik loomake on alati valmis teisi aitama, ka siis, kui tema oma elu ähvardab kindel surm. See sõbralik vahekord 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 tähele pannud, kui vanad on pojad kassil, kanal või mõnel teisel loomal, kui vanemad nad iseendi hooleks jätavad?

2. Paljudel karjades elavail loomadel, näiteks kanadel, hanedel, külvivarestel jt. lindudel võib tähele panna hoiatavaid hüüdeid ligineva hädaohu puhul. — Kas oled midagi sellist tähele pannud? Kui ei, siis katsu näha esimesel võimalusel.

2. **Kaitsevahendid vaenlase 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 liikumisvõimalusi, 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 paljudel putukail ja nende röövikuil, nagu heinaritsikad rohus, lehetäid puudel, kapsaussid jt.

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

Vaatleme porikärbest. Millise loomaga sarnaneb ta värvuselt? Ei ole raske tunda, et herilasega. Herilane on teatavasti varustatud mürgise kaitsevahendiga, ja nii mõnigi putukasööja loom või lind on tunda saanud ta valusat nõelamist; muidugi ei lähe need enam herilasi püüdma. Porikärbes, olles herilase värvust, on tänu sellele



7. joonis. Vaksiklase röövik kaseoksal.

kaitstud ka putukasööjate eest, sest need peavad teda mürgiseks herilaseks. 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 kujusarnasusi. Sügisel metsas kõndides võib tähele panna puudel ronivaid röövikuid, kelledest 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?

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 süsihappe-gaasi. Loomad seda ei suuda. Nad surevad nälga, kui neile pakkuda ainult taimede toitu: soolasid, vett ja süsihappe-gaasi. Vajalikke 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 rohttaimed, puudelt ja põõsailt eriti lehed. Kuid loomad ei söö kõiki taimi ühesuguse isuga; mõnesid 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.

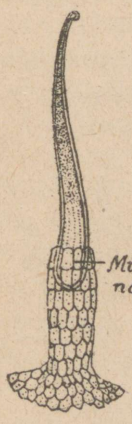
Teiseks kaitsevahendiks on okkad ja teravad karvakesed.

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



8. joonis. Vägiheina haruline karvake.

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 mürginäärmest. 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 aga kannatavad raskesti ja hoiduvad seepärast nõgestest eemale. Ometi on väikesi loomi, kelledele nõgese kõrvekarvad ei näi hädа tegevat, need on nõgeseliblikate röövikud, kes arenevad nõgestel ja söövad nende lehti. See näitab, kuidas loomad kohanevad toiduga.



9. joonis. Nõgese kõrvekarvake.

Koosta kogu taimedest, millede 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 mõningaid, 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 paksud, 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 lehele istuma, siis jääb ta kleepuvasse vedelikku kinni. Karvakesed painduvad putuka ümber nagu sõrmed; neist sõõrdub seedivat vedelikku. Mahlas lämbub putukas, ta lihased ja muud pehmed kehaosad lahustuvad ning imbuvad taimesse, putuka kuiva kesta aga kannab tuul ära. 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 hõlpus teha koolis või kodus. Huulhein tuleb võtta rabast ühes samblaga 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.

6. Inimene ja loodus.

1. **Kasutamine.** Loodus on inimese vara-ait. Inimene saab looduselt kõike, mida vajab. Arenemise algastmel rahuldas inimene oma tarbeid loodussaadustega nii, nagu nad leidusid looduses. Ta ei osanud neid veel ümber töötada. Ta oli täiesti loodusjõudude meelevalla 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? Missuguseid 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 aed- ning põldtaimed.

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 vähemaks 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, mööbliks ja tarberiistadeks, siis on nüüd peale nende tarvitamisalade tekkinud veel suured tööstused, mis töötavad puid ümber teisteks tarbeaineteks. Tähtsamad neist on paberi-, kunstsiidi-, suitsuta püssirohu, 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 inimestele kas otseselt või kaudselt, peaks kohustama metsa eest ka hoolitsema 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 asemele kasvada. 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 juhtub seda paljude teiste loomadega, nagu kasulikkude nastikute ning vaskusside hävitamisel mürgise rastiku pähe jne.

Kas tead veel näiteid?

Kui loodus-esemete hävitamine toimub asjatundmatusest, 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 seda laadi hävitustöid näha nii sageli. Neist olgu nimetatud: puude okste ning latvade murdmine ja koore kraapimine, 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, pähklite enneaegne korjamine, kaskede raiumine rohelise tuppatoomiseks, noorte kuuskede hävitamine jõulupuudeks, röövkalapüügid ning -jahid, metsade laastamine ja palju muud. Ükski nende tegude tegijaist ei esita endale küsimust, mis saaks aastate pärast siis, kui kõik inimesed teeksid nõnda; kes kannatab tulevikus tagajärgede all?

Esita sina endale see küsimus ja leia vastus.

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

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 sekundeis, 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. Järelikult on antud juhul rongi kiirus 52 m : 4 = 13 m sekundis ehk 13 $\frac{m}{sek}$. Üldse võime kirjutada:

$$\textbf{kiirus} = \frac{\textbf{käidud tee}}{\textbf{aeg}}.$$

Siit järeldame:

käidud tee = aeg · kiirus.

Kiiruse nimetuse lühendatud tähistamisel kirjutatakse üles (joone peale) ühiku nimetus, millega on mõõdetud tee pikkus, ja joone alla vastava ajaühiku nimetus, näiteks kiirus $30\frac{km}{sek}$, $5\frac{km}{tunnis}$, $10\frac{m}{min}$ jne. Säärane kiiruse nimetuste kirjutamisviis on otstarbekohane, sest ta näitab alati, missuguse ühikuga on mõõdetud käidud tee ja missuguse ühikuga aeg.

Kiirrong kulutab Tartu—Tallinna vahe — 191 km — ärasõitmiseks 3 tundi. Selles ajavahemikus on kõik peatused jaamades 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 $\frac{m}{sek}$-tes ja $\frac{km}{tund}$-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	$30\frac{km}{tunnis}$	Kõva tuul	$12\frac{m}{sek}$
Aeroplaan	180 „	Maa ümber Päikese	$30\frac{km}{sek}$
Auto	70 „	Pääsuke	$60\frac{m}{sek}$
Hobune sammu käies	4 „	Tigu	$1{,}5\frac{mm}{sek}$
Jalakäija	5 „	Torm kuni	$50\frac{m}{sek}$
Kiirrong	80 „	Traavel	$12\frac{m}{sek}$
Kahurikuul .	$600—800\frac{m}{sek}$		

1. Kujuta võrdlevalt auriku, aeroplaani, auto, hobuse, jalakäija ja kiirrongi kiirus. Kiiruse 1 $\frac{km}{tunnis}$ kujutamiseks võta 1 mm. 2. Leia oma käimise keskmine kiirus kodunt kooli ja ümberpöördult. 3. Jalamees käib 45 minutiga 3 km. Leia ta keskmine kiirus $\frac{km}{tunnis}$, $\frac{m}{min}$ ja

$\frac{cm}{sek}$. 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 $\frac{m}{sek}$-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.

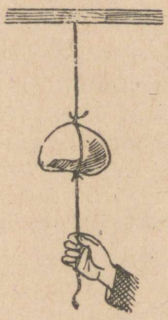
8. Inerts.

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.

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 inertsi all mõeldaksegi kehade omadust alal hoida oma liikumise olekut.



11. joonis. Kivi 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 11. joonisel näidatud 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 võivad kivi teravad ääred ümberseotud niidi kergesti katki lõigata. 2. Kui raudteerongid kiirel sõidul kokku põrkavad, purunevad vagunid. Mispärast? Miks pole alati võimalik rongi enne õnnetust piduriga peatada? Millest on tingitud maavärisemise hävitav (purustav) mõju? 3. Pane pabeririba laual seisva veeklaasi 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 hakkab, langevad reisijad tahapoole. Äkilisel seismajäämisel toimub vastupidine nähtus. Mispärast? 5. Mispärast tuleb tolm kloppimisel 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. Mispärast 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. Kuidas seda seletada? 12. Mispärast õunad puu raputamisel maha langevad? 13. Mispärast roomad sagedasti katkevad, kui hobune äkki tõmbab? 14. Tagaajamisel on kasulik suuna äkilise muutmisega end kaitsta. Mispärast?

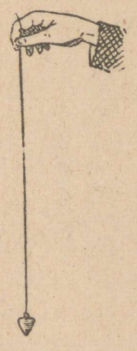
9. Raskustung. Püst- ja rõhtsiht ning nende määramine.

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

Inertsiseaduse järgi ei hakka ükski keha liikuma iseendast, ilma põhjuseta. See kehtib ka kehade langemise kohta. Siin on **raskus** ehk **raskustung** selleks põhjuseks, miks kehad Maa poole langevad. Niisiis: k e h a d l a n g e v a d M a a p o o l e r a s k u s t u n g i m õ j u l.

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. Mispärast? Püstsihi määramiseks tarvitatakse **loodi** (12. joonis), s. o. nööri või niiti, mille otsa on kinnitatud mõni koormis, näiteks seatinakuulike.



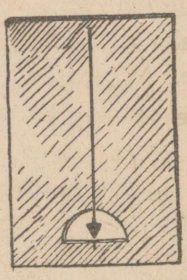
12. joonis. Lood.

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** (13. 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



13. joonis. Vaaderpass ehk vesilood.

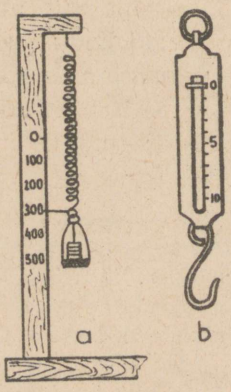


14. joonis. Vaaderpass loega.

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 14. joonisel kujutatud vaaderpass. Seleta, kuidas teda tarvitada. Katsu järele, kas põrand, aknalauad jne. on rõhtsad. Kuidas selle riistaga määrata püstsihti? Katsu järele, kas seinad, aknalengid, uksepiidad jne. on loodis.

10. Kaal ja erikaal.



15. joonis. Vedrukaalud.

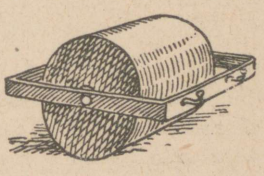
1. Võta kätte mingisugune asi (kivi, võti, pliiats, nuga jne.) ja katsu hinnata selle raskuse suurust ehk **kaalu.** Kuidas oleneb keha kaal ta ruumalast?

Käega „kaaludes" ei saa me küllalt täpselt hinnata kehade kaalu. Seepärast tarvitame keha kaalu täpsemaks määramiseks **kaalusid.** Lihtsam neist on vedrukaal (15. joonis). See on terasvedru, mis venib seda pikemaks, mida suuremad koormised 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 15. joonisel *b*.

Valmista endale 15. joonise *a* vedrukaal. Vedru saamiseks tuleb hea pinguletõmmatud terastraat keerata ümber ümmarguse pulga.

2. Asjade vedamisel, ehitiste püstitamisel jne. on sageli tähtis teada asjade kaalu. Suurte asjade juures pole otsene kaalumine alati võimalik. 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 dm^3. Nüüd oleks lihtne leida rulli kaalu, kui teaksime ühe-kuupdetsimeetrise 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 cm^3 ja kaal 600 g. Siit arvutame **ühe kuupsentimeetri kaalu grammides** ehk **erikaalu,** mis on 600 g : 240 = 2,5g. 1 kuupsentimeeter graniiti kaalub seega 2,5 grammi, järelikult 1 dm^3 graniiti kaalub 2,5 kg ja otsitav rulli kaal on 1700 · 2,5 ehk 4250 kg.



16. joonis. Teerull.

1 cm^3 vett kaalub 1 g, järelikult on **vee erikaal 1** $\frac{g}{cm^3}$ (loe: üks gramm kuupsentimeetris); 1 cm^3 kivi kaalub 2,5 g, järelikult on kivi erikaal 2,5 $\frac{g}{cm^3}$, 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 seatina 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 $\frac{g}{cm^3}$	Kuusepuu . . .	0,5 $\frac{g}{cm^3}$
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° C) . .**	**1,00 „**
Inglistina . . .	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 ta 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 1 $\frac{g}{cm^3}$ (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

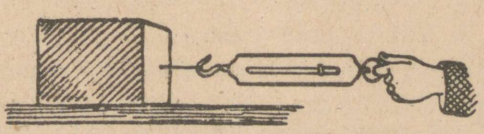
ruumala suuruses? 10. Kui palju maksab liiter kulda, kui 1 g kulla hind on 3,90 marka? 11. Mitu kg kaaluks massiivsest graniidist tehtud sinu kuju loomulikus suuruses?

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 toodud 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 liikuma pandud keha liiguks järjest edasi ühtlaselt, s. o. endise kiirusega, peame kogu aeg ületama liikumist takistavat hõõrdumistungi.

2. Näitena määrame hõõrdumistungi suuruse tooli vedamisel mööda põrandat. Selleks tõmbame tooli vedrukaalu konksu pidi mööda põrandat edasi. On tooli edasiliikumine enam-vähem 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 kg : 4 kg = $\frac{1}{4}$. Seda suhet nimetatakse ka **hõõrdumiskoefitsiendiks.**

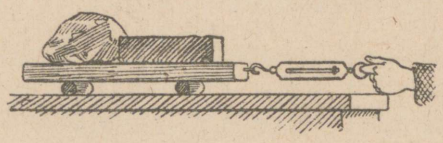
3. Määra kirjeldatud viisil hõõrdumistungi suurus klassipingi, laua, puuhalu, kasti jne. vedamisel mööda põrandat. Arvuta iga juhu kohta hõõrdumistungi ja keha raskuse suhe ehk hõõrdumiskoefitsient. Võrdle saadud hõõrdumiskoefitsiente omavahel. Määra katse abil, kuidas oleneb hõõrdumiskoefitsient



17. joonis. Hõõrdumistungi määramine liugumisel.

pinna suurusest ja siledusest, keha raskusest ja õlitamisest.

Asetame lauatükile raskuse suurendamiseks mõned kivid. Veame sedaviisi koormatud lauatükki mööda põrandat või lauda. Määrame hõõrdumiskoefitsiendi. Nüüd paneme lauatüki alla paar ümmargust pulka (sulepead) ja määrame jällegi hõõrdumiskoefitsiendi. Kummal juhul on hõõrdumistung suurem ja mitu korda?



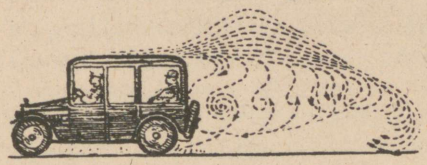
18. joonis. Hõõrdumistungi määramine veeremisel.

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

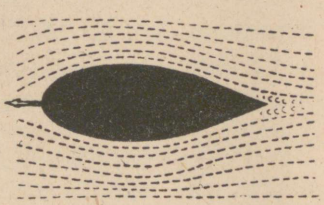
4. Väga palju inimsoo tööst kulub hõõrdumise ületamiseks, näiteks hõõrdumise ületamine raudteerongi, vankri, saani jne. vedamisel, viilimisel, saagimisel, värvimisel, pühkimisel, kirjutamisel, kündmisel — üldse iga töö juures. See on hõõrdumise kahjulik mõju. Teiselt poolt aga oleks elu ilma hõõrdumiseta täiesti võimatu: meie ei saaks ilma hõõrdumiseta seista ega kõndida, puujuured ei püsiks maa sees ega kalossid jalas, rihmad ei veaks masinaid 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.



19. joonis. Auto liikumisel tekkinud õhukeerised takistavad liikumist.



20. 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.

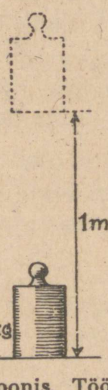
Keskkonna (õhu, vee) takistav mõju liikumisele suureneb liikuva keha esipinna ja liikumise kiiruse suurenemisega. Keskkonna takistuse vähendamiseks on väga oluline ka liikuva keha väline kuju, sest iga keha õhus või vees liikudes tekitab enda ümber k e e r i s e i d, milleks kulub hulk keha liikuma panevast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

1. Kui puuduks hõõrdumine, kas oleks siis võimalik liikuma hakata, seisma jääda, asju nööriga 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. Töö ja selle mõõtmine.

1. Põllutööline töötab põllul, sepp oma alasi, tisler kruupingi 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 vedades 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 ka tehtud töö hulk. Näiteks kaks korda suuremat koormist samale kõrgusele vinnates teeme kaks korda rohkem tööd; sama koormist 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 koormise kõrgemale tõstmiseks 1 m võrra. Seda töö hulka nimetame **kilogrammmeetriks** (lühidalt: kgm). Siit järeldub, 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 mõõtub tungi suuruse ja tungi



21. joonis. Tööühik: kgm.

rakenduspunkti poolt käidud tee pikkuse korrutisega, s. o.

$$töö = tung \cdot tee.$$

Arvutamisel võib toodud juhist kasutada ainult siis, kui keha liigub tungi suunas, näiteks kelk nööri suunas, millest tõmmatakse. Kui aga keha ei liigu tungi mõjumise suunas, siis läheb osa tungi tööst kaduma külgrõhumisele 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 ega maksta selle eest palka. Mispärast hobune seejuures siiski väsib? Samuti „liikumatult" paigal seistes, kätt kõrvale väljasirutatult hoides, vastu lauda rõhudes jne. väsime siiski, sellest hoolimata, et me füüsika mõttes seejuures tööd ei tee. Mispärast? Too veel samalaadilisi näiteid.

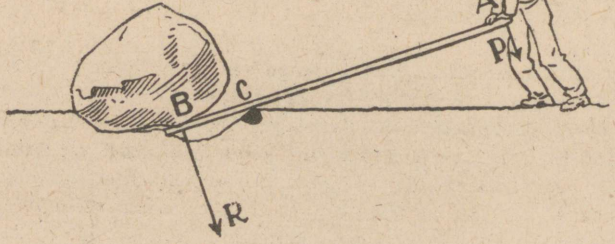
Inimese ja loomade lihastetungi, masinate, tuule, vee jne. tööd nimetatakse sagedasti ka mehhaaniliseks ehk füüsiliseks tööks vastandina vaimsele tööle, mida teeme lugedes, ülesannet lahendades, üldse mõteldes. Ka vaimse töö juures me väsime, kuigi siin pole tegemist kehade liikumapanemisega nagu mehhaanilise 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 koormise 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 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 m^3 vett ja asetseb 35 m kõrgemal veepinnast kaevus. Mitu kgm tööd kulub selle veehulga ülespumpamiseks?

9. Inimese süda teeb verd mööda keha laiali surudes 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 0,5% rongi raskusest?

13. Lihtsamad tööriistad ja masinad.

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

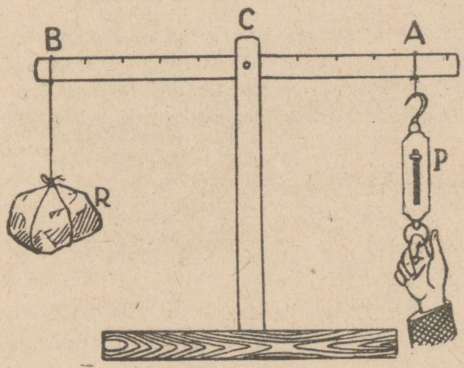


22. joonis. Kivikaalumine kangi abil.

veeretada, vett kaevust välja tõsta jne. Otsesest lihaste tungi rakendamisest sagedasti ei jätku, seepärast tarvitab inimene 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 koormiste nihutamisel, näiteks kivide ja kändude kaalumisel, on väga kasulik tarvitada kangi (22. joon.). See on tugev sirge varb AB (puu- või raudlatt), mille üks ots (B) pannakse tõstetava keha alla, teises otsas (A) surub tööline noole suunas. Kangi toetuspunktiks on C, mille ümber



23. joonis. Kahepoolne kang.

saab kangi vabalt pöörata. 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 23. joonisel.

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

Parajate koormiste puudumisel võib tarvitada nende asemel vedrukaalu.

Koormis	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 koormiste tasakaalustamisel ja kanna nad tabelisse. Korruta koormise suurust temale vastava õla ja tasakaalustava tungi suurust temale vastava õla pikkusega. Mida paned tähele?

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

Kasutades 23. joonisel tarvitatud koormise ja tungi tähistust, võime eelmise lause lühidalt üles kirjutada nõnda:

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

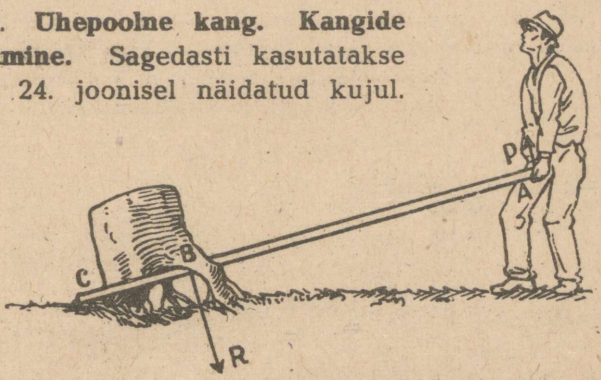
Siit järeldub: tung P on nii mitu korda **väiksem** koormisest R, kui mitu korda tungi õlg AC on **suurem** koormise õlast BC, ja ümberpöördult.

Lahenda nüüd ülesanne: kui tugevasti rõhub kang kivi ülespoole otsas B (22. joonis)? Seejuures tuleb silmas pidada, et kang rõhub kivi niisama tugevasti kui kivi kangi.

1. Missugused peavad olema kangi tasakaalu korral võrdsete koormiste puhul vastavad õlad? 2. Kangil on ühel pool toetuspunkti koormis 1 kg, teisel pool — 2 kg. Kui suur on kangi rõhumine toetuspunktis? 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 24. joonisel näidatud kujul.

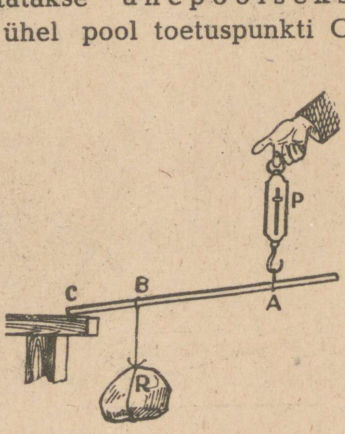


24. joonis. Kännu kaalumine kangi abil.

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

Kirjeldatud kangi nimetatakse ühepoolseks, sest tungid on rakendatud ühel pool toetuspunkti C. Varemini kirjeldatud kang (23. joonis) oli kahepoolne. Mispärast? Antud ühepoolse kangi juures on tungi P õlaks AC ja tungi R õlaks BC. Katsed näitavad, et ühepoolse kangi tasakaalu korral kehtib sama seadus kui kahepoolse kangi tasakaalu puhulgi, s. o.

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



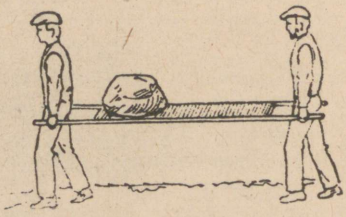
25. joonis. Ühepoolne kang.

Tõenda seda ühepoolse kangi abil 25. joonisel kujutatud viisil. Tulemused kanna tabelisse samuti, nagu seda tegime kahepoolse kangi puhul (lk. 43).

1. Mis liiki kangid on järgmised riistad: tangid, pihid, käru, käärid, ukselink, kaevuling, pumbaraud, tule- ja pähklitangid, päsmer, lõualuu, inimese käsi, pliiats kirjutamisel, mõla sõudmisel jne.? Kus on nende riistadega töötamisel toetuspunkt, kus tungide rakenduspunktid ja õlad? Mis liiki kangid on kujutatud joonisel 28?

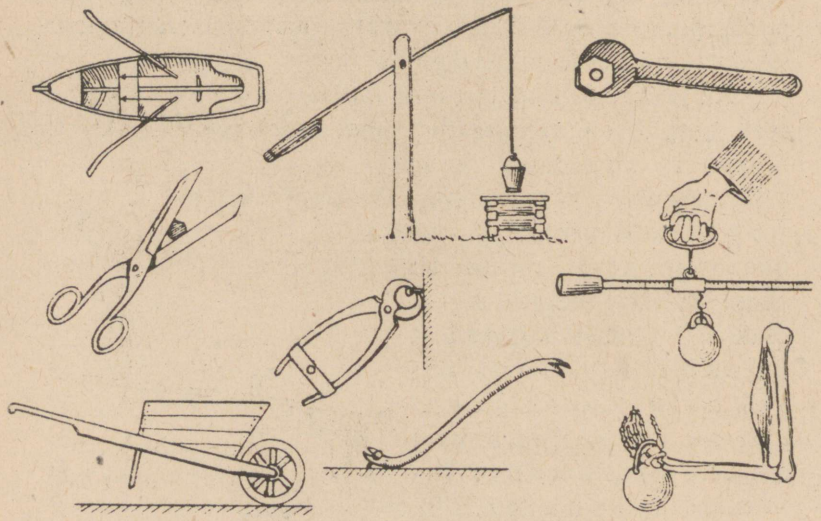


26. joonis. Vahepuus kandmine.



27. joonis. Kanderaamil kandmine.

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



28 joonis. Mitmesugused kangi rakendused.

3. Kummal on 26. joonisel kujutatud vahepuus kandmine kergem ja mitu korda?

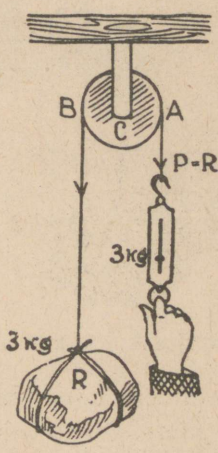
4. Kuidas tuleb asetada asi kanderaamile, et ühel oleks kolm korda kergem kanda kui teisel? Kummal on 27. joonise järgi kergem kanda ja mitu korda?

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?

4. **Plokid.** a. Töötegemisel on tungi rakendamine ühes suunas sagedasti lihtsam ning hõlpsam kui teises. Näiteks kottide ülesvinnamisel kuivatises, veskil, mulda tõstes kaevutegemisel jne. on meil palju lihtsam tõmmata nöörist ülalt alla kui otse alt üles. Töötegija tungi mõjumissuuna muutmiseks tarvitame plokki (29. joonis).

Plokk on keskelt läbimineva telje ümber vabalt pöörduv ketas; tema äärele tehtud soonest käib nöör üle. Nööri ühes otsas ripub koormis R (kivi); nööri teisest otsast tõmbame vedrukaalu abil, et hoida koormist tasakaalus.



29. joonis. Liikumatu plokk.

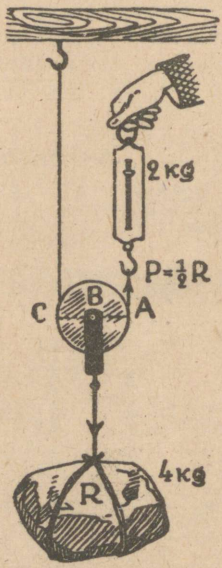
Riputa mitmesuguse raskusega koormisi ploki nööri otsa ja vaata, mida näitab vedrukaal nende tasakaalustamisel.

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

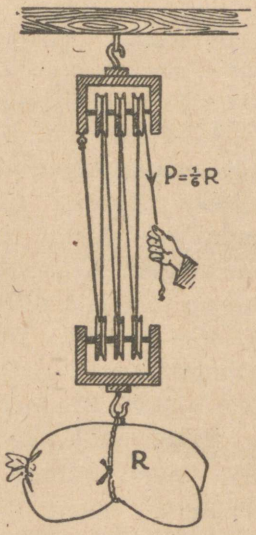
$$P = R.$$

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.



30. joonis. Liikuv plokk.

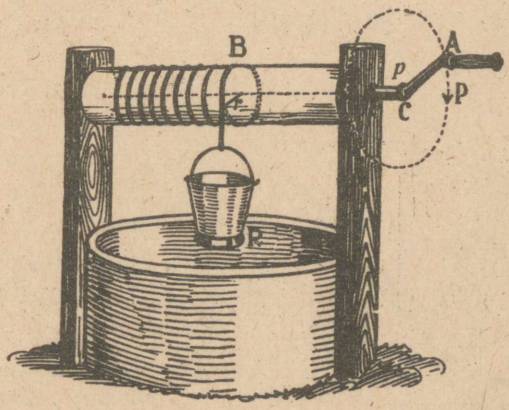


31. joonis. Liitplokk.

Annab aga hark ühes kettaga vabalt üles ja alla liikuda, siis nimetatakse niisugust plokki liikuvaks (30. joonis). Siin ripub koormis R kahe nööri otsas. Kumbki neist kannab poolt koormise raskusest. Seega: liikuva ploki tasakaalu korral võrdub tasakaalustav tung koormise raskuse poolega, s. o. $P = \frac{1}{2} R$.

c. Nagu nägime, on ühe liikuva ploki juures tasakaalustav tung 2 korda väiksem koormise raskusest.

Tahame tasakaalustavat tungi veelgi vähendada, tuleb ühendada järjest mitu liikuvat plokki. Sel teel saame nn. **liitploki** ehk **tali**, mida tarvitatakse suurte koormiste tõstmisel. 31. joonisel kujutatud liitplokis on



32. joonis. Pöör.

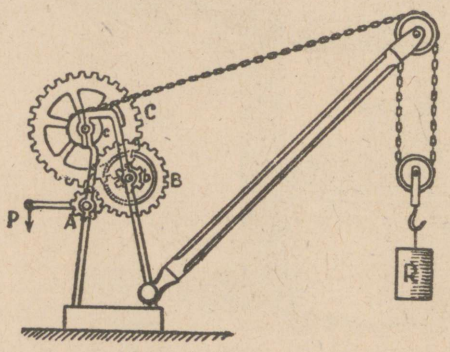
kummaski hargis ühendatud 3 plokki. Koormis R ripub siin 6 nööri otsas, mis on kõik ühteviisi pingul. Järelikult tasakaalustav tung $P = \frac{1}{6} R$.

Seda liiki liitplokis võrdub nööride arv ploki ketaste arvuga. Seepärast on alati lihtne arvutada tasakaalustava tungi P suurust. Selleks tuleb koormise raskus jagada ploki ketaste arvuga.

1. Kui palju peab otsast P nööri allapoole tõmbama, et koormis R tõuseks 1 m võrra? 2. 31. joonisel kujutatud liitploki otsas rippuv viljakott kaalub 96 kg. Kui tugevasti tuleb selle ülesvinnamisel nööri otsast tõmmata?

5. **Pööra** kasutatakse meil harilikult kaevust vee vinnamiseks (32. joonis). Ta koosneb võllist (B) ja temaga ühendatud rattast või vändast. Võlli ümber käib nöör, mille otsas ripub veepang. Veepange raskus R ja

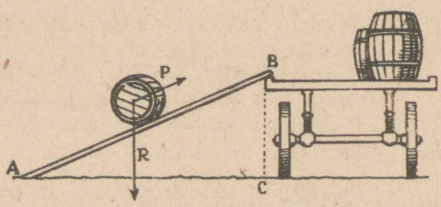
vänta ümberajav tung P püüavad võlli pöörata teine teisele poole. Missuguseil tingimusil tasakaalustab tung P pange raskuse R? Joonisel kujutatud asendis võime vaadelda pööra kui kahepoolset kangi, mille õlgadeks on võlli raadius r ja vända pikkus p. Tasakaalu korral peab olema Pp = Rr. Siit järgneb: vänta ümberajav tung P on nii mitu korda **väiksem** koormise raskusest R kui mitu korda on vända pikkus p **suurem** võlli raadiusest r.



33. joonis. Kraana.

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

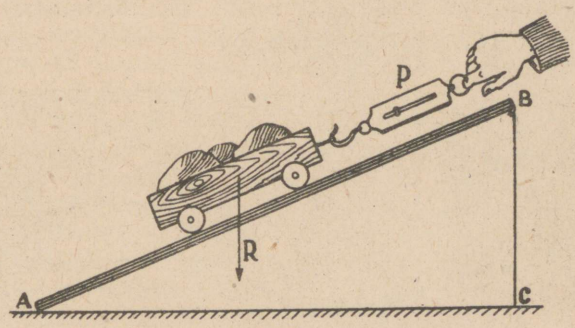
Sagedasti tarvitatakse pöörade ühendust hammasrataste abil. Sel teel saavutatakse veel suuremat võitu tasakaalustava tungi suuruse poolest. 33. joonisel on kujutatud pöörade ühendus, mida kutsutakse tõstemasinaks ehk kraanaks. Teda kasutatakse suurte koormiste tõstmiseks ehituste juures ja laevade laadimisel ning tühjendamisel. Vaatle tähelepanelikult joonist ja määra, mitu korda on tasakaalustav tung P tõstetavast koormisest (R) väiksem.



34. joonis. Kaldpinna kasutamine vaadi veeretamisel.

6. **Kaldpind** leiab laialdast kasutamist suurte koormiste tõstmisel, näiteks vaadi vankrile veeretamisel (34. joonis). Tema abil saame suurt

koormist — vaadi raskus R — tasakaalustada palju väiksema tungiga P. Selle tõenduseks teeme mõned katsed. Võtame siledaks tehtud lauatüki AB ja asetame ta kaldu (35. joonis). Nüüd võtame mõne suurema koor-



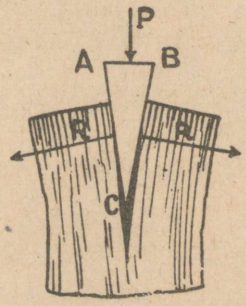
35. joonis. Tasakaal kaldpinnal.

mise R, näiteks rattail kasti, mis kaalub 6 kg. Asetame ta kaldpinnale ja tasakaalustame vedrukaalu abil. Võrdleme tasakaalustavat tungi P koormise R raskusega. Muudame laua AB kallakust ja mõõdame iga kord vastava tungi suuruse. Neist katseist selgub, et tasakaalustav tung (P) on seda väiksem, mida pikem on kaldpind (AB) võrreldes kõrgusega (BC). Kui näiteks kaldpinna pikkus on kõrgusest 3 korda suurem, siis võrdub tasakaalustav tung ainult $\frac{1}{3}$-ga koormise raskusest.

Mispärast on koormat raskem vedada mäest üles kui tasasel teel?

7. **Kiilu** tarvitame puu- ja kivilõhkumisel, laudade ligiajamisel põrandapanekul, kirve ja vasara varre otsapanemisel jne., üldse suure külgrõhumise tekitamisel. Ka kirves, nuga, peitel on tehtud kiilutaoliselt. Rõhu-

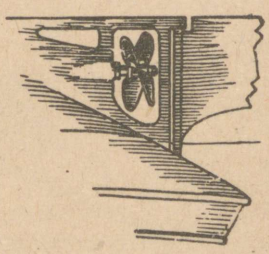
mine kiilu silmale (P) andub edasi kiilu külgedele (R). Mida õhem on kiil, seda tugevamat külgrõhumist saame temaga tekitada.



36. joonis. Kiil.



37. joonis. Tungraud.



38. joonis. Laevakruvi.

Vahel puulõhkumisel kargab kiil puust välja. Mispärast?

8. **Kruvisid** tarvitame asjade ühendamisel (puu- ja rauakruvid), samuti riistades, kus on vaja tekitada suurt rõhumist, nagu höövelpink, raamatuköitmispress, kopeerimispress, tungraud jne. Ka l a e v a k r u v i ja lennuki p r o p e l l e r on ehitatud kruvitaoliselt.

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

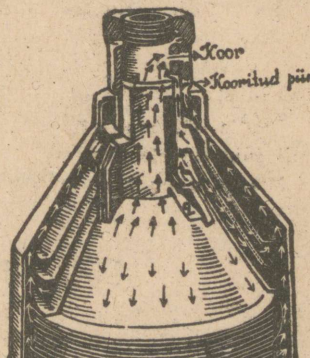
9. Masinate töö. Vaadeldud tööriistad ehk lihtmasinad (kang, plokk, pöör, kaldpind, kiil, kruvi) on abinõud, millega saab üht tungi teisega tasakaalustada või tööd ühest kohast teise edasi anda. Seejuures jääb alati kehtima põhilause ehk printsiip: m a s i n a s s e k u l u t a t u d t ö ö v õ r d u b a l a t i m a s i n a l t s a a d u d t ö ö g a. Masinad on ainult erapooletud, omakasupüüdmatud vahetalitajad, töö edasiandjad. Neilt võime nõuda ainult nii palju tööd, kui palju neile on antud. Tõepoolest läheb osa masinasse kulutatud tööst hõõrdumisena kaduma, nii et t e g e l i k u l t o n m a s i n a l t s a a d u d t ö ö a l a t i v ä i k s e m m a s i n a s s e k u l u t a t u d t ö ö s t. Osa kulutatud tööst, muutudes soojuseks, läheb hõõrdumise kaudu kaotsi.

14. Kesktõmbetung. Koorelahutaja.

1. Seome kivi nööri otsa ja keerutame (ling). Me tunneme, kuidas nöör tõmbub pingule, ja seda tugevamini, mida kiiremini keerutame. Küllalt suure kiiruse juures võib nöör katkeda. Millises suunas lendab siis kivi? Nööri pingulolekut tekitab kivi inerts. Kivi püüab sirgjooneliselt edasi liikuda, meie aga kogu aeg tõmbame teda sirgjoonelt kõrvale ringjoonele. On kivi ja ta kiirus küllalt suured, siis ei jätku nööri tugevusest, et takistada kivi sirgjooneliselt edasi liikumast, ja nöör katkeb. Me nimetame tungi, mis tõmbab kivi liikuma ringjooneliselt, **kesktõmbe-** ehk **tsentripetaaltungiks.** See tung tõmbab kivi keskpunkti poole. Kui nööri üks ots tõmbab kivi keskpunkti poole (kesktõmbetung), siis sama nööri teine ots, mida hoiame näppude vahel, tõmbab kätt niisama tugevasti keskpaigast eemale. Seda tunneme otseselt. Seda tungi nimetame **kesktõuke-** ehk **tsentrifugaaltungiks.** Kesktõmbe- ja kesktõuketung on suuruselt võrdsed, seepärast ei tehta nende vahel sagedasti vahet. Vahetegemiseks tuleb meeles pidada, et kesktõmbetung on alati suunatud tsentri poole, kesktõuketung aga sellest eemale.

Tooge veel mõned näited kesktõmbetungi kohta.

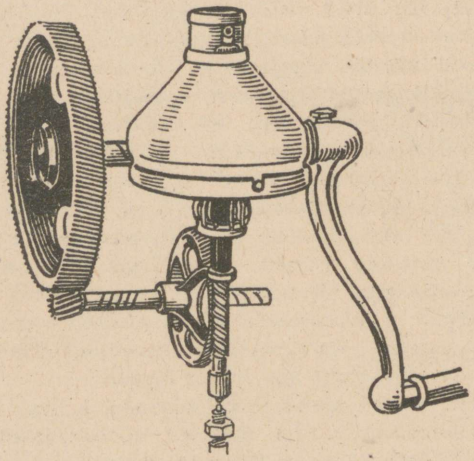
2. Kesktõuketungi alusel töötavad mitmesugused masinad ja nende osad. Näitena vaatleme lähemalt k o o r e l a h u t a j a (separaatori) tegevust. Selle tähtsaimaks osaks on kiiresti pöörlev t r u m m e l (39. joonis). Trumlisse on laotud üksteise peale terve rida nn. taldrikuid. Taldrikute vahel on väikesed vahed. Piim langeb ülalt trumli torru ja valgub sellest eriliste külglõhede kaudu laiali taldrikute vahele. Siin õhukestes kihtides toimubki koore eraldumine piimast. Kooritud piim (lõss) on koorest raskem. Raskel kehal on sama kiiruse juures suurem inerts 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 voola-



39. joonis. Koorelahutaja trummel.

vad 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 mitme-



40. joonis. Koorelahutaja trumli ümberveo mehhanism.

kordsete hammasrataste kaudu aga sama aja jooksul 5000—10 000 tiiru.

Vaatle lähemalt 40. joonist ja seleta, mille abil saavutatakse trumli suur pöörlemiskiirus.

Mis kasu on koorelahutajast piimaasjanduses?

15. 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 kaotsiminekut vähendada, tuleb masinate hea väljatöötuse ja korrashoidmise kaudu vähendada hõõrdumist. Et iga liikumine on seotud hõõr-

dumisega, 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. 41. joonis kujutab sellekohast puuri, mida tarvitati tule saamiseks. Meie esivanemad tarvitasid tule saamiseks nn. tulerauda ja -kivi. Kuidas?



41. joonis. Tulepuurimine.

2. Edasi teame, et traat painutamisel läheb painutamiskohas kuumaks, alasi — tagumisel. Püssikuul läheb õhus liikudes kuumaks, seatina 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 töö soojuseks muundumise kohta. Käsiteldud näiteist selgub, et t ö ö m u u n d u b k e r g e s t i s o o j u s e k s. Tahame teada, kui palju tekib soojust töö muundumisel soojuseks ja missugune on side kulutatud töö hulga ning saadud soojuse hulga vahel, peame õppima soojushulka mõõtma.

3. **Soojushulga mõõtmine.** Päike annab meile suvel rohkem soojust kui talvel. Tulised söed hõõgavad soojust. Golfi hoovus toob hulga soojust lõunast põhja, muutes soojemaks Euroopa kliimat. Samuti mõjub ka soe tuul jne. Me kõneleme soojusest kui mingisugusest ainest, 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 kehasse soojust juurde tuleb, siis selle keha temperatuur tõuseb, soojuse kadumisel kehast langeb temperatuur. Kuid termomeeter üksi ei näita, kui palju kehasse 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) 1^0 C võrra. Seda soojushulka nimetatakse **grammkaloriks** ehk lihtsalt **kaloriks.**

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

1 kg vee temperatuuri tõstmiseks 1^0 C võrra kulub muidugi 1000 kalorit ehk **1 kilokalor** soojust. Kilokalorit tähistatakse märgiga **kcal.**

Näidis. Kui palju kulub soojust 250 g (teeklaasitäie) vee temperatuuri tõstmiseks 10^0 võrra?

1 g vee temp. tõstm. 1^0 võrra kulub 1 cal soojust
250 „ „ „ „ 1^0 „ „ 250 „ „
250 „ „ „ „ 10^0 „ „ 10 · 250 cal soojust

Järelikult otsitav soojushulk Q = 10 250 cal = 2500 cal = = 2,5 kcal.

1. Kui palju kulub soojust, et 450 g vett soojendada 10^0-st kuni 25^0-ni? 2. Kui palju soojust annab ära teeklaasitäis (250 g) vett, jahtudes 100^0-st 25^0-ni? 3. Kui palju soojust kulub selleks, et 3 liitrit vett toatemperatuurist (17^0) soojendada 100^0-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 12° 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 põletusaine täielisel ärapõlemisel. Järgnevas tabelis on antud tähtsamate põletusainete kütteväärtus 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 niisama palju soojust kui 30 kg puudest?

16. 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 ja jalgratta-kummides paisub soojenedes ning lõhub kestad. Aur teekatlas kergitab kaane, ületades tema raskuse. Sama nähtust võime tähele panna ka kohvimasina ja supipaja kaanega. Vaatle seda lähemalt.

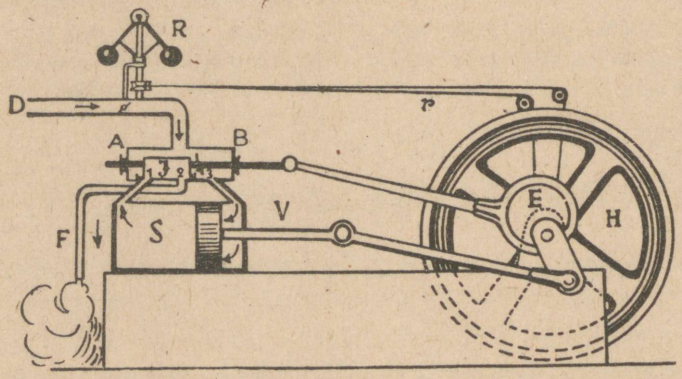
Eespooltoodud tähelepanekuist järeldame, et soojust on võimalik muuta tööks. Seejuures näitavad katsed, et

TÜ Raamatukogu

iga kilokalori soojuse tööks muundamisel saame **427 kgm tööd.**

Suurel määral toimetatakse soojuse muundamist tööks aurumasina abil.

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 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 42. joonisest.



42. joonis. Aurumasina skeem.

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 endist viisi toru 2 kaudu juhitakse 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 on 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 g a. Kui aur rõhub 1 cm^2 pinda 1 kg tugevuselt, siis on auru rõhumine 1 $\frac{kg}{cm^2}$ ehk 1 atmosfäär. Õhkkonna ehk atmosfääri rõhumine on umbes niisama suur (keskmiselt 1,033 kg 1 cm^2 kohta). Harilikult töötavad aurumasinad 5- — 12-atmosfäärilise rõhumise juures. Riista, mis mõõdab auru rõhumist, nimetatakse **manomeetriks.** Veeseisu katlas näitab **veeklaas.** Auru jaotaja edasi-tagasi nihkumine silindris toimub automaatselt hooratta võlli külge kinnitatud erilise riista, nn. e k s t s e n t r i k u 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. **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.

17. Võimsus ja energia.

1. **Võimsus.** Masinate kui iga teisegi 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 hobusejõud.** Sõna „hobusejõud" asemel tarvitatakse sagedasti tähti „HJ". Tugeva hobuse võimsus on 1 HJ, inimese võimsus aga umbes 8 $\frac{kgm}{sek}$

Inglased märgivad hobusejõudu tähtedega „HP" (horse-power), sakslased tähtedega „PS" (Pferdestärke). Tuleb silmas pidada, et inglise HP on pisut (1,4%) suurem kui $75\frac{kgm}{sek}$

Võimsus näitab, kui palju suudab masin tööd teha 1 sek. jooksul, kui masin *tõepoolest töötab*. Tehtud tööhulga arvutamiseks korrutame võimsust sekundite arvuga, mille jooksul masin töötas. Näiteks kui masin võimsusega 2 HJ töötas 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 suudab 8-tunnise tööpäevaga ära teha niisama palju tööd kui Narva kosk? 3. Mitu korda on hobuse võimsus inimese võimsusest suurem?



43. 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, inertsi jne. Ilma takistuste ületamiseta ei ole tööd. Küsime nüüd: missugused kehad võivad tööd teha? Ligemalt tähele pannes näeme *et iga liikuv keha võib tööd teha*, 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 koormisel (kellapommid), kokkukeeratud vedrul (kellavedru), kuumal aurul katlas, lõhkeaineil (püssirohi, dünamiit) jne. *Keha võimet tööd teha nimetatakse keha* **energiaks** ehk **jõuks** *ja teda mõõdetakse kõige selle töö*

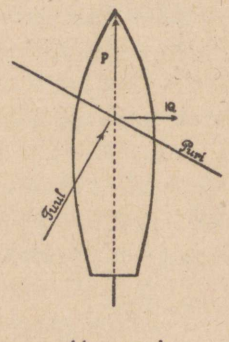
hulgaga, mida keha suudab teha. Seega siis on energia kehas oleva töö tagavara.

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 koormavedamisel; 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 tulemusena ilmub kuskil uus energiatagavara. Keha liikumapanemiseks ärakulutatud töö tulemusena saame selle keha hoo ehk liikumis-energia, mis võib tööd teha; keha tõstmiseks kulutatud töö tulemusena saame ülestõstetud keha energia, sest allalangemisel võib keha tööd teha; hõõrdumise ületamise tulemusena saame soojus-energiat, jne. Kui võrrelda töötegemisel äratarvitatud energiahulka selle tööhulgaga, mis ilmub töö tulemusena, siis leiame, et mõlemad need energiahulgad on võrdsed, s. o. mõlemate nende energiahulkade arvel saab teha sama palju tööd. Selles seisabki nn. energia jäävuse seadus.

18. 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.

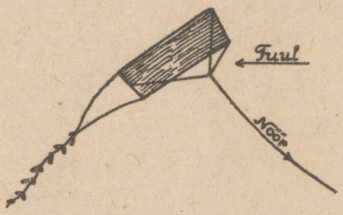


44. joonis.

Praegusel ajal, hoolimata auru- ja elektrijõu tarvitamisest, kasuta-

takse 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 küljelt.



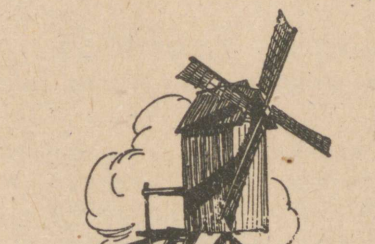
45. joonis. Lohe.

Võrdle purjelaeva aurikuga. Nimeta nende head ja halvad küljed.

Tee 45. joonisel kujutatud paberist lohe ja lase ta tuulega lendu. Mis tõstab lohe üles?

Tuulejõudu tarvitatakse ka tuulikute ümberajamiseks. Kaldu asetatud tiibade pinnad kaetakse purjedega, mis tuule rõhumist vastu võtavad ja tiivad 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?

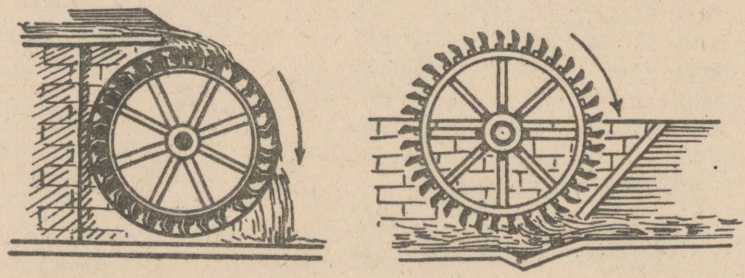


46. joonis. Tuulik Kihelkonnalt.

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

Vesirattaid on kahte liiki: p e a l t l ö ö d a v a d j a a l t l ö ö d a v a d (47. joonis). Pealtlöödaval vesirattal langeb ülespaisutatud

vesi ülalt ühele poole vesiratta kühvleisse, kuna ratta teise poole kühvlid on veest tühjad. Kühvleisse langenud vesi paneb oma raskusega ratta vee langemise suunas ringi käima. Altlöödava vesiratta paneb ringi käima



47. joonis. Pealtlöödav ja altlöödav vesiratas.

ratta alt suure hooga vastu kühvleid voolav vesi. Altlöödavaid vesirattaid on kasulik tarvitada seal, kus vett rohkesti, kuid vee langemise kõrgus väike. Vastupidisel juhul on pealtlöödav vesiratas kasulikum. Vesirattaist põhjalikumat veejõu kasutamist võimaldavad nn. turbiinid.



48. joonis. Vee rõhumine seinale oleneb koha sügavusest.

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

1. Kõrges anumas 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 anumas 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

t a asetseb. Seda vee omadust võime kasutada liikumise tekitamiseks, nagu näha järgmisist katseist.

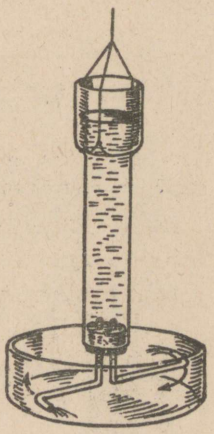
4. Turbiin. Ühendame lehtri hästi painduva kummitoruga (49. joonis). Paneme toru alumise otsa kinni ja lõikame otsa lähedusse külje sisse augu. Raskuse mõjul ripub toru vertikaalselt alla. Kui aga vett lehtrisse valada, siis näeme, et toru vee väljavoolamisele vastassuunas kõrvale kaldub.

Toru kõrvalekaldumine selles 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.



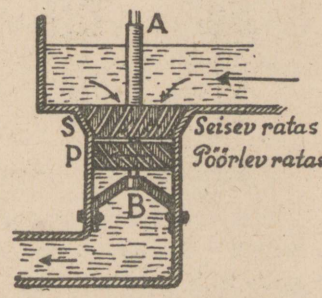
49. joonis.

Valmista endale 50. joonisel kujutatud riist, mis kannab **Segneri ratta** nime. Materjaliks võta lambisilinder, kork, klaastoru ja niit. Vala silindrisse vett ja lase alt välja voolata. Kuidas hakkab Segneri ratas pöörlema ja mispärast? Kui toru avaused oleksid suunatud vastupidi, kuidas oleks siis lugu silindri pöörlemisega?



50. joonis.

Segneri ratta põhimõttel on ehitatud tööstuses tarvitatavad **vesiturbiinid** (51. 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 vesi-



51. joonis. Vesiturbiin.

rattad. Seepärast tarvitatakse kõigis suuremais ja paremais tööstusis vesirataste asemel turbiini. Eestis töötavad eriti tugevajõulised turbiinid (1200 HJ) Narva kosele ehitatud vabrikuis. Vee langemine on siin keskmiselt 8,5 m.

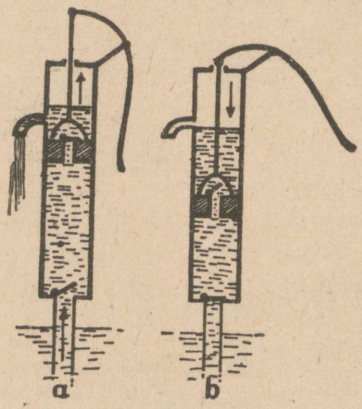
Peale vesiturbiinide tarvitatakse veel **aurturbiine.** Siin paneb turbiini pöörlema turbiinist väljavoolav aur.

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

19. 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 veesamba? Missugust kasutamist leiab baromeeter?

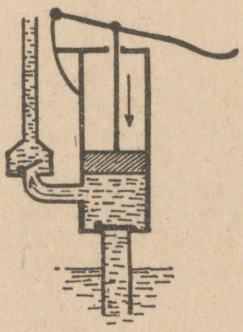
Võta otstest lahtine klaastoru, pista üks ots vette ja teisest ime suuga õhku välja. Vesi tõuseb mööda toru üles. Mispärast?



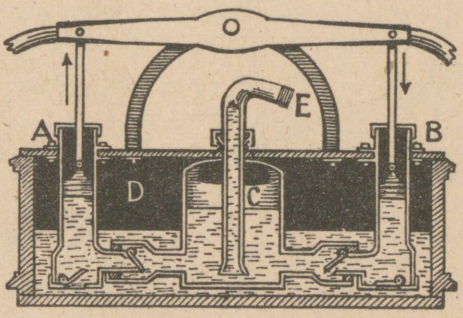
52. joonis. Imev pump.

Õhurõhumine leiab laialdast kasutamist mitmesugustes pumpades. Vee väljavõtmiseks kaevust tarvitatakse nn. **imevat pumpa.** Selle ehitus ja töötamine selgub 52. joonisel. 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 (52. joonis, *a*) läheb pealmine klapp kinni ja õhurõhumise mõjul tungib vesi alumise klapi vahelt kannule järele. Vesi, mis oli kannu peal, voolab tõstmisel torust välja. Kannu allavajutamisel (52. joonis, *b*) läheb alumine klapp kinni, ülemine aga lahti ja vesi tõuseb



53. joonis. Suruv pump.



54. joonis. Tulekustutamisprits.

kannu peale, jne. Vesi kannu all tõuseb ainult õhurõhumise mõjul. Õhurõhumine aga suudab ülal hoida umbes 10 m kõrgust veesammast. Seepärast siis ei või ülemise klapi kaugus veepinnast olla üle 10 m. Harilikult aga panevad kaevumeistrid veepumba ülemise kannu 7—8 m kõrgusele veepinnast.

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

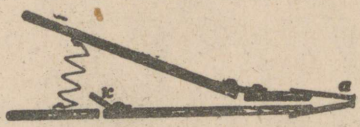
2. **Suruva pumba** abil surutakse vesi reservuaaridesse (anumaisse), mis asetsevad pumpamiskohast kõrgemal ja kaugemal. Nagu 53. joo-

niselt näha, on suruva pumba ehitus ja töötamisviis sarnane imeva pumba ehituse ja töötamisviisiga, ainult kann on ilma klapita.

Kuidas on ehitatud ja töötab putkest prits? Kuidas töötab silmaprits?

3. **Tulekustutamisprits** on kahe suruva pumba ühendus (54. 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 suruv õhupump. Teda tarvitatakse tugeva õhuvoolu saamiseks sepikojas, mesilas jm. Lõõts (55. joonis) koosneb kahest liikuvast lauast, mis on nahaga ühendatud. Torust *a* voolab õhk välja; klapi *k* kaudu, mis sissepoole avatud, tungib õhk lõõtsa sisse. Laudade laialitõmbamisel avaneb klapp ja lõõts läheb õhku täis; laudade kokkulükkamisel sulgub klapp ja õhk surutakse torust välja.



55. joonis. Lõõts.

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

20. Archimedese seadus.

1. Laseme puutüki vette kukkuda. Ta liigub langemishooga 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 (56. 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.



56. joonis.

Lähemad tähelepanekud näitavad, et keha kaalukaotus vees võrdub keha poolt väljatõrjutud 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 kaalus just 1 kg, tähendab niisama 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 selle keha poolt väljatõrjutud vedelik.** Keha kaalukaotuse põhjuseks on vedeliku **altrõhk** ehk **üleslüke** kehale, mis võrdub selle keha poolt väljatõrjutud vedeliku kaaluga.

Käsiteldud vedelikkude omaduse ehk seaduse avastas kreeklane Archimedes, mispärast 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 allapoole, põhja, vee rõhumine (üleslüke) surub aga keha alt üles. Kas keha vees põhja vajub või pinnale ujub, oleneb sellest, kumb on suurem: kas keha raskus või üleslüke. Kui keha raskus on suurem väljatõrjutud vee kaalust (üleslükkest), langeb keha põhja, näiteks kivi, raud, seatina jne. On aga raskus väiksem väljatõrjutud vee kaalust, siis ujub see keha pinnale, näiteks kuiv puu, kork, jää jne. Vahel võrdub raskus üleslükkega, — 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.

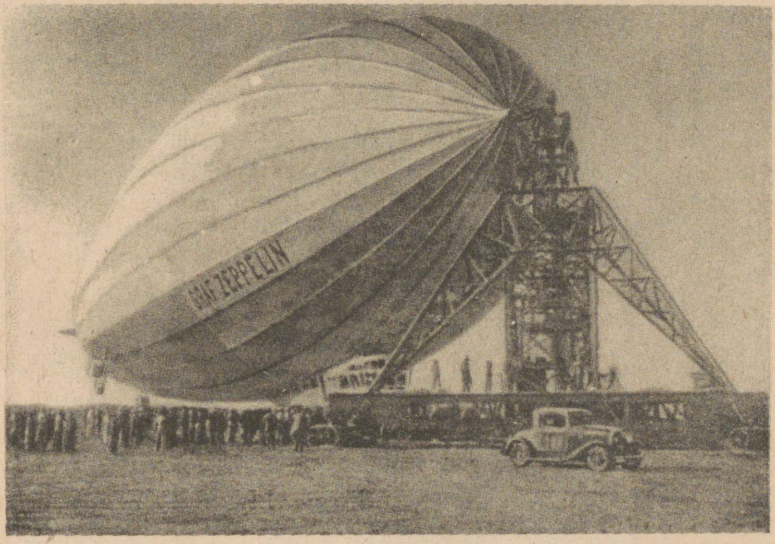
Nüüd selgub, mispärast määratu rasked rauast laevad koos masinate ja koormaga püsivad veepinnal ega lange põhja. Laevad oma suure kerega tõrjuvad välja suure hulga vett. Iga kuupmeeter väljatõrjutud vett kaalub 1 tonn. On väljatõrjutud vee hulk näiteks 1000 kuupmeetrit, siis võrdub vee altrõhk 1000 tonniga 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 tõrjub 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 $\frac{g}{cm^3}$? 6. Jää keskmine erikaal on umbes 0,9 $\frac{g}{cm^3}$. 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 on temasse asetatud. Ka õhul on oma-



57. joonis. „Graf Zeppelin" „ankrus" Lakehursti lennuväljal Kalifornias lehekuus 1930.

dus 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 niisama 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 selle keha poolt väljatõrjutud õhk (gaas).

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 · 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 tehaksegi tsepeliinid väga suure ruumalaga (57. joonis). Õhk hoiab tsepeliini ülal, kuid liikuma paneb teda kiiresti pöörlev propeller (58. joonis).



58. joonis
Propeller.

1. 57. joonisel kujutatud tsepeliini ruumala on 105 000 m^3. Kui suur on ta altrõhk maapinna läheduses? Palju kaalub see tsepeliin ühes koormaga?

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

21. Hääle tekkimine.

1. **Häälenähtused.** Lind laulab, kell heliseb, mets mühiseb, meri kohiseb, kannel kõliseb, püss paugub, piits plaksub jne. Nimeta veel mõned häälenähtused. Häälenähtusi võtame vastu ja õpime tundma kõrva abil. Kõrv on inimese kuulmisorgan.

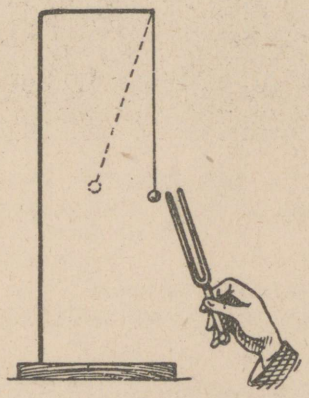
Hääli, millel muusikaline kõla, nagu viiuli, kandle, pasuna, laulja, ööbiku jne. hääl, nimetame helideks ehk tooniideks. Muu

sika teeb tegemist ainult helidega. Helile vastandiks on müra, kära, pauk, 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 („ratsurid") helisevate kandle- või viiulikeelte peale ja vaata, mis siis juhtub.

Pane helihark (kammertoon) tugevasti helisema ja puuduta temaga veepinda, kergeid asju jne. (59. joonis). Mida paned tähele?

Seo peenikese nööri või tugeva niidi üks ots seina (aknakonksu) külge, teisest otsast tõmba käega nöör pingule. Pane sedaviisi saadud „keel" võnkuma. Kuidas saada kõrgemat häält?



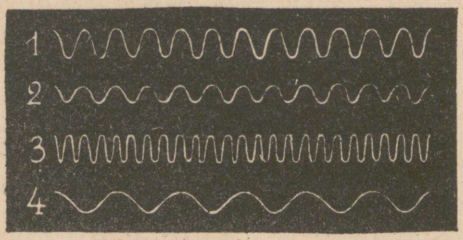
59. joonis. Helihark.

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

Hääle tekitajaks on mõni võnkuv keha. Ka hääle edasiandmine võib toimuda ainult mõnesuguse aine-lise 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 kuuldub püssipauk nõrgemana kui all orus. Mispärast?

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



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

Helihargi harude võnkumise nähtavaks-tegemiseks võtame nööpnõela ja kinnitame ta kirjalaki abil helihargi haru otsa külge. Paneme helihargi helisema ja tõmbame nööpnõela otsaga mööda nõetatud klaasi. Saame jäljena lainelise joone (60. joonis), mis kujutab helihargi võnkumist. Selle joone põhjal võime otsustada võnkumise iseloomu kui ka amplituudi suuruse üle.

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

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

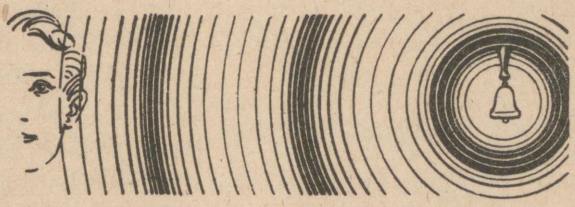
22. Hääle levimine.

1. **Häälelained.** Kivi langeb vaiksesse vette. Mida võid tähele panna pinnal? Kuidas levivad lained langemiskohast?

võnkumine andub edasi ka ümberolevale õhule, teda

Iga helisev keha on kiires võnkliikumises. Keha

võnkuma pannes. Õhus tekivad häälelained, tihendused ja hõrendused (61. joonis), need levivad ümber heliseva keha igale poole ning tungivad kuulaja kõrva.



61. joonis. Häälelained.

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

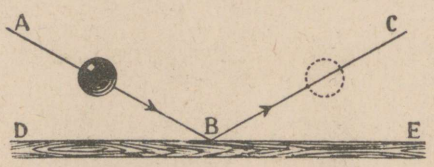
2. Hääle kiirus. **Kui tükk maad eemal olevat puuraiujat tähele panna, siis näeme, et kirvehoobi hääl kuuldub alati natuke aega pärast seda, kui hoop käis. Kuidas seda seletada?**

Häälelained tarvitavad oma edasiliikumiseks aega, samuti kui veelained edasiliikumiseks veepinnal. Mõõtmised näitavad, et hääle levimiskiirus õhus on 340 $\frac{m}{sek}$ ehk $\frac{1}{3}\frac{km}{sek}$, s. o. hääl tungib edasi õhus igas sekundis 340 meetrit.

Ülaltoodud hääle levimiskiirus õhus on õige 15° C juures. Temperatuuri tõusmisega suureneb hääle kiirus. Hääle levimiskiirus vedelais ja kõvades kehades on märksa suurem kui õhus. Nii näiteks on hääle kiirus vees 1 450 $\frac{m}{sek}$, rauas 5 100 $\frac{m}{sek}$, klaasis 5 600 $\frac{m}{sek}$ ja kuusepuus 5 200 $\frac{m}{sek}$.

1. Kui palju levib hääl õhus 3; 6; 10 sek. jooksul? 2. Valguse kiirus on 300 000 $\frac{km}{sek}$. 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 kuuldub 6 sek. pärast välgulöömist? 6. Välk sähvatas 6 km kaugusel. Millal kuuldub müristamine?

7. Püssikuuli kiirus on umbes 500 $\frac{\text{sek}}{\text{m}}$. Kas jänes kuulis püssi pauku, mille kuul teda silmapilkselt surmas? 8. Kuidas mõjub tuul hääle kiirusele? Kas oleneb hääle kiirus hääle kõrgusest?



62. joonis. Kummipalli tagasipõrkamine.

3. **Kaja.** Vastu põrandat visatud kummipall põrkab tagasi teatud suunas (62. joon.). Katsu järeldada katseist, missugune on palli tagasipõrkamise suund palli põrandale langemise suunaga võrreldes. Kuidas toimub tagasipõrkamine tennise-, koroona- ja piljardimängus?

Metsa huigates kostab meie oma hääl meile sealt vastu. Katsed näitavad, et hääle tagasipõrkamine ehk peegeldumine toimub samal viisil kui kummipalligi puhul, s. o. langemissuund ja peegeldumissuund moodustavad peegli tasapinnaga võrdsed nurgad ($\widehat{ABD} = \widehat{CBE}$).


63. joonis. Kõnetoru.

Seega siis pole kaja muud midagi kui peegeldunud hääl. Hääle peegeldumisel põhineb ka kõne- ja kuuldetorude tarvitamine (63. joonis)

1. Kui kaugel on mets, kui kaja kuuldub 4 sek. pärast? 2. Mets on 1.3 km kaugusel. Mitme sekundi pärast kuuldub kaja?

23. Inimese hääl ja kuulmine.

1. **Inimese hääleorgan.** Inimese hääl tekib kõris. Siin asetsevad kaks vetruvat lihast, mida nimetatakse **häälepaelteks** (64. joonis, *a* ja *b*). Harilikus olekus on

häälepaelad lõdvalt (*b*), seetõttu läheb sisse- ja väljahingatav õhk vabalt, häält tegemata häälepaelte vahelt läbi. Tahame häält teha, siis tõmbame häälepaelad pingule (*a*), nõnda et nende vahele jääb ainult kitsas pilu, mille vahelt õhk läbi läheb ja häälepaelad võnkuma paneb.



a *b*

64. joonis. Häälepaelad.

Häälepaelte võnkumine andub edasi lisatorus, s. o. ninnes, 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 liigsest pingutusest. Muidu võivad nad haigestuda. Halvasti mõjub ka kõnelemine, eriti laulmine külmas õhus.

Kust see tuleb, et külmetumise tagajärjel hääl läheb ära?

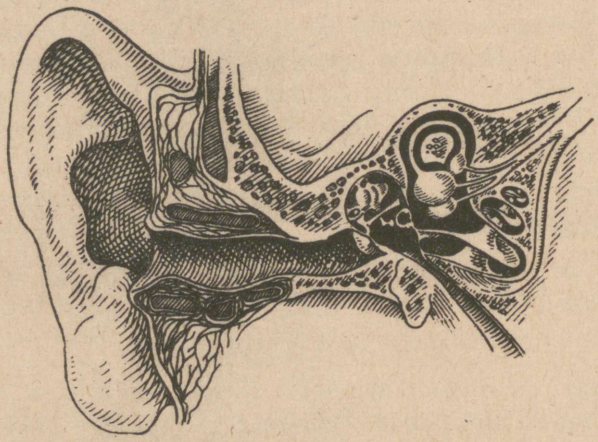
2. **Kõrv ja kuulmine.** Inimese kuulmisorganiks on kõrv. Kõrv koosneb kolmest osast: v ä l i s-, k e s k- j a s i s e k õ r v a s t. Väliskõrva moodustab kõrvaleht ühes k u u l m e k ä i g u g a.

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

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

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

Kuulmekäik lõpeb k u u l m e n a 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?



65. joonis. Kõrva läbilõik.

Keskkõrvale järgneb keerulise ehitusega sisekõrv. See on täidetud k u u l m e v e d e l i k u g a, milles lõpeb k u u l m e - e r k. Sisekõrva ühendavad kuulmenahaga keskkõrvas asetsevad k u u l m e l u u k e s e d.

Häälelained tungivad väliskõrva kaudu kuulmenahani ja panevad ta võnkuma. Kuulmeluukesed annavad kuulmenaha võnkumisi edasi sisekõrva vedelikule.

Selle laineline liikumine ärritab kuulme-ergu otsakesi. Kuulme-erk annab ärrituse edasi peaajule, ja me kuuleme häält.

Kurgunäärmete põletiku puhul võivad kergesti haigestuda ka kõrvad. Mis põhjusel? Tekib keskkõrvapõletik, mille tunnuseks on valud kõrvas ja kõrva „lukku"-jäämine. 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 kurdiksjäämine. 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.

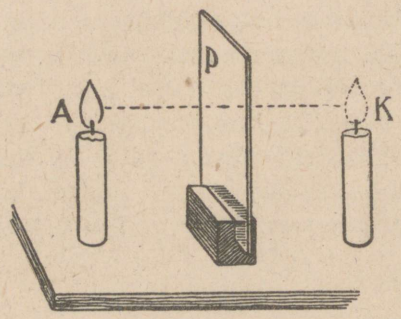
24. Valgusnähtused. Valguse levimine.

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 $\frac{km}{sek}$) 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?

25. Valguse peegeldumise nähtusi.

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 põrkavad ja me kuuleme oma häält **kaja** näol, samuti põrkavad ka meie näost minevad valguskiired peeglist tagasi ja annavad meile kujutise, mis näilikult asetseb peegli taga. Meie silm aga ei suuda vahet teha, kas tulevad kiired mõnest esemest või ainult näivad tulevat sellest esemest, tulles tõepoolest eseme kujutisest.



66. joonis. Küünla kujutis peeglis.

Võta tükk peegliklaasi ja hoia 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? Missugune on kujutise suurus, võrreldes esemega? Vasta sama küsimus kauguse kohta peeglist. Anna otseste vaatluste põhjal reegel (juhis) kujutise asukoha määramiseks.

Võta 2 ühesugust küünalt ja tükk klaasi. Pane üks küünal põlema klaasi ette (66. 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.

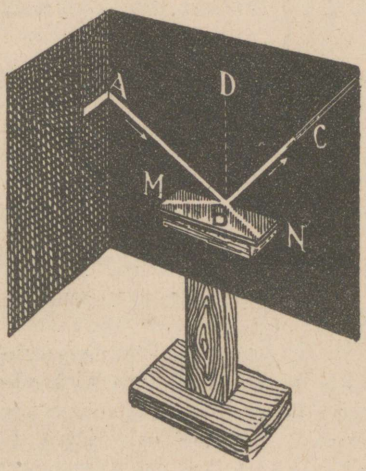
Vaatle oma parema käe kujutist peeglis ja võrdle teda käe endaga. Katsu mõttes paigutada parem käsi ta kujutise asemele. Kas on see võimalik? Võrdle pahemat kätt parema käe kujutisega.

Kuidas saab otsustada peegliklaasi paksuse üle?

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

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

2. Valguskiire peegeldumise seadused. Eraldame valgusallika (Päike, tugev lambileek) kiirtest kimbu AB ja juhime ta peeglile MN (67. joonis). Kiired langevad peeglile punktis B ja peegelduvad siis suunas BC. Kiirt AB nimetame langevaks, kiirt BC peegeldunud kiireks. Kinnitame peegli äärele risti peegliga peenikese varda või õlekõrre BD. Nurka langeva kiire (AB) ja ristjoone (BD) vahel nimetame langemisnurgaks (ABD); nurka peegeldunud kiire (BC) ja ristjoone vahel nimetame peegeldumisnurgaks (CBD). Langemisnurga suurust muutes muutub ka peegeldumisnurk. Kuidas?



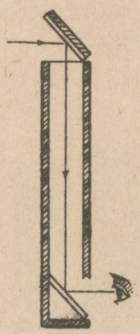
67. joonis. Valguskiire peegeldumine.

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 langemise punktis asetsevad ühes ning samas tasapinnas.**

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



68. joonis. Periskoop.

Seleta, kuidas töötab 68. 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. Leia peegeldumisnurk, kui langemisnurk on 15°; 45°; 60°; 85°. Kui suure nurga moodustab sel juhul peegeldunud kiir peegliga? 4. Päike asetseb kirdes 5° horisondist kõrgemal. Mis suunas lähevad vaiksest järvepinnast peegeldunud kiired? Kui suur on nende peegeldumisnurk? 5. Missugused on oma suuruselt hääle peegeldumisel häälekiirte langemis- ja peegeldumisnurgad?

3. **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 n õ g u s a k s; kui aga peegelpinnaks on väline ehk kumer pind, siis nimetame säärast peeglit k u m e r p e e g l i k s.

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

Nõguspeegleid tarvitatakse igapäevases elus valguse juhtimiseks sinna, kuhu just vaja. Näiteks köögilambil on leegi taga nõguspeeglitaoline plekitükk, mis leegi taha seinale langeva 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 h e l g i h e i t j a i k s ehk p r o ž e k t o r e i k s. Neid kasutatakse tuletornides, laevadel, sõjaväes jne.

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

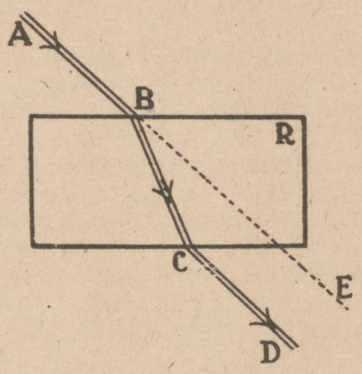
4. **Valguse hajumine.** Harilikult ei ole kehade pind mitte sile, vaid kare. Kare pind koosneb üksikuist väga väikesist tasaseist pinnaosakesist. Iga väike pinnaosake mõjub kui peegel. Et need peeglikesed on asetatud ruumis igaüks eri suunas, siis peegeldavad nad ka neile langeva valguse igale poole 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 tuppa ei paista?

26. Valguse murdumise nähtusi.

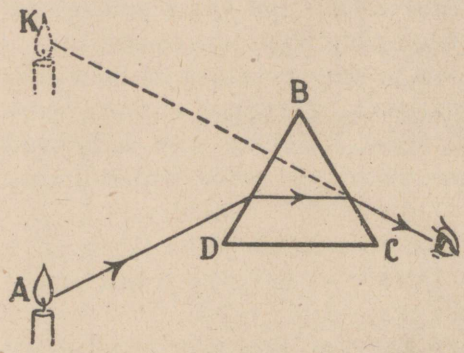
1. Asetame 69. joonisel kujutatud riistas kiirtekimbu teele paksu klaasplaadi. Klaas on läbipaistev keha. Kiirtekimp AB tungib plaati, seejuures ta muudab oma suunda ehk **murdub.** Klaasist välja õhku tulles muudab kiirtekimp jällegi oma suunda ja läheb suunas CD. Seega on murdumise tõttu kiirtekimp AB oma esialgsest suunast (AE) kõrvale kaldunud. Muuda nurka, mille all langevad kiired plaadile, ja vaatle, kuidas oleneb sellest kõrvalekaldumine murdumisel.



69. joonis. Kiirte murdumine klaasplaadis.

Lähemad tähelepanekud näitavad, et valguskiir, minnes hõredamast keskkonnast tihedamasse (õhust klaasi), läheneb langemispunktis tõmmatud ristjoonele;

tihedamast keskkonnast hõredamasse keskkonda minnes (klaasist õhku) toimub vastupidine nähtus.



70. joonis. Valguse murdumine prismas.

2. Valguse murdumise abil seletuvad meile mitmed nähtused. Näiteks läbi klaasprisma BCD küünalt A vaadates näib ta meile ülestõstetuna prisma ülemise serva (B) poole. Küünlast tulevad kiired murduvad prismas ja muudavad oma suunda. Me näeme kujutist (K) alati silma tulevate kiirte suunas.

Samuti näib meile kaldu pooleldi vette pistetud kepp murtuna veepinnal, veega täidetud pange põhi kõrgemal. kui ta on tõepoolest, jne.

Viimast nähtust selgitab järgmine katse. Paneme tühja teeklaasi põhja mõne väikese asja, näiteks pennise raha. Asetame silma nõnda, et me raha otseselt ei näeks — ta jääb klaasi ääre taha (71. 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.

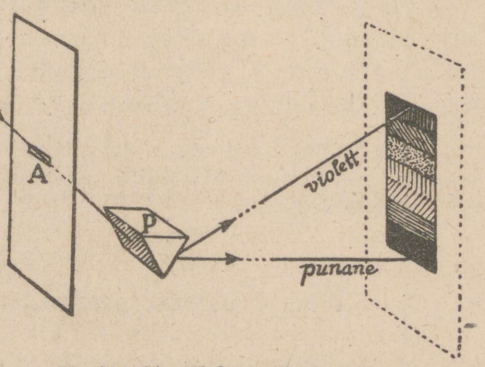


71. joonis.

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 kuju ei moonuta. Proovi seda oma aknaga. 4. Püsti vette pistetud sõrmed paistavad lühikestena. Mispärast? 5. Mispärast on raske püssiga kalale vette külge lasta?

27. Valguse lahutamine.

Laseme pimedasse tuppa peene kimbu päikesekiiri (72. joonis). Kiirtekimbu teele asetame klaasist prisma P, mille serv on pöördud põranda poole. Siis saame kaugemal vastasseinal ehk ekraanil mitmevärvilise riba. Alt ülespoole lugedes asetuvad värvused järjekorras: punane, oranž ehk ruuge, kollane, roheline, taevassinine, sinine ja violetne ehk lilla. Kokku 7 põhivärvust. Üleminek ühest värvusest teise toimub pikkamisi, pidevalt. Peale nimetatud põhivärvuste on veel hulk varjundeid ühest värvusest teise üleminekul. Prisma abil saadud värvilist riba nimetatakse **päikesespektriks** ja tema üksikuid värvusi **spektri-** ehk **vikerkaare-värvusteks.**



72. joonis. Valguse lahutamine.

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, spektrivärvused on liht- ehk algvärvused, millest koosneb valge kui liitvärvus. Tahame seitsmest spektrivärvusest saada valget värvust,

asetame prisma taha koondava läätse, millest läbi minnes värvilised kiired koonduvad ja annavad meile valge täpi

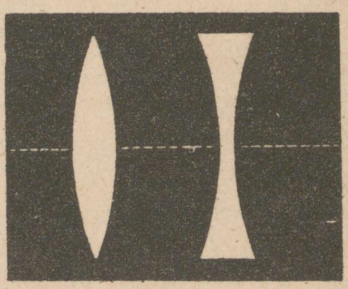
Ka teisel teel võime värvilistest kiirtest saada valget värvust. Võtame ringi, mis koosneb vikerkaarevärvilistest sektoritest, ja paneme ta kiiresti pöörlema. Nüüd paistab ring meile valgena, sest muljed üksikuist värvusist liituvad kiirel pöörlemisel ühte (valgusemulje vältus on umbes 0,1 sek.) ja annavad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

Valge kiire annavad liikumisel ka punane ja roheline, ruuge ja taevassinine, kollane ja sinine kiir. Värvusi, mis liitumisel annavad valge värvuse, nimetatakse **täiendusvärvusteks.**

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

28. Kumer- ja nõgusläätsed.

1. Mitmesugust kasutamist elus leiavad kerapindadega piiratud läätsetaolised klaasid ehk lihtsalt läätsed. Neid on kahte liiki: **kumerad** ja **nõgusad.** Kumerad läätsed on keskelt paksemad kui äärtest, nõgusad läätsed aga ümberpöördult — äärtest paksemad kui keskelt (73. joonis). Vaatame, kuidas murduvad kiired kumerläätsest läbi minnes.

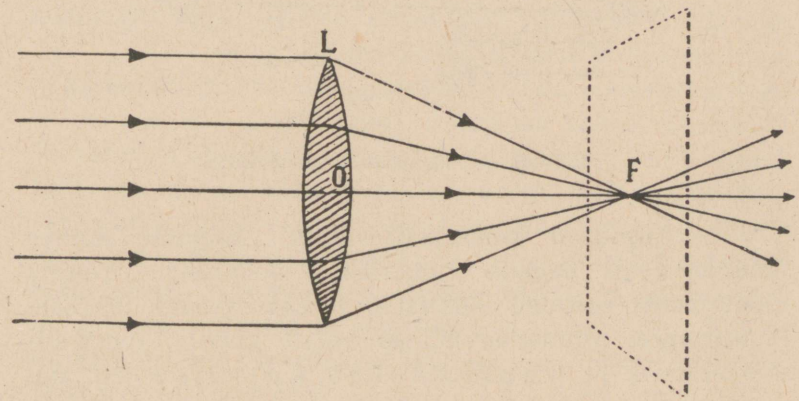


kumer nõgus

73. joonis. Läätsed.

Laseme langeda kumerale läätsele L kimbu rööbitisi päikesekiiri (74. joonis). Läätsest läbi min-

nes koonduvad nad ühte punkti F. Sealt edasi minnes lähevad nad jälle laiali. Kiirte koondumispunkti F nimetatakse läätse **fookuseks** ehk **tulipunktiks.** Nimetus on tulnud sellest, et ühes valgusega koonduvad fookusse ka soojuskiired. Neid koguneb sinna nii palju, et võivad koguni süüdata tulipunkti asetatud esemed, näiteks paberi. Seepärast nimetatakse säärast kumerat läätse vahel ka tuleklaasiks. Teda tarvitatakse tulesüütamiseks.

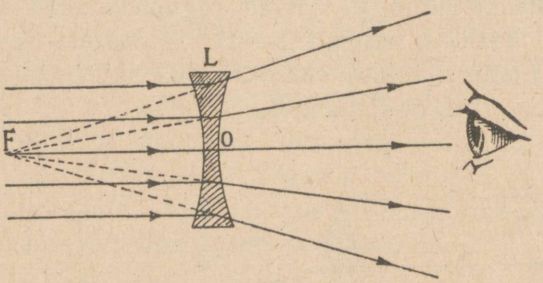


74. joonis. Kumerlääts koondab kiiri.

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

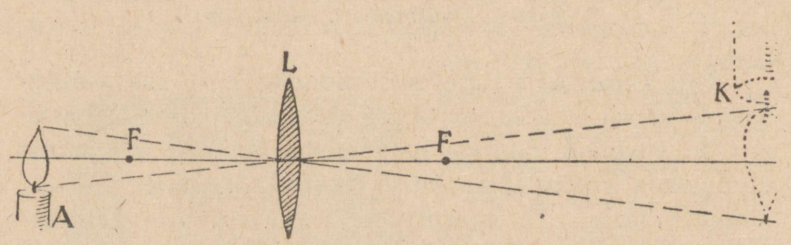
2. Nagu nägime, **kumerlääts koondab kiiri.** Samalaadilist katset nõguslääatsega tehes (75. joonis) näeme, et sellest läbi minnes lähevad kiired laiali. **Nõguslääts hajutab kiiri.** Silma kiirtele vastu asetades paistab, et kiired tulevad välja punktist F, mis on selle nõguslääatse

fookuseks. Siin on aga suur vahe kumerläätse fookusega võrreldes. Kumerläätsel lõikuvad kiired tõepoolest fookuses, nõguslääts puhul nad aga ainult näivad fookusest väljuvat. Seepärast nimetatakse nõguslääts fookust **ebafookuseks.**



75. joonis. Nõgusläätс hajutab kiiri.

3. **Kujutised kumerläätse abil.** Asetame põleva küünla veidi eemale kumerläätse fookusest. Teisele poole läätse asetame paberist sirmi ehk ekraani. Ekraani edasi-tagasi nihutades leiame varsti küünla ümberpöördud ja suurendatud kujutise (76. joonis).



76. joonis. Küünla kujutis.

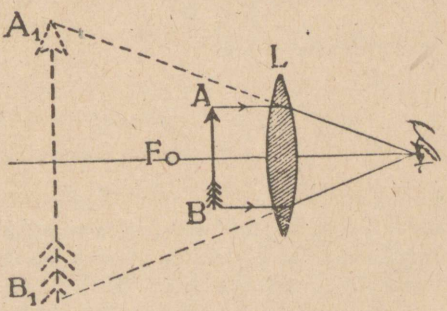
Küünalt kumerläätse suhtes kaugemale ja lähemale nihutades näeme, et vastavalt sellele nihkub ka kujutis, nimelt: mida kaugemale läätsest liigub ese, seda lähemale fookusele liigub eseme

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

Vaatle esemeid läbi nõguslääatse. Missuguseina nad paistavad? Katsu saada nõguslääatse abil esemest kujutis teisel pool lääatse.

29. Optilised riistad.

1. **Luup.** Kumer- ja nõguslääatsed leiavad laialdast kasutamist valguskiirte omadustel põhinevate ehk nn. optiliste riistade ehitamisel. Siia kuuluvad luup, mikroskoop, teleskoop ja mitmed teised. Asetades vaadeldava eseme kumerlääatse ja fookuse vahele näeme, et sel juhul ei saa me teisel pool lääatse mingisugust kujutist. Küll aga näeme samal pool, kus esegi, selle eseme suurendatud kujutist (77. joonis). Esemest AB tulevad kiired murduvad lääatses ja lähevad laiali ilma lõikumata. Nende pikendused pahemal pool lääatse 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 peensusi kui eset ennast otseselt vaadates. Seepärast tarvitatakse kumerat lääatse **suurendusklaasina** ehk **luubina.**



77. joonis. Luup ehk suurendusklaas.

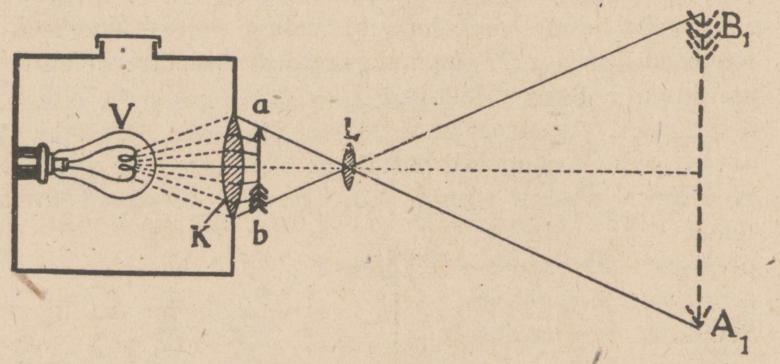
2. **Mikroskoop.** Luubiga saame võrdlemisi väikese suurenduse — harilikult 5—8 korda. Suurema suurenduse annab meile **mikroskoop.** Siin asetatakse vaadeldav ese kumera lääatse ette fookuse lähedusse. Sel teel saame esemest suurendatud ümberpöördud kujutise (tuleta meelde katset küünlaga). Saadud kujutist vaadel-

dakse teise kumera läätse kui luubi abil. See kahekordne suurendamine võimaldabki saada mikroskoobi abil õige suuri suurendusi (1000 korda ja enam).

3. **Teleskoop.** Kaugete esemete paremaks vaatlemiseks kasutame **kiikrit, binoklit** või **teleskoopi,** viimast eriti taevakehade vaatlemisel. Kõigi nende ehitus põhineb samuti läätsede tarvitamisel. Vaadeldava eseme poole pöördud lääts (objektiiv) annab kaugest esemest fookuse lähedal väikese ümberpöördud kujutise; seda vaadeldakse teise, silma poole pöördud läätse (okulaari) abil kui luubiga. See võimaldab näha kaugel asetsevate esemete peensusi. mis muidu palja silmaga vaadates sulavad ühte.

Teleskoobi ja mikroskoobi juures paigutatakse läätsed õõnsatesse torudesse, mis seestpoolt on mustaks värvitud. 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 eesseinas olevale suurele kumerale läätsele, nn.



78. joonis. Projektsioonilatern.

kondensaatorile (K). Kondensaator koondab tema peale langevad kiired ja juhib nad projektsioonilaternast tugeva kimbuna välja. Saadud tugevat kiirtekimpu võime kasutada väga mitmeks otstarbeks: füüsikalisiks 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 ümberpöördud kujutise A_1B_1.

Võrdle kirjeldatud projektsioonilaternat oma kooli projektsioonilaternaga.

30. Valguse keemilisest toimest.

1. Päikesekiirte toimel valmistavad taimed endile vajalisi aineid, mis on meile väärtuslikuks toiduks. Kuid see pole ainuke nähtus, mida 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 valguse vastu püsivad. Kuid kollaka linase kanga pleekimist valgeks näeksime meelsasti. Me kasutame seda. Kuidas?

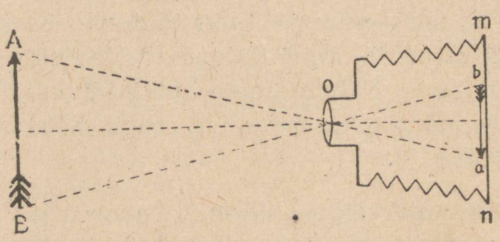
Me kasutame ka mõningate hõbeda- ja rauasoolade valgustundlikkust. Esimesi neist päevapildistuses ja teisi plaanide kopeerimisel.

2. Tähtsamaid valguse keemilise toime kasutamisi on p ä e v a p i l d i s t u s ehk f o t o g r a a f i a. Ta põhineb mõnede hõbedasoolade valgustundlikkusel. Selles mõttes on tähtsamad k l o o r- ja b r o o m h õ b e.

F o t o p l a a t on kaetud broomhõbedat sisaldava želatiiniga. Pildistamisel asetatakse kassetis plaat fotoaparaati. K a s s e t t on õhuke lame kastike, mis on seest täiesti pime ja mille kaant võib välja tõmmata.

F o t o a p a r a a t kujutab endast pimedat kasti — p i m i k u t (79. joonis). Seestpoolt on ta mustaks värvitud. Miks? Kasti eesseinas asetseb kumerlääts ehk o b j e k t i i v (*o*). Tagumiseks seinaks on t u h m- ehk m a t t k l a a s (*mn*). Sellel võime näha objektiivi ees asetsevate esemete (AB) kujutisi (*ab*). Missugused nad on, võrreldes esemete enestega?

Mitte iga kauguse puhul pole võimalik saada esemest selget kujutist tuhmklaasil. Selge kujutise saamiseks tuleb objektiivi ja tagaseina kaugust reguleerida.



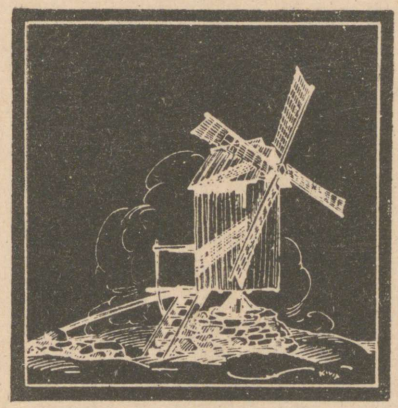
79. joonis. Fotoaparaat.

Selle võimaldamiseks on aparaadil säärased külgseinad nagu lõõtspillil. Neid võib välja tõmmata ja kokku lükata. On kaugus reguleeritud, siis asetatakse aparaadi tagumise seina ligidale kassetis fotoplaat. 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 fotoplaadile. Toas pildistamine nõuab objektiivi avamist mõneks sekundiks. Väljas täielises valguses on selleks küllalt ühest kümnendikust sekundist või veelgi vähemast ajast.

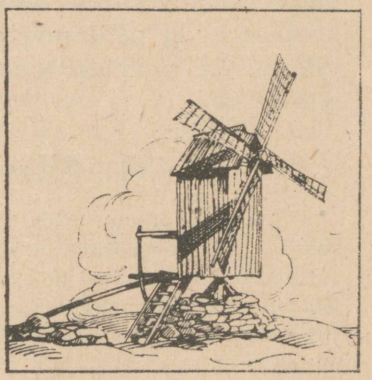
Pärast ülesvõtmist on pilt plaadil varjatud kujul. Et pilti nähtavaks teha, tuleb teda ilmutada. Seda tehakse ilmutite abil. Ilmutiteks on sääraste ainete lahused, mis hõbedasooladest suudavad hõbedat metallina eraldada ehk taandada. Siia kuuluvad ained nagu rauavitriol, hüdrokinoon, metool ja mõningad teised. Ilmutite toimel eraldub hõbe neile kohtadele, mida valgustati. Mida tugevamini mingit kohta plaadil valgustati, seda rohkemal määral eraldub sinna hõbedat. Nii tuleb pilt nähtavale. Oma värvustoonilt erineb ta aga ülesvõetud esemest. Ta on otse vastandiks sellele. Valged kohad on siin mustad, mustad — valged. Seda pilti plaadil kutsutakse **negatiiviks.** Et negatiiv valguse käes ei muutuks, tuleb teda kinnistada. Kin-

nistamise otstarbeks on kõrvaldada fotoplaadilt muutumatuks jäänud hõbedasool, jättes järele vaid metallina eraldunud hõbeda osakesi.

Fotoplaadi ilmutamist ja kinnistamist võib toimetada punase valguse käes, sest plaadid pole punaste kiirte suhtes tundlikud. Kuid on sääraseid plaate, mis on tundlikud ka punasele valgusele (pankromaatilised plaadid); neid tuleb ilmutada ja kinnistada pimedas.



80. joonis. Negatiiv.



81. joonis. Positiiv.

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

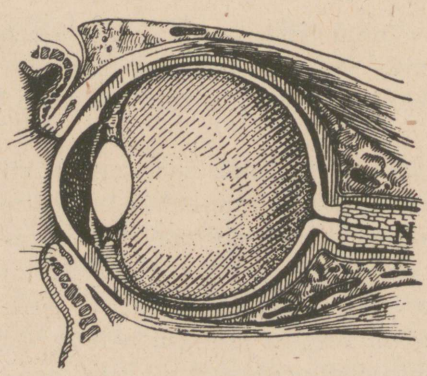
Et saada päevapilti **(positiivi)**, tuleb seda negatiivilt k o p e e r i d a. Seda tehakse paberile, mis on kaetud kloorhõbedat sisaldava kihiga. Need paberid pole nii valgustundlikud kui plaadid. Negatiiv asetatakse päevapildipaberi peale ja pannakse valguse kätte. Negatiivi tumedamad kohad lasevad vähem valgust läbi kui heledamad. Seetõttu on ka paberil värvustoonid vastupidised negatiivi omadele. 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?

31. Silm ja nägemine.

1. **Silma ehitus.** Silm ehk silmamuna asetseb sügaval silma koopas. Ta on ümbritsetud kõva läbipaistmatu valge kestaga, mida kutsutakse s i l m a v a l g e k s. Selle eespoolne, hästi kumer ning läbipaistev osa kannab s a r v k e s t a nime. Järgmine kiht seespool silmavalget on läbipaistmatu k õ l d k e s t. Selle eesmine pool moodustab v i k e r k e s t a, mis võib olla väga mitmevärviline. Nimeta, mis värvust silmi tunned. Pane tähele oma kaasõpilaste silmade värvust. Vikerkesta keskel on ümmargune auk, mida kutsutakse s i l m a - a v a k s ehk s i l m a t e r a k s, kust kaudu valgus pääseb silma.



82. joonis. Silma ehitus.

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

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.

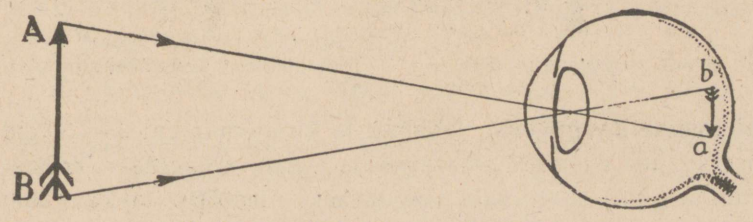
Löö kiiresti käega silmade eest mööda. Mis juhtub? Vaata peeglist, kumb laug liigub.

Pilgutades pesevad laud silma pisarveega ja hoiavad ta puhta. Pisaraid eritavad p i s a r a n ä ä r m e d, mis asetsevad silmakoopa välises nurgas.

K u l m u d takistavad higi silma sattumast. R i p s m e d 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



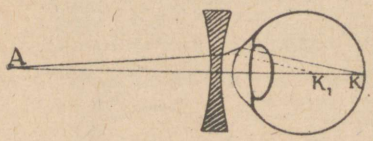
83. joonis. Kujutiste saamine silmas.

tagaseinas olev võrkkest. Ese AB annab võrkkestal ümberpöördud vähendatud kujutise *ab* (83. joonis), mida me silmaerkude abil vastu võtame selle eseme valgusmuljena. Eseme kujutis võrkkestal on ümber pöördud; meie aga näeme esemeid siiski päripidi, sest lapsest saadik oleme harjunud teiste meelte abil ümberpöördud kujutisi päripidiseina seletama.

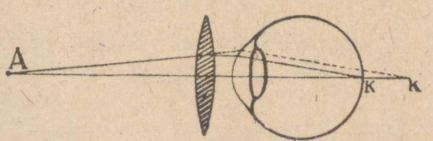
4. **Silma kohastumine.** Ese on selgesti näha, kui ta kujutis tekib just võrkkestal. See toimub silmaläätse abil. Ta võib vajaduse järgi oma kumerust, ühes seega kiirte koondamisvõimet muuta. Läheneb ese silmale, muutub lääts kumeramaks; kaugeneb ese, siis läheb lääts lamedamaks. Seda silmaläätse omadust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

Samal ajal võib 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 normaalsilm võib lugeda ilma tunduva kohastumisväsimuseta, kui raamatu kaugus silmast on **25—30 cm.** Seepärast nimetatakse seda kaugust **normaalsilma selge-**



84. joonis. Lühinägija silm.



85. joonis. Kaugelenägija silm.

nägemise kauguseks. Lähemal ja kaugemal kui 25—30 cm asetsevate esemete vaatamiseks peab silmalääts kohastumisel end 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 (84. joonis). Selle puuduse kõrvaldamiseks tarvitatakse silma ees **prillina nõgusat läätse.** See hajutab kiiri niivõrd, et eseme kujutis tekib võrkkestal.

Kaugelenägija silm ei suuda kohastuda lähedate esemete vaatlemiseks. Silmamuna on liiga lühike või koondab silmalääts kiiri liiga nõrgalt ja eseme kujutis tekib võrkkesta taga (85. joonis). Et kiired varem lõikuksid ja võrkkestal kujutise annaksid, selleks tarvitame silma ees **prillina kumerat läätse.** See koondab kiiri ja kujutis tekib võrkkestal ning see on selgesti näha.

6. **Silma eest hoolitsemine.** Silm on õrn organ, seepärast tuleb meil tema eest hästi hoolitseda. Ära hoia lugedes raamatut silmile liiga ligidal. Silmaläätse lihased väsivad. 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 pimedaksjäämine.

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 järgmine 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 järel hulk silmapilkseid ülesvõtteid (umbes 16—25 ülesvõtet sekundis) ja projitseeritakse nad projektsioonilaterna abil niisama kiiresti ekraanile. Muljed kiiresti üksteisele järgnevaist ülesvõtteist, mida näeme ekraanil, liituvad ühte ja annavad meile nn. kinopildi.

32. Magnetisminähtusi.

1. **Loomulikud ja kunstlikud magnetid.** Mitmel pool mägedes, näit. Uuralis, 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 külgetõmbamisomaduse 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.

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

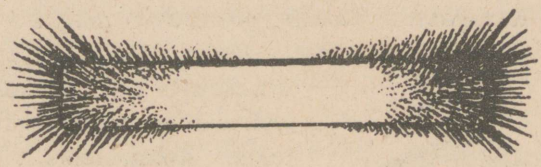
Võta magnet ja katsu temaga järele, milliseid käepärast olevaid esemeid (paber, kriit, puu, sulg jne.) ta külge tõmbab, milliseid mitte.

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

Kuidas oleks võimalik segatud 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 (86. joonis). Kus kohas on rauapuru külgehakkamine kõige

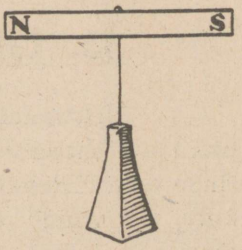


86. joonis. Rauapurusse kastetud magnet.

suurem? väiksem? Magneti kohti, kus rauapuru külgehakkamine on kõige suurem, nimetatakse **magnetipoolusteks.** Magnetil on kaks poolust, mis asetsevad magneti otstel.

Asetame magneti teravikule nii, et ta saab sellel vabalt pöörduda (87. joonis). Nüüd näeme, et pärast vähest võnkumist jääb üks ots seisma põhja, teine lõuna suunas. Magnetit sellest asendist välja viies tuleb ta sinna varsti jälle tagasi. Poolust, mis püüab alati põhja poole pöörduda, nimetatakse **põhjapooluseks (N),** temale vastaspoolust **lõunapooluseks (S).**

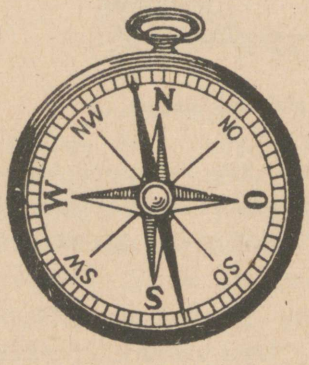
Võta kaks teravikul pöörduvat magnetit, milledele poolused märgitud. Lähenda nad teineteisele põhjapoolustega, lõunapoolustega. Mida märkad? Lähenda ühe põhjapoolus teise lõunapoolusele. Kuidas mõjuvad nad vastastikku? Kõiki katsete tulemusi kokku võttes võime ütelda: **samanimelised magnetipoolused tõukuvad teineteisest eemale, erinimelised tõmbavad teineteist külge.**



87. joonis. Magnet nõela otsas.

1. Kuidas on võimalik 87. 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 ilmakaarte määramiseks. Selle-kohaselt ehitatud riista nimetatakse **kompassiks.** Kompass pole muud midagi kui teraviku otsas vabalt pöörduv magnet, paigutatud karpi, millele on märgitud ilmakaarte jaotused (88. joonis). Sagedasti tehakse kompassi magnet nõelataoliselt teravate otstega; seetõttu nimetatakse teda ka magnet-nõelaks.



88. joonis. Kompass.

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

33. Lihtsamaid elektrinähtusi.

1. **Elektri tekkimine hõõrumisel.** Võtame riba harilikku 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 äratõm-

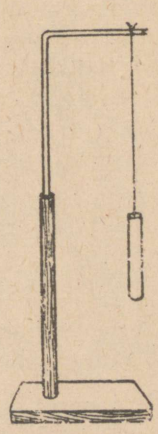
bamiskohal tähele panna koguni väikesi sädemekesi. See pole veel mitte kõik. Hõõrumisel on ajalehepaberi-riba mitmed teised uued omadused saanud: ta jääb seina külge igas kohas kinni, tõmbab endale külge kergeid esemeid, näiteks paberiraasukesi, ja kui teda käes hoida keskelt, siis tõukavad otsad teineteist eemale. Seda iseäralist olekut, millesse me viisime pabeririba hõõrumise abil, nimetatakse elektriliseks olekuks ja selle oleku põhjust **elektriks.** Katsed näitavad, et iga keha on võimalik hõõrumise abil viia elektrilisse olekusse ehk elektriseerida, muidugi üht kergemini kui teist. Iseäranis kergesti elektriseeruvad hõõrumisel 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 nimetati neid merivaigu kreekakeelse nimetuse järgi (elektron) elektrilisteks.

Elektrilise keha külgetõmbamise põhjust nimetatakse **elektritungiks,** elektri hulka, mis seda elektritungi tekitab, **elektrilaenguks,** ja kehale elektrilaengu andmist — **laadimiseks.**

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.

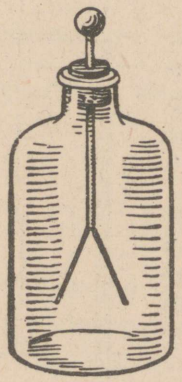
Edasi kasutame elektri põhiomaduste selgitamisel elektripendlit (89. joonis). Selleks riputame siidniidi otsa õhukesest värvilisest paberist tehtud torukese. Toeks võtame kõveraks painutatud klaastoru, mis on kinnitatud puust alusele.



89. joonis. Elektripendel.

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 külge tõmbuvad ja pärast kokkupuutumist, kui laengud olid enam-vähem 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 vastastikku eemale, erinimelise elektriga laetud kehad tõmbuvad vastastikku külge.



90. joonis. Elektroskoop. Varva ülemises otsas lehekest. Lehekesed

3. **Elektroskoop.** Elektrinähtuste tundmaõppimisel tarvitatakse sagedasti nn. elektroskoopi (90. joonis). See on riist, mille abil saab kergesti otsustada, kas antud keha on elektriseeritud või mitte. Elektroskoope võib valmis ada väga mitmel viisil. Üks lihtsamaid on kujutatud 90. joonisel. See on klaaspurk, mille kaelas olevast korgist läheb läbi metallvarb. on metallkuulike, alumises kaks õhukest kerget tehakse harilikult alumiiniumist, paberist jne.

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 Elektrilaeng kadus elektroskoobist. Puudutamisel ühendasime elektroskoobi keha abil maaga. Elektroskoobis olev elekter läks keha kaudu maasse ja maa peal olevaisse esemeisse. Elektroskoopi jäi elektrit nii vähe, et ta ei suuda enam lehekesi laiali ajada.

Kirjeldatud elektroskoobi tühjendusviisi nimetatakse maasse juhtimiseks ehk **maandamiseks.** Maandamise 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). Misjaoks?

34. Välk ja piksevarras.

Elektri tekkimisel hõõrumise teel nägime väikesi sädemeid ja kuulsime nõrka raginat. Hoopis tugevamaid sädemeid võime saada elektrimasina abil. Need tuletavad väga meelde välku äikese ajal. Kas pole äikesega kaasaskäiv välk muud midagi kui suur elektrisäde, ja müristamine — sellest tekkinud tugev ragin?

Et äike elektrinähtustega tõepoolest on seotud, seda näitas esimesena ameeriklane Benjamin Franklin (1752). Ta võttis siidist lohe, mille külge oli kinnitatud metallteravik, sidus kanepist nööri otsa ja laskis äikese lähenemisel üles. Nööri alumise otsa külge sidus Franklin võtme, mida ta siidist nööri abil kinni hoidis. Mispärast just siidist? Kui vihma sadama hakkas ja nöör märjaks sai, võis Franklin võtmest tugevaid elektrisädemeid võtta. Franklini katsest selgub, et pilved ja õhk kõrgemais kihtides on elektriga laetud.

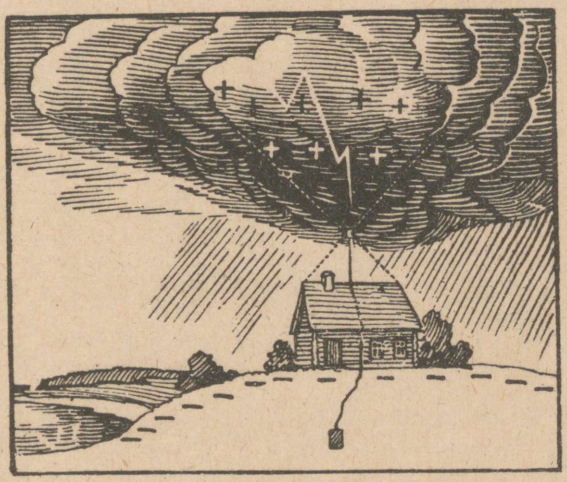
Katsed näitavad, et õhus on alati elektrit. Pilved on enamalt jaolt positiivse elektriga laetud, maa negatiivse elektriga. On pinge küllalt tugev, toimub õhu kaudu mõlemate elektrite ühinemine tugeva elektrisädeme ehk välgu näol. Õhku läbides soojendab välk äkki õhu läbimiskohast ja paneb ta võnkuma, mis tekitab m ü r i s t a m i s t.

Et maju kaitsta välgu ehk pikse eest, tarvitatakse Franklini poolt leiutatud p i k s e v a r d a i d. Piksevarras on terava otsaga metallvarb, mis kinnitatakse püsti maja katusele ja ühendatakse juhi abil maaga (91. joonis). Ühe piksevarda kaitsepiirkonnaks loetakse ümber varda olev koonus, mille külgpind moodustab vardaga 45°-se nurga.

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

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

Ka nn. p õ u a v ä l k ehk p ä l k ja v i r m a l i s e d on nähtused, mis tekivad õhu-elektri mõjul.

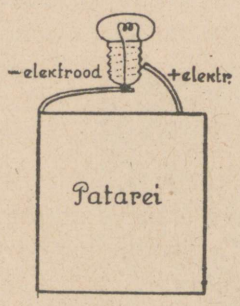


91. joonis. Maja piksevardaga.

35. Elektrivool ja selle tekkimine.

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. Üksikuid plekiribu ehk — nagu neid nimetatakse — e l e k t r o o d e keelega katsudes ei tunne me midagi iseäralist. Mõlemaid elektroode korraga keelega ühendades tunneme teravat hapu-

kat maitset. Seda tekitab elektrivool, mis keelest läbi läheb. Laseme patareist tuleva elektrivoolu läbi minna väikesest peenikesest metallniidist pirnis (92. joonis), siis hakkab see helendama. Ta on elektrivoolu mõjul kuumaks läinud.



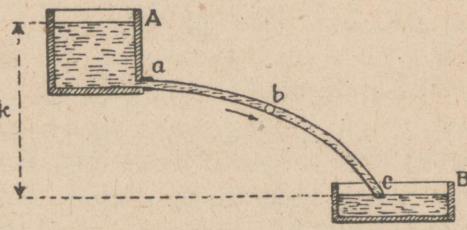
92. joonis.

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) nikeliintraat põleb läbi, kuna jämedam läheb vaevalt soojaks.

Lõhu ära tühjaks läinud 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 (93. 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, elektroodide elektrilise oleku „kõrguste" vahet, pinget — **voltidega.** Taskulambi patarei pinge on harilikult 4,5 volti. Riista, mille abil mõõdetakse pinget, nimetatakse voltmeetriks.

Veevoolu juures on tähtis teada **voolu tugevust.** Seda mõõdab voolu läbilõikest 1 sekundis läbiminev veehulk. Voolu tugevusest oleneb tööhulk, 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 — ampermeetri 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.



93. joonis. Veevool.

3. **Elektrielemendid.** Taskulambi patarei koosneb harilikult 3 elemendist. Nad on ühendatud järjestikku, s. o. ühe positiivne (+) elektrood teise negatiivse (—) elektroodiga. 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. Leclanche elemendi ehitust. Purki salmiaagilahusesse on asetatud tsink- ja süsiplaat. Nendega ühendatud elektroodide ühinemisel saame el.-voolu, kusjuures süsi on +-, tsink aga —-elektroodiks. Leclanché elementi kasutatakse harilikult elekterkellade käimapanemiseks.

36. Elektervalgustus.

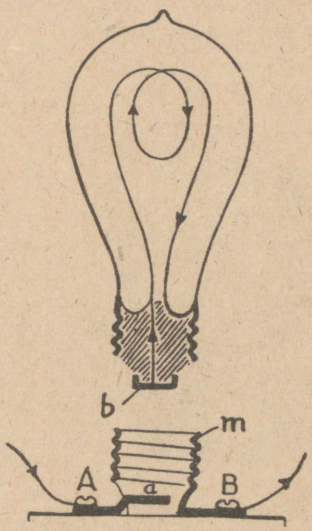
1. **Hõõglamp.** Taskulambiga saame võrdlemisi väikest valgust. Tugevama, kestvama valguse saamiseks tarvitatakse suuremat pinget (110 või 220 volti) ja suuremaid pirne. Muidu on harilik hõõglamp ehitatud samal viisil kui taskulambi pirngi (94. joonis). Õhust tühjendatud pirnitaolises klaasanumas on peenike metallniit, mis voolu läbi lastes hakkab hõõguma ja annab valgust. Hõõglambi niitideks võib tarvitada ainult raskesti sulavaid metalle, sest muidu pole võimalik niite valguse andmiseks soojendada vajaliselt kõrge temperatuurini (1800—2000°C). Pirn on õhust tühjendatud, et kaitsta hõõguvaid niite läbipõlemise 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.

Mida kõrgem on hõõgniidi temperatuur, seda suurem osa elektrienergiast muutub valguseks. Üldiselt on võimalik praeguste hõõglampide abil valguseks muuta siiski võrdlemisi väikest osa kogu äratarvitatud elektrienergiast (umbes 1—2%), ülejäänud osa elektrienergiast muutub soojuseks. Petrooleumilampide juures on valguseks muutuv energiaosa veelgi palju väiksem (umbes 0,06%).

Esimesed hõõgniidid valmistati sõest, nüüd valmistatakse nad raskelt sulavatest metallidest (osmiumist ja volframist). Kaitseks hõõgniitide pihustumise (tolmuks muutumise) vastu täidetakse elektripirnid mõne gaasiga, mis ei ühine keemiliselt hõõgniitidega, näiteks lämmastikuga.

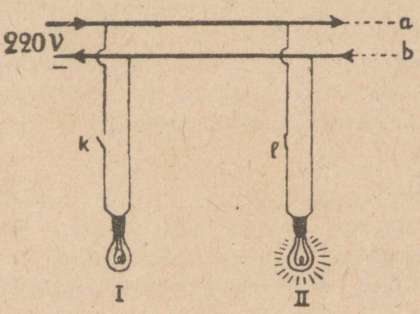
2. **Voolu juhtimine. Kaitsmed.** Vool juhitakse majja pea- ehk magistraaljuhtmete abil (95. joonis, *a*, *b*). Nendega võime ühendada vajaduse järgi rohkem või vähem lampe. Iga lamp on ühendatud peajuhtmetega iseseisvalt, sest muidu ei saaks ta vajalist pinget. Kustutaja ülesanne on võimaldada voolu 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 — k a i t s m e i d. Kaitsmeks on vooluahelasse lülitatud peenike traat (96. joonis, *ab*), mis ainult teatud tugevuseni voolu välja kannatab. On vool antud määrast tugevam, sulab traat läbi — ja vool katkeb. Et kergem oleks kaitset vahetada, on kaitsetraat tõmmatud isoleeritavast ainest punni ehk korgi sisse. Seepärast nimetatakse teda ka k a i t s e k o r g i k s

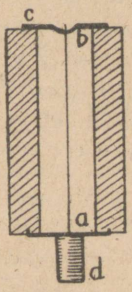


94. joonis. Elektripirn pesaga.

3. Elektri-energia mõõtmine. Peale valgustuse leiab el.-voolu soojuslik tegevus veel laialdast rakendamist elekterahjudes, -keetjates, -triikraudades ja mitmesugustes teistes riistades. Nende ehitus selgub joonisest 97—99

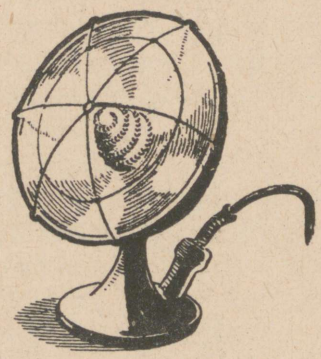


95. joonis. Voolu juhtimine.

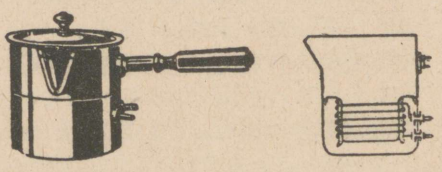


96. joonis. Kaitsekork.

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 $1\frac{1}{3}$ hobusejõudu. 1 kilovatt-tund elektri-energiat maksab meil umbes 16 penni.



97. joonis. Elekterahi.



98. joonis. Elekterkeetja.

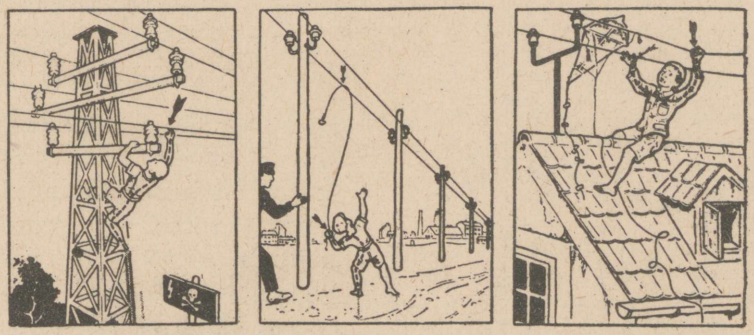


99. joonis. Elektertriikraud.

Ilma mõõtjatagi on võimalik kaunis õieti arvestada, kui palju üks või teine riist (mootor, triikraud, lamp jne.) töötamisel elektrit ära tarvitab. Selleks vaatame järele, mitmevatise või -kilovatise 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 · 16 ehk 6,4 penni.

1. Mis maksab 25-vatise elektripirni põlemine 1 tunni jooksul? 2. Projektsioonilatern töötas 500-vatise 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.

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



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



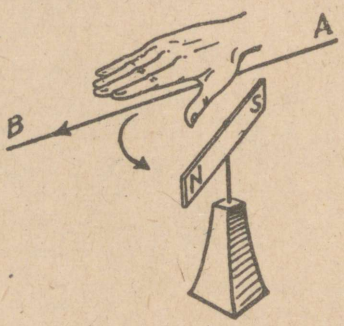
101. joonis. Ole ettevaatlik el.-riistade käsitsemisel.

Vaatle 100. ja 101. joonist ning jõua selgusele, missugused hädaohud on neil kujutatud.

37. Elektrivoolu magnetiline mõju.

1. Juhe, millest vool läbi läheb, soojeneb voolu mõjul. Juhtme ümber aga võime tähele panna magnetilisi nähtusi. Seda näeme järgmisest katsest (102. joonis).

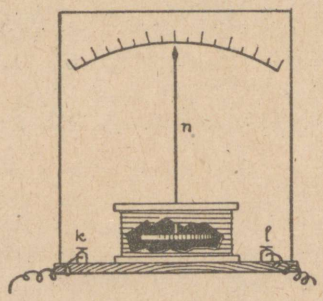
Asetame el.-juhtme pikuti magnetnõela kohale ja laseme voolu läbi lõuna-põhja suunas. Magnet kaldub oma esialgsest suunast kõrvale. Katkestame voolu ja muudame voolu suuna vastupidiseks. Mis juhtub siis?



102. joonis. Magneti kõrvalekaldumine el.-voolu mõjul.

Magnet kaldub kõrvale juhtme ümber tekkinud magnetivälja mõjul. Kõrvalekaldumise suuna võime kergesti määrata reegli abil: paneme parema käe sõrmed voolu suunas juhtme peale nõnda, et pihk oleks pöördud magneti poole, siis kaldub magneti põhjapoolus alati sinnapoole, kuhupoole näitab pöial. Üldse aga võime ütelda, et magnet püüab asetuda voolu suunaga risti.

2. Katsed näitavad: magnetnõela kõrvalekaldumine elektrivoolu mõjul on seda suurem, mida tugevam on vool ja mida rohkem keerde teeb juhe ümber magnetnõela. Sellel nähtusel põhineb riistade ehitamine, mis näitavad voolu suunda ja tugevust. Neid kutsutakse galvanomeetreiks.

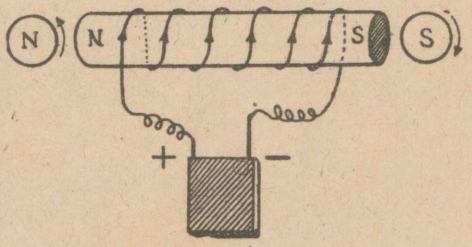


103. joonis. Galvanomeeter.

103. joonisel kujutatud galvanomeetris on rõhtsa telje ümber vabalt pöörduda andev magnet paigutatud raami sisse mille ümber on mähitud isoleeritud traat. Mähisest voolu läbilaskmisel püüab magnet asetuda voolu suunaga risti. Kõrvalekaldumise suurust näitab magnetiga ühendatud osuti *n*. Kui galvanomeeter näitab voolu tugevust amprites, siis nimetatakse teda ampermeetriks.

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 teraspulgaga korrates leiame, et teraspulk elektrivoolu mõjul tekkinud magnetilised omadused alal hoiab. Sedaviisi elektrivoolu abil saadud magnetit kutsutakse **elektromagnetiks** (104. joonis).

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

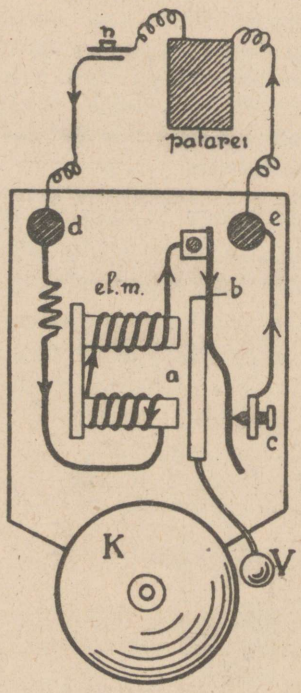


104. joonis. Elektromagnet.

Elektromagnetid on märksa tugevamad kui niisama suured harilikud magnetid. Kujult on elektromagnetid väga mitmesugused: sirged, hobuserauakujulised jne.

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

4. **Elekterkell.** Elekterkella ehitus ja töötamine selguvad 105. joonisest. Elektromagneti *(el. m.)* otste lähedal oleva vedru *b* külge on kinnitatud ankur *a*, mis on varustatud vasaraga V. Ühendame elekterkella juhtmed nupu *n* abil mõne patareiga. Vool läheb läbi elektromagneti



105. joonis. Elekterkell.

mähise, vedru *b* ja kruvi *c* kaudu patareisse tagasi. Nüüd tõmbab elektromagnet (*el. m.*) ankru *a* ühes vedruga enda poole ja vasar V annab kellale K hoobi, pannes ta kõlisema. Ühes sellega aga läheb vedru kruvist *c* eemale, ühendus kaob ja vool katkeb; elektromagnet kaotab oma magnetilised omadused ja vedru puudutab uuesti kruvi, voolu ühendades, jne.

Niikaua kui elekterkell on ühenduses vooluga, käib ankur edasi-tagasi ja vasar V paneb kella K kõlisema.

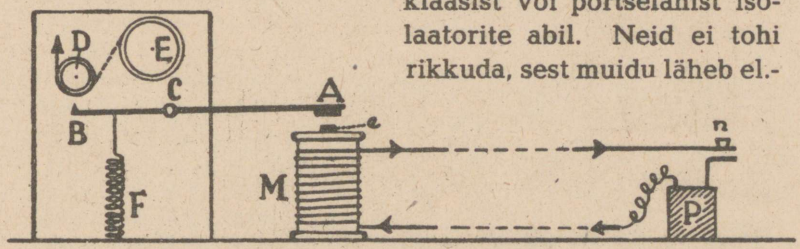
5. **Telegraafi** kasutame sõnumite edasiandmiseks kauge maa taha. Ta töötamise põhimõte selgub 106. joonisest.

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 eemal. Nupu (*n*) peale vajutades läheb patareist (P) tulev vool elektromagnetist läbi ja kangi ots A tõmbub külge. Kangi teine ots aga surutakse vastu rulli 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 . —	e .	i . .
b — . . .	f . . — .	j . — — —
c — . — .	g — — .	k — . —
d — . .	h	l . — . .

m — —	s . . .	õ, ö — — — — .
n — .	t —	ü . . — —
o — — —	u . . —	x — . . —
p . — — .	v . . . —	y — . — —
q — — . —	w . — —	z — — . .
r . — .	ä . — . —	ch — — — —

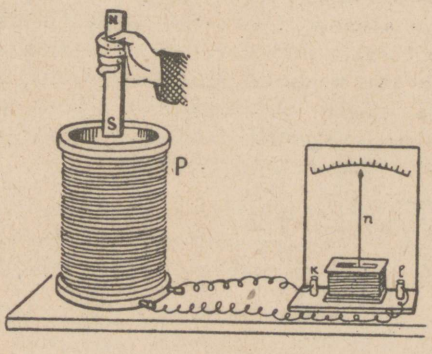
Saatejaama patareist vastuvõttejaama elektromagnetisse juhitakse el.-vool sellekohaste juhtmete abil (telegraafitraadid). Need kinnitatakse kõrgete postide külge klaasist või portselanist isolaatorite abil. Neid ei tohi rikkuda, sest muidu läheb el.-



106. joonis. Telegraafi skeem.

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 induktsioon.** Võtame seest õõnsa rulli, mille ümber on mähitud isoleeritud traat. Sellist rulli nimetatakse pooliks. Pooli mähise otsad ühendame tundliku galvanomeetriga (107. joon.). Pistame pooli sisse magnetpulga. Nüüd näeme, et magnetpulga pooli panemisel galvanomeetri osuti hakkab teatud suunas liikuma, tähendab, pooli mähises tekkis elekt-

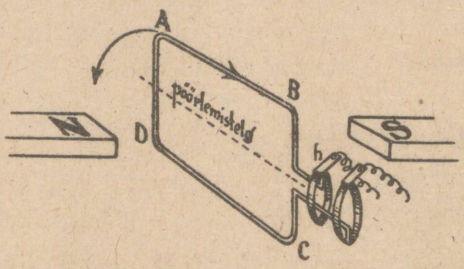


107. joonis.
Induktsioonivoolu tekitamine.

rivool. Magnetpulga poolist väljavõtmisel liigub galvanomeetri osuti vastupidises suunas, järelikult tekib mähises vool, mis on oma suuna poolest endisele vastupidine. Kui magnetpulk pooli suhtes seisab paigal, siis mähises voolu ei ole.

Sama nähtus kordub, kui magnetpulga asemel 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 induktsiooniks**, saadud voolu aga **indutseeritud vooluks.**



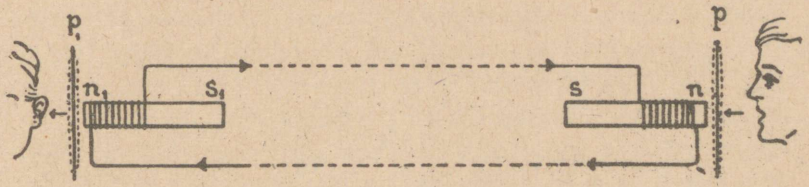
108. joonis. Dünamo skeem.

Induktsiooninähtusel põhineb elektrivoolu saamine dünamomasina ehk dünamo abil. Kahe tugeva magnetipooluse vahel pöörleb kiiresti isoleeritud juhtmeist koosnev ankur. Ankrumähisest läbiminev magnetiväli muutub pöörlemise tõttu järjest. Sellest tekib ankrumähises el.-vool, mis eriliste rõngaste (kollektorite) kaudu juhitakse dünamost 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 vahelduva vooluga.

Iga dünamot võib kasutada kui elektrimootorit. Selleks tuleb ankrust läbi lasta elektrivool — ankur muutub elektromagnetiks ja hakkab pöörlema paigalseisvate pooluste magnetiväljas.

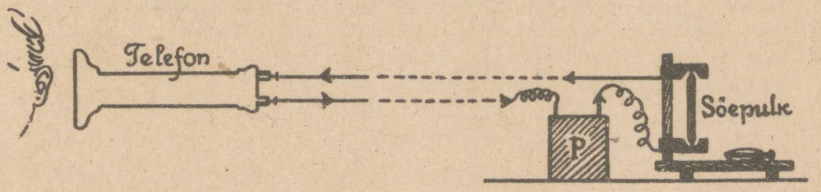
Dünamo-ankru ümberajamine toimub harilikult aurumasina või vesiturbiini abil. Siin muundame soojus- või vee langemise energia elektrienergiaks, mida on kerge juhtida traatide abil kauge maa taha.

7. **Telefon ja mikrofon.** Telefoni tarvitatakse hääle edasiandmiseks kauge maa taha. Telefoni töötamine selgub skemaatilisest joonisest 109. Magnetite *ns* ja n_1s_1



109. joonis. Telefoni skeem.

ümber on mähised, mis on teineteisega juhtmete abil ühendatud. Mõlemate magnetite otste juures on õhukesed raudplaadid *p* ja p_1. Kui kõnelda plaadi *p* juures, siis panevad häälelained ta võnkuma. Plaadi *p* võnkumise mõjul muutub magneti *ns* ümber olev magneti tungiväli, järelikult tekib mähises induktsioonivool. 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.



110. joonis. Telefon ja mikrofon.

Kaugema maa taha hääle edasiandmiseks ühendatakse telefon nn. m i k r o f o n i g a (110. joonis). Mikrofoniks lihtsamal kujul võime kasutada puust alusele kin-

nitatud söepulki, milledest patareist tulev vool läbi läheb. Püstpulk oma teravate otstega on ainult õrnas kokkupuutumises rõhtpulkadega. Mikrofoni ees kõneldes panevad häälelained söepulgad värisema. Värisedes puudutavad pulgakesed tugevamini või nõrgemini üksteist, seega ka telefonist tugevamat või nõrgemat voolu läbi lastes. Voolu tugevuse muutumine telefonimähistes kutsub esile selle magneti-tungivälja muutumised. Need telefoni magnetivälja muutused panevad võnkuma telefoni raudplaadi vastavalt hääle lainetamisele mikrofonis. Sel teel kordab telefon mikrofoni ees tehtud häält. — Tarvituselolevais telefoniaparaatides on telefon ja mikrofon ühendatud sama käepideme külge. Me kõneleme mikrofoni ees, kuulamiseks paneme kõrva juurde telefoni. Telefonikastis on väike dünamo (induktor). Käsitsi vändast ankrut ümber ajades tekitame induktsioonivoolu, mis paneb kella kõlisema ja sedaviisi annab kõnele väljakutseks märku.

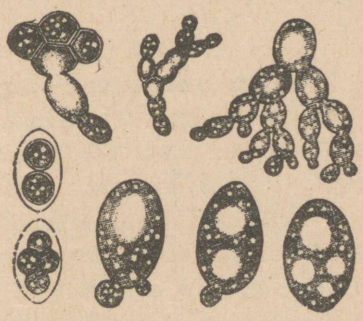
8. **Raadio.** Elektrienergia andub edasi mitte üksnes juhtmeid mööda el.-voolu näol, vaid ka otseselt läbi ruumi eriliste võnkumiste ehk lainete kaudu.

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 abil.

lähtsamaid keemilisi nähtusi ja aineid igapäevases majapidamises.

38. Käärimine.

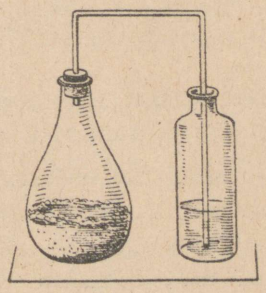
1. **Pärmseenekestest.** Käärimine kuulub nähtuste hulka, mida me koduses majapidamises sageli võime tähele panna suhkrut sisaldavate vedelikkude juures. Neid vaja ainult lahtiselt seisma jätta, ja pea võime märgata vedeliku vahutamist ja kihisemist. See on tunnuseks, et käärimisel eraldub vedelikust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



111. joonis. Pärmseenekesed.

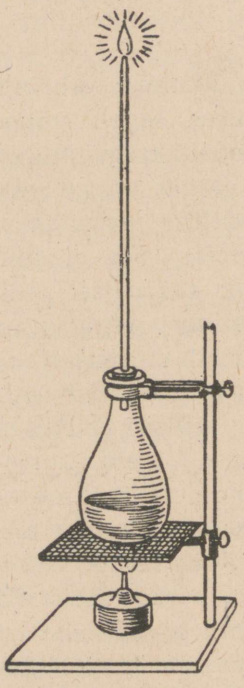
Ligemad uurimised on näidanud, et käärimise tekitajaiks on erilised pisikesed seenekesed. Neid kutsutakse pärmseenekesteks, sest pärmis moodustavad nad olulisima osise. Pärmis on pärmseenekesed hoolikalt kasvatatud ja arendatud. Õhus leidub neid ka metsikult. Sattunud suhkrut sisaldavasse vedelikku, hakkavad nad jõudsasti kasvama ja paljunema.

2. **Mis gaas tekib käärimisel.** Lahustame 50 g mett või suhkrut 500 cm^3 vees. Saadud lahusele lisandame teelusikatäie peenteks tükkideks tehtud pärmi, suleme kolvi, milles on suhkrulahus, klaastoruga varustatud korgiga ja jätame selle sooja kohta seisma. Pea näeme vedelikust gaasimullikesi eraldu-



112. joonis. Käärimisel tekib süsihappe-gaas.

vat: toimub käärimine. Juhime käärivast vedelikust eralduvat gaasi selgesse lubjavette (112. joonis): lubjavesi muutub segaseks. Eemaldame kolvilt korgi ja vaatame, kuidas suhtub käärimisel eraldunud gaas põlevasse pirrusse. Me näeme, et käärimisel eralduv gaas teeb lubjavee segaseks ega toeta põlemist. Sellest järeldame, et käärimisel tekib süsihappegaas.



113. joonis. Käärimisel tekib alkohol.

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 (113. joonis). 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 süsihappe-gaasiks.

Alkohol on mürgine aine. Ta hävitab elavaid organisme. Ka pärmseenekesed on elavad organismid. Valmistades mürki — alkoholi, valmistavad nad ühes sellega ka endile hukatust. Alkoholi hulga suurenemisega käärivas vedelikus langeb ka nende elutegevus, ja ligikaudu 16% alkoholi juures hukkuvad nad täiesti.

Peale alkoholi halvab pärmseenekeste tegevust ka liiga suur suhkrusisaldus lahuses. On ju teada, et marjamahlades, mis sisaldavad väga palju suhkrut, pole märgata käärimist. Ka temperatuuril on suur mõju käärimisele. Käärimine võib enam-vähem korralikult toimuda 5—30° C piirides. Vedeliku soojendamine kuni 70° C hävitab pärmseenekesed täielikult.

Tähtsamaid käärimise saadusi meil on alkohol ehk piiritus, vein ja õlu. Alkoholi ehk piiritust saadakse käärimise teel kartulitest, veini puuvilja- ja marjamahlast, õlut otradest. Õlu sisaldab 2,4—4% alkoholi. Toitaineid on tas väga vähe. Veinid sisaldavad alkoholi ligikaudu 10% 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 läinud, alkoholis aga mitte. Liha roiskumine vees on tingitud mitmesuguseist pisikuist. Alkohol aga hävitab pisikuid. 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 korraldame ka veega, võttes seda alkoholi asemel.

Vaatleme, mis on juhtunud suhkru, soola ja leivaga ühelt poolt alkoholis ja teiselt poolt vees. Me näeme, et suhkur ja sool ei lahustu alkoholis, küll aga vees. Leivatükikesed 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 süsihappe-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. Tähtsamaid alkoholist valmistatavaid aineid on **eeter**, mida tarvitatakse operatsioonidel haige uinutamiseks.

Ka kütteainena 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 denatureeritud piirituseks.

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

39. Hapnemisest ja happeist.

1. **Piimahappeline käärimine.** Ka mitmed hapnemisnähtused meie koduses majapidamises põhinevad käärimisel. Üks sääraseist on piima hapnemine. Piimas leidub keskmiselt 4,6% suhkrut. Seda suhkrut nimetatakse piimasuhkruks. Piimahappe-bakterite (114. joonis) toimel käärib ta piimahappeks.

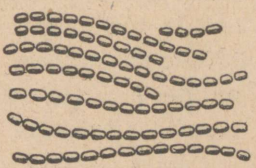


114. joonis. Piimahappebakterid (mikroskoobis vaadatuna).

Piimahappeline käärimine toimub igas piimas, kui see pole keedetud või 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, mille muudavad piima-

happeks. Tuleta meelde, mis põhjustab hapus piimas piima paksuksminemise.

Mitte üksnes piimas, vaid ka teistes suhkrut sisaldavais aineis võivad piimahappe-bakterid tegevusse astuda ja valmistada piimahapet. See on sageli soovitavgi, sest hapus keskkonnas säilivad toidud paremini kui muidu. Sellest seisukohast on piimahappe-bakterid perenaisele suureks abiks. Nad valmistavad meile värskest kapsast hapukapsa, hapendavad kurke, tegutsevad ka leivatainas.



115. joonis. Äädikhappebakterid (mikroskoobis vaadatuna).

2. **Äädikhappeline käärimine.** Seni oleme tundma õppinud mõningate suhkrut ümbertöötavate bakterite tegevust. Kuid pisikuid on väga palju. Mitmekesine on ka ainete hulk, mida nad tarvitavad. Leidub sääraseidki baktereid, kes alkoholi töötavad ümber happeks. Tähtsamad neist on äädikhappe-bakterid (115. joonis). Nad muudavad alkoholi äädikhappeks. Seejuures ei või alkohol kangem olla kui 10% — muidu mõjub ta neisse hävitavalt. Väga soodsaks keskkonnaks nende arenemisel on veinid. Sattunud lahtiselt seisvasse veini, arenevad nad jõudsasti, moodustades selle pinnal naha. Pinnale kogunevad nad seepärast, et nad oma tegevuses tarvitavad õhu hapnikku. Tegutsedes veinis muudavad nad selle varsti veiniäädikaks.

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 äädik- ja piimahappe kõrval kokku ka teiste hapetega. Happeid me võime tunda hapu maitse järgi. Hapult maitsevad paljud meie puuviljad ja marjad. Õunas leiduvaist happeist on tähtsaim õunahape, hapuoblikas — oblikahape, sidrunis — sidrunihape,

viinamarjades — viinahape. Kuid kõigest sellest ei tohi siiski järeldada, et igal puuviljal ja marjal on oma hape. Sidrunihapet leidub peale sidrunite ka vabarnais, karusmarjades, mustikais; õunahapet — kirssides, rabarbris; oblikahapet — jänesekapsas ja viinahapet väga paljudes puuviljades ja marjades.

4. **Hapete omadusi.** Kõik need happed, mis eespool-vaadeldud käärimisnähtuse juures tekivad, on tublisti lahjendatud. Ka marjades ja puuviljades esinevad nad lahustunult. Lahjendamata on paljud neist väga mürgised ja ohtlikud. Siia kuuluvad äädikhape ja piimahape Mõlemad nad on puhtal kujul vedelikud, mis mõjuvad hävitavalt meie kudedesse. Nendega ümberkäimisel peab olema ettevaatlik.

Kõigi hapete kohta on iseloomustav nende suhtumine värvainesse lakmusse. Lakmus on sinine taimevärv. Hapete toimel muutub sinine lakmus punaseks. Katsetamiseks on eriti hõlpus sinise lakmuslahusega värvitud paber. Katsu sellega mitmesuguseid hapult maitsvaid aineid.

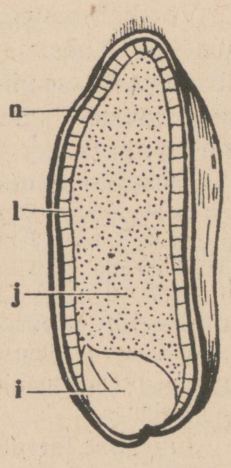
40. Meie igapäevane leib.

1. **Rukki- ja nisutera.** Meie tähtsamaid toite on leib. Rukkileiva tegemiseks tarvitame rukkijahu. Seda saame rukkiteradest. Rukkitera sisemuse moodustab jahumik, mis koosneb tärklisteri sisaldavaist rakkudest. Jahumiku ümber on kest. Kesta moodustavad tselluloosist välisnahk ja selle all olev valkude liiki kuuluv liimjas aine — taimeliim. Taimeliim sisaldab lämmastikku nagu kõik valgudki. Peale nende ainete leidub rukkiteras, eriti kestas, ka rasva. Samasuguse ehitusega kui rukkitera on peajoontes ka nisutera (116. joonis).

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

Tärklise olemasolu võib tõestada joodilahusega. Kuidas? Valkude tõestamiseks leotame täisterajahu ligikaudu tund aega külmas vees. Peale seda filtrime vedeliku ära. Filtrimisel saadud selge vedeliku jagame kaheks osaks. Ühele osale lisandame lahjendatud soolhapet. Teist keedame. Toiteaineid õppides nägime, et valgud sadestuvad lahusest hapete toimel (hapupiim!); soojendamisel kalgastuvad nad. Mida märkad siin?

Rasvade olemasolu tõestamiseks kasutame nende omadust lahustuda eetris. Kuivale rukkijahule valame eetrit peale ja segame segi. Võtame tüki puhast ning valget paberit, valame sellele mõne tilga jahu peal olevast eetrist. Eeter aurab pea ära, jättes paberile rasvapleki.



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

2. **Jahu.** Terade jahvatamisel saadakse jahu. Harilik jäme jahu sisaldab ka kestaosakesi. Tahame aga saada 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 kestaineid nimetatakse kliideks.

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 piimahappe-pisikuid leidub igal pool, siis satuvad nad ka sinna. Jahus on väikesel määral ka suhkrut. Sellest jätkub piimahappe-pisikuile. Nad hakkavad seal kasvama ja arenema, valmistades suhkrust piimahapet. Kuid piimahappe-pisikud pole ainsad tegutsejad juuretises. Sinna satuvad õhust ka pärmseenekesed. Ka need tarvitavad suhkrut, valmistades tast alkoholi. Niisiis toimub juuretises peamiselt kaht liiki käärimine: piimahappeline ja alkoholine käärimine.

Juuretist leivatainale lisandades hakkab selles samasugune käärimine toimuma nagu juuretiseski. Käärimisel tekib süsihappe-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. Süsihappe-gaas paisub kuumuses ja läbi taina tungides 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 pärmi. Seal toimub selle tõttu peamiselt alkoholine käärimine.

Peale juuretise ja pärmi tarvitatakse mõnikord, eriti kookide tegemisel, mitmesuguseid küpsetamispulbreid. Uheks nende koostusaineks on söögisooda, teiseks aga mingi happeline aine, nagu viinahape või viinakivi. Söögisooda sisaldab süsihapet. Taina happeliste ainete mõjul ja samuti ahju kuumuses eraldub soodast süsihappegaas. See teostabki taina tõstmise.

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

41. 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 alal hoida, 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 vastavaisse nõudesse. Nii toimetatakse konservide valmistamisel. Nimeta, milliseid konserve sa tead.

2. **Toiduainete säilitamise viise.** Toiduaineid võib säilitada ehk konservida ka sel teel, et nad asetatakse säärastesse tingimustesse, mis pisikute arenemise võimatuks teevad. Pisikute arenemiseks on kõigepealt vaja, et temperatuuritingimused oleksid seks soodsad. Alla + 5° C on pisikute kasvamine väga takistatud. Seepärast on tähtis hea jääkelder ehk külmutushoone toitude, eriti loomariigi-saaduste säilitamiseks.

Peale temperatuuritingimuste 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 leiduvat, 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 vähesel määral ka suitsus. Suitsutades liha, kalu, satub neisse ka kreosooti. See mõjub konservivalt neisse toiduaineisse.

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

42. 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 süsihappe-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 süsihapu naatrium.

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 omadust — harilikust veest lubjaühendeid 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 korgiga, mis on varustatud klaastoruga, nagu see on kolvil 112. joonisel. Kuumutades söögisoodaga katseklaasi, võime kindlaks teha, et tast eraldub gaas. Ligem uurimine näitab, et see on süsihappe-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 süsihappegaasiks.

Söögisooda erinebki pesusoodast selle poolest, et ta kuumutamisel annab süsihappe-gaasi; pesusooda annab seda vaid hapete (soolhappe) toimel. Ligemad katsed on näidanud, et pesusooda-lahusesse süsihappe-gaasi juhtides muutub pesusooda söögisoodaks. Seejuures ühineb ta süsihappega. Nii on siis söögisooda süsihapperikkam kui pesusooda. Pesusoodat nimetatakse keemias, nagu juba öeldud, süsihapuks 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 süsihappe-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 tuhkaineid lahustub vees. Seda leotist nimetatakse tihti libedaks, 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 toimel süsihappe-gaasi.

Potas on keemiliselt süsihapu kaalium. Kaalium on samasugune pehme metall kui naatrium. Kaaliumiühendeid leidub taimedes. Põlemisel jäävad nad tuhasse süsihappeühenditena. Kaaliumiühendid annavad leegile lillaka värvuse.

43. Seebikivi ja seep.

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

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

Seebikivi mõjub paljudesse ainetesse sööbivalt, 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 cm^3 vett ja lahustame selles 5—6 grammi seebikivi. Kaalume 30 grammi rasva (soolamatult), lisandame sellele 25 cm^3 seebikivilahust ja keedame nõrgal tulel, seejuures hästi segades. Aeg-ajalt lisandame väikeste osade kaupa kõik seebikivilahuse. Ligikaudu poole tunni järel on seebikivi rasvaga ühinenud seepliimiks. Seepi saab seepliimist keedusoola abil eraldada ehk välja soolata. Selleks lisandame

ligikaudu 10 grammi keedusoola seepliimile ehk seebilahusele ja keedame veel mõne aja. Keedusool vähendab seebi lahustuvust vees ja selle tõttu toimubki seebi eraldumine seepliimist.

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 roheline seep. Tema valmistamiseks tarvitatakse taimerasva (kanepi-, lina- või puuvillaseemne-õli) 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 asemel 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 magneesiumiühenditega. Alles siis, kui kõik need on seebiga seotud, pääseb seep mõjul

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?

44. 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 süsihappe-gaas, karm, rauarooste. Nimeta tähtsamaid mineraale, mida tunned. Mis ainete liiki nad kuuluvad?

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

Paljusid aineid valmistavad taimed ja loomad. Suuremale osale neist on iseloomustavaks koostusaineks süsinik. Neid nimetatakse orgaanilisiks aineiks. Kui orgaanilist ainet põletada, siis tekib ikka süsihappe-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 orgaanilisile aineile on anorgaanilised ained. Siia kuuluvad eluta looduse ehk mineraalained. Nimeta mõningaid neist.

45. Millest koosneb inimese keha.

1. **Rakud ja koed.** Vahetpidamata kestab tegevus inimese kehas. Ka siis, kui me puhkame, on keha tegevuses. Palju toimub meie kehas meile endile tähelepanematult. Isegi vastu meie tahtmist. Me ei saa käskida, et südame tuksumine jääks seisma või hingamistegevus pikemaks 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 (luu rakukesed) 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,** millel igaühel on täita eri ülesanded (kreeka *organon* — tööriist).

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

2. **Koostusained.** Lihtainete hulk, mis moodustavad inimese keha, pole eriti suur. Tähtsamad neist on h a p n i k, s ü s i n i k, v e s i n i k, l ä m m a s t i k, k a l t s i u m, f o s f o r, k l o o r, n a a t r i u m, v ä ä v e l ja r a u d. Peale nende leidub õige vähesel määral veel mõningaid muid aineid.

Kõik need ained on inimese kehale 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. A i n e v a h e t u s k e s t a b k o g u e l u a j a. Ta lõpeb alles surmaga.

Inimese keha tegevust saab võrrelda aurumasinaga. Viimasele on tööks vaja vett, kütteaineid 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?

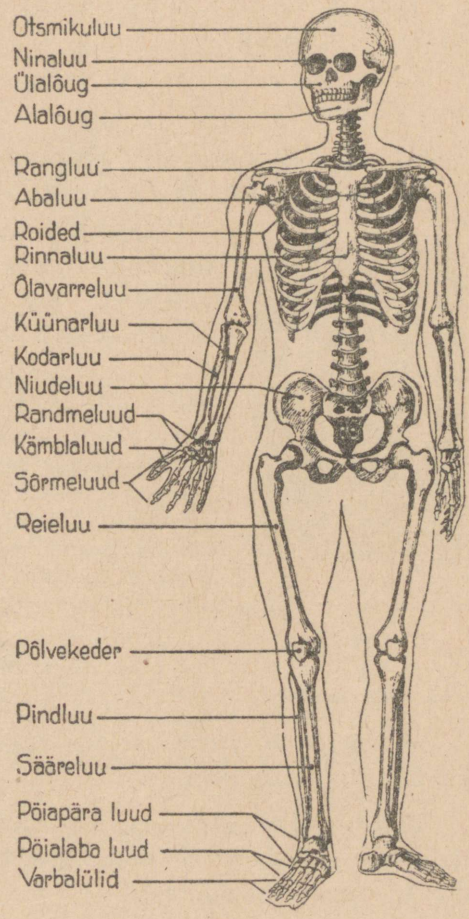
46. Luukond.

1. **Luu koosseis ja ehitus.** Kehale aluseks ja kuju andjaks on üksikuist luudest koosnev **luukere** (117. joonis). Koos lihastega moodustab luukere liikumiselundid. 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.

Teise luu asetame 10%-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?



117. joonis. Luukere.

Neist katseist järeldame, et luu koosneb orgaanilisist ja anorgaanilisist aineist. Orgaanilised ained teevad luu paindu-

vaks 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 22%, vett 23%, lubiaineid 55%.



118. joonis. Õlaluu pikilõik.

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

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 liigesepoolsest otsast kahe millimeetri paksune liist ja keeda seda soodavees. Vaatle ta ehitust nüüd.

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

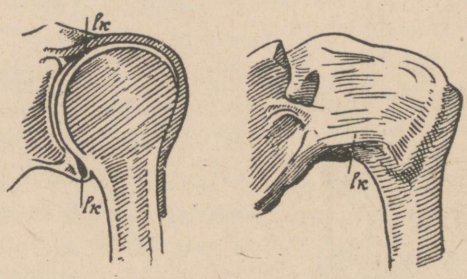
Väljastpoolt katab luud **luu-ümbris,** mis on luu tekitajaks. Pikkades õõnsates luudes on **luu-üdi.** Temas tekivad punased verelibled.

Mitte alati pole luu ehitus ja koostis ühesugune. Lapse luudes on vähe anorgaanilisi aineid. Luud on pehmed. 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 kõveraks jääda.

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

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



119. joonis. Õlaliiges: läbilõik, liiges kapslis.

Nii jala kui ka käe luud on ühendatud **liigeste** abil. Liigeses ühendatud luude otsad on kaetud sileda k õ h r e g a (krõmpsluuga).

Liigest ümbritseb l i i g e s e k i h n (l i i g e s e k a p s e l) Hõõrdumise vähendamiseks tekib liigesekapslis l i i g e s e v õ i e t.

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

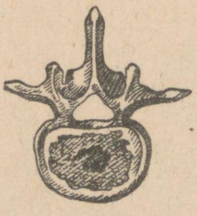
Mitte kõik luud pole ühendatud liigeste abil. Keha püsti hoidev **selgroog** ehk **lülisammas** koosneb üksikuist lülidest. Neid on arvult 33 või 34. Lülisid seovad nende vahel asetsevad elastsed (vetruvad) kõhr-plaadikesed. Seetõttu on selgroog painduv.

Katsu, kui palju ja millises suunas saad teda painutada.

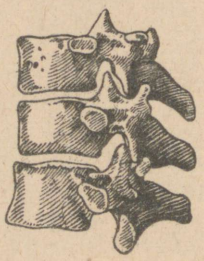
Lülisammas on kere aluseks. Kuni osad pole veel täielikult luustunud, võib ta kergesti kannatada ühekülgse asendi tagajärjel. Kui koolis kirjutades päevast päeva istuda ühteviisi keha kõveras hoides, jääbki selgroog kõveraks. Samuti võib istuda küüru selga.

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 eesmiste otstega **rinnaluuni,** millega nad on ühendatud poolliikuvalt kõhrede abil; alumised liituvad eelmiste kõhrede külge või asetsevad päris vabalt. Selgroog ja roided moodustavad rinnaõõne.



120. joonis. Selgroolülid.

Kui istudes toetume rinnaga vastu lauda, surume rinnaõõne sisse. Pikapeale muutubki ta sisselangenuks. Seepärast tuleb istuda nii, et rinnaõõs oleks vaba. Mispärast on tähtis, et rinnaõõs 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.

1. Mis asetseb rinnaõõnes? 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 kämbaluud ja 14 sõrmeluud.

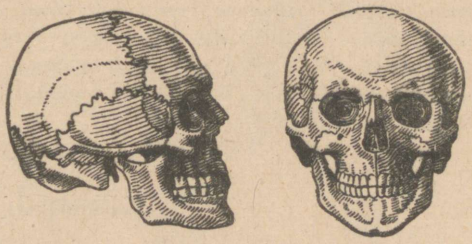
Jalaluud on ühendatud selgrooga **niudeluu** ehk **vaagna** abil, millega selgroog on liikumatult kokku kasvanud.

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

1. Võrdle, kuidas saad liigutada kätt õla-, kuidas küünarliigeses (hoia teise käega kinni õlaluud). 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. Kummas on neid rohkem? 6. Võrdle jala ja käe liigutusi üksikuis liigestes; kumb liiges võimaldab rohkem liigutusi, kas õla või puusa oma? 7. Missugused ülesanded on täita käel? jalal? Kuidas sellele vastavad nende üksikud osad?

4. **Kolju.** Pea luud moodustavad õõne, milles asetseb kõige õrnem osa inimkehast — peaaju. Õmbluste kaudu liikumatult kokkukasvanud luud on peaajule parimaks kaitseks. Üldse on pealuus 29 üksikut luud. Ainult alumine lõualuu on liikuv. Milleks on see tarvilik?

Leia joonisel (121. joonis) silmakoobas, ninaõõs, kuulmeavaused.



121. joonis. Pealuu.

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

5. **Luumurrud.** Kui tugevad luud ka on, ometi võivad nad murduda. Kõige sagedasemad on jäsemete luude murrud. Luumurru korral on vajaline kiire arstiabi. Esialgne side aga tuleb teha koha peal. Enne ei tohi haiget paigalt toimetada. Iga väiksemgi liigutamine võib murtud luude otsad kohalt nihutada, tekitades suuri valusid ja vigastades ümbritsevaid kudesid. Et seda

ei juhtuks, pannakse liige lahasesse. Lahasesse panekul saab tarvitada kitsaid lauakesi, pappi ja hädakorral isegi jalutuskeppi või vihmavarju. Enne mähitakse nad rõivaga ümber, et nad ei tekitaks valu. Käe võib pärast lahasesse panekut 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 teguvõimetu. Lahasesse panekul 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 liigeselohust välja. 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).

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 seina ja liiguta käsi mööda seina alt üles. Missuguse kuju joonestavad käed? Tee sama katset jalaga. Võrdle käe ja jala liikumise ulatust.

47. 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 kaasõpilaste õlavarre ümbermõõt käe väljasirutatud ja painutatud seisangus. Millest tuleb vahe?

Võtame kaks lihasetükikest („liha"). Kaalume nad ära. Ühe neist paneme vähese veega keema. Selle aja sees vaatleme teist.

Pealt on ta kaetud l i h a s e - k e s t a g a. Selle eemaldanud, leiame, et lihas koosneb üksikuist kimbukestest. Iga kimbukest katab õhuke kest, mille kaudu kimbud on omavahel ühendatud. Katsu neid üksteisest lahutada.

Mikroskoobis võimalikult peent lihasekiudu vaadeldes näeme, et ta koosneb üksikuist k i u k e s t e s t, mis paistavad vöödilistena. Seepärast kutsutaksegi väliseid lihaseid **vöötlihasteks.** Vöötlihased on keskelt paksemad, otstelt õhemad.

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. Hoia 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 kõõluste kohtadel on nii kõvasti luu küljes?



122. joonis. Inimese muskulatuur.

Et luid liikuma panna, peavad lihased olema nende külge kinnitatud. Harilikult seovad lihaseid luudega kõõlused. Igal lihasekiukesel on omadus k o k k u t õ m b u d a, kui teda ärritada elektrivooluga või ergu kaudu. Lühenedes muutub ta paksemaks. Lihast moo-

dustavate kiukeste kokkutõmbumine vältab ligikaudu 0,1 sekundit, siis lõtvub lihas. Kui ärritused järgnevad tihedasti üksteisele, ei saagi lihas lõtvuda.

Nii töötavad kõik teisedki vöötlihased. Kujult on nad mitmesugused: piklikud, laiad (neist tunneme vahelihast), rõngaslihased (silma, suu).



123. joonis. Küünarvarre kahepeane lihas.

Me võime kätt, jalga liigutada, kuidas soovime. Välised vöötlihased kuulavad töötades meie käsku. Nad on tahtele alluvad lihased. Siseorganite lihaste kiud on vöötideta. Silelihased töötavad aeglaselt, nad on tahtele allumatud. Magu ja sooled teevad seedimisliigutusi meilt luba küsimata; veresooned laienevad ja tõmbuvad kokku tarbe järgi meie teadmata.

Üks vöötlihas siiski ei allu meie tahtele. See on süda. Aeglaselt töötavad silelihased ei -suudaks teha seda tööd, mis on täita südamel.

1. Aseta parem käsi pahema õlavarre keskkohta ja konksuta ning siruta pahemat küünarvart. Kuidas muutuvad nende liigutuste puhul õlavarrel olevad lihased? 2. Aseta nimetissõrm ja põial konksutatud käe küünarvarre kahepeasele lihasele ja liiguta kätt. Kuidas muutub lihaste 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 jõudsid 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, on ka ainevahetus korralik. 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 organismile. Seepärast ei suuda me kätegagi töötada, kui jalad pika maa käimisest on väsinud.

Mida rohkem lihas töötab, seda enam voolab tasse verd ja ühes sellega toitu.

Jõukohase töö puhul toob veri lihasesse isegi rohkem toiteaineid, kui neid on vaja tööks. Jääk läheb lihase kasvamiseks. Selle tagajärjel muutub lihas tugevamaks. Vähe tegevuses olles saab lihas ka vähe toitu ja võib aja jooksul känguda. Kui inimene vähe töötab ja palju 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 luudele ja muile kehaosadele. Tugevad ning terved lihased on ka terve keha tagatiseks. Seepärast tuleb hinnata jõukohast tööd ja sporti. Spordialadest harrastame neid mis

võimaldavad mitmekesist liikumist, nagu ujumine, suusatamine, uisutamine ja pallimängud.

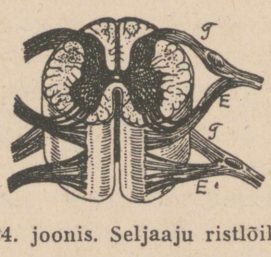
Üksikute lihaste liigne harjutamine võib mõjuda tervisele halvasti. Eriti kardetavad on liigsed pingutused südamele.

Missugused harjutused on sulle jõukohased ja vajalised, seda kuuled kooliarstilt ja võimlemisõpetajalt. Ühte tuleb meeles pidada: vaimutöö-tegijad peavad tegema ka füüsilist tööd. See käib õpilastegi kohta, sest neil tuleb koolis teha rohkesti vaimutööd.

1. Mispärast muutuvad lihased harjutuse tagajärjel tugevamaks? 2. Missugused harjutused arendavad rühti, jala- ja kõhulihaseid? 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?

48. Närvisüsteem.

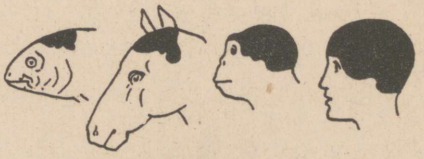
1. **Erkude ülesanne.** Iga lihase juurde tuleb valge niiditaoline erk ehk närv, mis lihases hargneb üksikuiks ergukiududeks. Kui erku ärritada, tõmbub lihas kokku. Erk ise ei ole lihase ärritajaks, vaid ainult ärrituste edasiandjaks, nagu elektrielemendi traadid. Kui jälgida mõnes lihases lõppevat erku, 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 toimub mitte ainult üksikute lihaste käsutamine, vaid kogu meie keha tegevuse juhtimine. Harilikult ei pane me tähelegi, kui keeruline see



124. joonis. Seljaaju ristlõik.

on. Enamasti tuleb töötada mitmel elundil koos. Kui korralikult ja millise täpsusega see toimub!

Pane kord tähele, kui palju üksikuid liigutusi tuleb teha, kui palju panna liikvele lihaseid ja luid riietumise puhul.



125. joonis. Loomade ja inimese peaaju võrdlev suurus.

Kõike seda juhib **närvisüsteem.** Ta ei saa aga käske anda, kui ta ei tea, mis toimub inimese kehas ja väljaspool seda. Nii on närvisüsteemi ülesandeks inimese keha tegevuse juhtimine. Keskerkkonnast väljuvad seks käsud, keskerkkonnas võetakse vastu teateid kehaosadest ja välismaailmast.

2. **Seljaaju** asetseb lülisamba-kanalis. Seega on ta hästi kaitstud välismõjude eest. Seljaaju seesmise osa moodustab h a l l - o l l u s, mida väljastpoolt ümbritseb v a l g e - o l l u s. Kahele poole seljaajust läheb 31 paari erke. Need ergud lähevad kõigisse kehaosadesse, välja arvatud pea.

Iga erk algab seljaajus kahe n ä r v i j u u r e n a, mis väljaspool lülisammast ühinevad. Katsed näitavad, et tagumise (T) närvijuure läbilõikamisel loom kaotab tundlikkuse selles organis, 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.

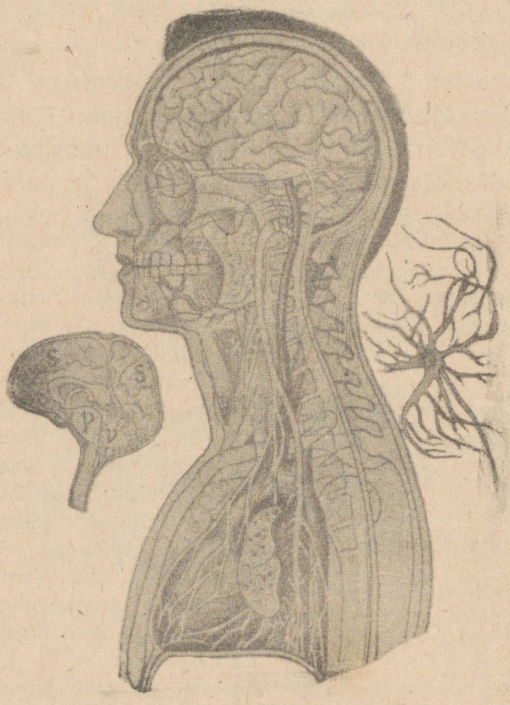


126. joonis. Forelli, tuvi ja oranguutani peaaju.

Läheb erk näiteks 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. Mõlemate 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 ajusse, liigutus-erkude kaudu väljuvad nad ajust. Seljaaju ristlõiku mikroskoobis vaadeldes näeme, et ta hall-ollus koosneb ergurakukestest (127. joonis), valge-ollus aga ergukiukestest. Hall-olluse ergurakukestest algavadki tunde- ja liigutus-ergukiud, mis erkudeks ühinenult lähevad kehasse laiali.



127. joonis. Peaaju. Ergurakuke.

3. **Peaaju** on keskerkkonna tähtsam osa. Ta asetseb pealuuõõnes. Mida rohkem arenenud loom, seda suurem on ta peaaju võrreldes kehaga (125. joonis). Peaaju koosneb **suur-, väike-** ja **piklikust ajust.** Suuremat osa pealuu - õõnest täidab suur-aju (*s*). Tema all asetseb väike-aju (*v*). Suur- ja väike-ajus on hall-ollus väljaspool. Väljastpoolt on peaaju kääruline

Käärud suurendavad aju pindala. Madalamail loomadel puuduvad ajukäärud. Mida rohkem arenenud loom, seda kääruliisem on ta peaaju ja seda enam sisaldab see erg.rakukesi.

Piklik aju (*p*) asetseb suuraju all. Ta on õieti seljaaju laienenud jätk, mis läbi kuklaavause ulatub peaaju-õõnde. Piklikus ajus asetsevad hall- ja valge-ollus nagu seljaajuski.

Suuraju alusest väljub 12 paari erke. Neist on tunde-erke kolm paari: haistmis-, nägemis- ja kuulmis-ergud.

Kus nad lõpevad?

Teised on liikumis- ja segaergud, mis lähevad peasse ja kaela. Kehasse viib peaajust üksainus erk. See algab piklikust ajust ning läheb rinna- ja kõhuõõnde, kus ta lõpeb seedimis-, hingamis- ja vereringe-elundeis, mille tegevust ta reguleerib. Teda kutsutakse **uit-erguks** (*u-e*). Uit-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?

49. Kuidas töötab närvisüsteem.

1. **Tunde- ja liigutus-erkude koostöö.** Meie ees laual on raamat. Kuidas saime seda teada? Me nägime raamatut silmadega. Kui nägemis-ergud läbi lõigata, ei näe me midagi, olgugi et silmad on terved. Samuti me ei näe, kui rikkuda peaaju osa, kus algab nägemis-erk. Järelikult oleneb nägemine ajust. Silma võrk-

kestale langev raamatu kujutis tekitas ärrituse. See ärritus anti nägemis-ergu kaudu peaajusse. 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 käelihasele vastavate liigutuste tegemiseks. Kuid peaajust ei lähe kätesse erke. See-eest on peaaju koor ergukiudude kaudu ühendatud seljaajuga. Vastav ärritus läks seljaaju kaudu.

Nii juhitakse peaajust kogu keha tegevust. Nagu telefoni-keskjaama, tulevad peaajusse tunde-erkude kaudu teated sellest, mis toimub meie kehas ja ümbritsevas maailmas. Peaajus otsustatakse, mis vaja ühel või teisel juhul teha, 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 on rikutud, näitavad, et tähtsamaks osaks keskerkkonnas 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 toimub 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.

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 tahtma-

tuid liigutusi nimetatakse refleksideks, s. o. peegeldunud liigutusteks.

Kuidas nad toimuvad, aitab osaliselt selgitada kõrvalolev skeem (128. 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.



128. joonis. Refleks.

Sel teel toimub väga palju harilikus elus korduvaid liigutusi, mis tunduvalt lihtsustab ja kergendab elutegevust. Too näiteid.

Aga ka peaaju kaudu juhitavad 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?

50. 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 silmas pidada, et väsimus ei muutuks ületöötamise puhul liigväsimuseks. See on väga kardetav. Kui töötajal ei ole aega korralikuks puhkuseks või tal tuleb töötada ka öösi, ei suuda aju ja ergud väsimusest välja puhata. Selle tagajärjel jääb inimene nõrgaks, pea hakkab valutama, kaob söögiisu, kaob ka uni. Ainult pikemaajaline puhkus toob abi. Muidu võib järgneda tõsine närvisüsteemi haigestumine, mis avaldab mõju kogu keha elutegevusele. 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 erkudele nagu piits väsinud hobusele. Lühikese aja pärast järgneb kokkuvarisemine. Seega pole nad kehale, eriti erkudele, kasulikud, vaid mõjuvad kahjutoovalt. 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, mille 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 vereringe-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 väljenduda, ärritub kergesti, teeb selle tagajärjel tegusid, mille eest pärast ei suuda vastutada. Enamik sõimamisi, haavamisi, tapmisi toimub alkoholi mõjul. Alalise alkoholitarvitamise tagajärjeks on kestvad närvisüsteemi rikked.

Seepärast on terve närvisüsteemi tähtsamaks eeltingimuseks karske elu.

51. Meeleorganid.

1. **Meeleorganite ülesanne.** Tunde-ergud juhivad ajusse väljastpoolt ärritusi. Ise ei saa nad aga ärritusi vastu võtta. Valgus ei mõju ergusse ärritavalt, samuti ei tee seda häälelained. Alles meele-elundeis

vastuvõetud 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 ümbrus, kui me ka häält ei kuuleks. Seepärast loetakse silma ja kõrva õigusega tähtsamaiks meeleorganeiks.

Valgus-ergu ärritamine mehhaanilisel 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. Mispärast tugevate häälte puhul tuleb suu avada? 5. Võta kokku nägemise, kuulmise tervishoid.

3. **Nahk meeleorganina.** Täieliselt me ei kaota ühendust välismaailmaga ka siis mitte, kui me teda ei näe ega kuule. Naha kaudu saame ühendust pidada ligema ümbrusega. Kompides sõrmedega 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



129. joonis. Naha ristlõik.

erilistes t a j u m i s k e h a k e s t e s *(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 40° soojendatud vardakesega, nõelaotsaga, sulekesega. Esimesel tuleb iga kord ütelda, millega teda puudutati.

Naha kaudu tunneme puudutamist, temperatuuri ja valu. Kompimismeel on mõnedes kohtades palju teravam kui teistes.

Puuduta sirkliotsaga kaasõpilase nahka sõrmeotstel, huultel, otsmikul, käeseljal, käerandmel, sealjuures sirkli otsi pikkamööda laiemale lükates, alates ühest millimeetrist. Leia ja märgi üles iga eespool-nimetatud 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 puudutava asja temperatuur on madalam või kõrgem meie naha temperatuurist.

Pane natukeseks ajaks üks käsi külma, teine kuuma vette. Mida tunned? Seejärel pane mõlemad käed leigesse vette. Mida tunned nüüd? Mitte kõigil kohtadel pole temperatuuri aistimine ühtlane. Kus on nahk külma vastu tundlikum, käeseljal või käsivarrel?

4. **Haistmis- ja maitsmis-elundid.** Haistmis-organiks on n i n a. 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 vastuvõtmise teedel. Nad hoiatavad meid ainete eest, mis lõhnavad või maitsevad halvasti ja on enamasti organismile kahjulikud. 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 kokkuvõte 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 peaajuga ja meeleorganitega loomadel on suuremad võimalused toitu leida ja vaenlasi märgata.

52. Kuidas meie keha püsib tervena.

1. **Toitumine, riided, elamu.** Elu on igale inimesele kallis. Samuti tervis. Tervise eest hoolt kanda on meie kohus endi, aga ka oma rahva 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 tervishoiunõuete 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 töö-jõu saamiseks.

Seedimise hõlbustamiseks valmistatakse toitu mitmel viisil. Keetmine ja küpsetamine muudab kõvad toidud pehmemaks, kergemini peenestatavaks. Samuti on tähtis, et toit oleks maitsev, äratab isu. Siis seedib ta täielikumalt.

Vajadusest vähem süües jääb inimene kõhnemaks. Elutegevus toimub algul tagavarade, siis organite arvel. Seejuures ei kulu 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 taga-järjel 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 aastaaegade järgi. Kuidas? Ometi tuleb hoiduda üleliigsest riietesse mähkimisest: see teeb keha õrnaks.

Kandmisel muutub riie mustaks, imbub 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.

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, jalanõude 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 esile kutsuda bakterid, ta võib aga tekkida ka õnnetusjuhtumi 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 selle teha vastuvõtlikumaks haiguste suhtes.

Ühte tuleb kindlasti meeles pidada: jõukohane füüsiline töö arendab mitte ainult liikumis-elundeid, vaid kogu organismi. Tööta-olek seevastu on suuremaks keha nõrgestajaks. Meelega tervise rikkumiseks tuleb aga lugeda alkoholi tarvitamist ja korratuid eluviise.

Samuti pole raske mõista, missugune tähtsus on puhtusel. Eriti nakkushaigustest hoidumiseks. Muidugi on parim tee nakkushaiguste vältimiseks hoidumine nendega kokku puutumast. Alati aga pole see võimalik. Siis võetakse tarvitusele ettevaatusabinõud. 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 edasikandjaiks võivad olla ka need, kes haigega on kokku puutunud. Seepärast eraldatakse, isoleeritakse need, 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 on viibinud, ja asju, mida ta on tarvitanud, desinfitseeritakse pisikuid surmavate vedelikkude või gaasidega. Esimestest tarvitatakse harilikult 5% karboolhappe- või 2% sublimaadilahust, 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 väljaheite-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 tulel 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 eritatav rasv hoiab pehmena pealisnaha ja teda katvad karvakesed. Alusnaha rasvakiht on heaks keha kaitsjaks külma eest.

Soojuse reguleerijana 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 reflektoorselt, naha alla voolas rohkem verd, ja

külmatunne kadus. Kui aga vees edasi olla, 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. Auratest jahutab higi keha.

Niiviisi reageerivad veresooned reflektoorselt temperatuuri muutustele, kaitstes keha külmetumise eest. Inimestel, kellel on kalduvus kergesti külmetuda ja nohusse jääda, toimuvad need refleksid nõrgalt ning aeglaselt. Et nahas olevad veresooned korralikult töötaksid, tuleb keha k a r a s t a d a. 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 piiri pidada, sest nahk on elava organismi osa, millele ei tohi liiga teha. 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 ujuda oskama. 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. V ä s i n u l t, t ä i e k õ h u g a v õ i l i i g a s o o j a i h u g a e i t o h i s u p l e m a m i n n a. Vette ei tohi jääda kauaks, vaid e n n e l a h k u d a, k u i j a h e h a k k a b.

Teine keha karastamise vahend on õ h u - j a p ä i k e s e v a n n i d. Nendegagi tuleb alata pikkamööda. Kõige parem on esmalt võtta t o 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 soojuse reguleerijana on suurem, kui harilikult arvatakse. Kui üks kolmandik nahast on põletushaavadega või muul teel rikutud, muutub inimese elu küsitavaks.

Seepärast on keha tervishoius väga tähtis, et nahk oleks puhas Läbi musta naha on takistatud gaasidevahetus ja higistamine. Nahale koguneb järjest mustust. Rasvanäärmete eritatav rasv kleepub koos tolmukübemetega nahale. Sinnasamasse 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 uhetakse higi otsekohe maha.

Keha karastamine mõjub hästi ka ainevahetusele ja närvisüsteemile. Lõpeb ju nahas palju erke, mis otseselt või kaudselt on seotud peaajuga. Nende intensiivne tegevus ei jäta mõju avaldamata ka keskerkkonnale.

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?

53. 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 p ö ö r d u d a a r s t i p o o l e. Juba haiguse kindlaksmääramiseks on see vajaline, et arstimine toimuks haiguse kohaselt ja et saaks tarvitusele võtta ettevaatusabinõusid, kui on tegemist nakkushaigusega. Arst määrab ligemalt, kuidas haiget põetada ja missuguseid arstimeid ning kuidas tarvitada.

Haige organism koondab kõik oma jõud võitluseks kehasse 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 võimaldamiseks tõmmatagu voodi seinast eemale. Paras temperatuur haigetoas on 18 kuni 20° C. Haige vajab värsket õhku. Selle eest tuleb hoolitseda. Tarbe korral 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 on harilikuks nähtuseks, antagu haigele keedetud õunu ja ploome. Söögiaegadest tuleb kinni pidada: õhtusöök anda vähemalt 2 tundi enne arvatavat magamajäämist.

Juua tahab haige palaviku korral rohkesti. Paremaks joogiks on puhas vesi, millele maitseks võib lisada marjakeedist või sidrunimahla vähese suhkruga.

4. **Palavik.** Tõsisema haigusega käib kaasas 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 kohe üles. Veel parem on palaviku kõikumiste märkimine kõverjoonega.

Kauakestev palavik kurnab keha. Siis tarvitatakse palavikku vähendavaid vahendeid: haigel lastakse higistada või antakse talle aspiriini, kiniini. Nende tarvitamisega tuleb aga ettevaatlik olla, sest nad on südamele kahjulikud.

Üldse võib arstimeid tarvitada üksnes arsti määramisel. Samuti ainult arsti korraldusel tohib palaviku vähendamiseks mähiseid teha ja haiget vannitada.

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 rahulikuks ja mõjustagu kogu olemisega haiget julgustavalt. Tervenemiseks on vaja, et haige ise seda kindlasti loodaks ja et tal oleks usaldust tarvitatavate vahendite vastu. Selles peab haiget ergutatama.

Temperatuuri normaalseks muutumine ei näita veel, et haigus on täiesti möödunud. P a r a n e v h a i g e o n n õ r k. Ta peab veel mõneks ajaks voodisse jääma. Ainult lühemaks ajaks tohib ta algul tõusta. Muidu võib haiguse kaudu nõrgestatud organismi haarata mõni uus häda. Tubli toitmine ja järk-järguline üleminek harilikule eluviisile hoiavad kõige kindlamini halbade tagajärgede eest.

54. Kuidas organism võitleb nakkushaigustega.

Nakkushaigusi tekitavaid pisikuid teevad kahjutuks valged verelibled. Peale selle on organismil veel teisi kaitsevahendeid.

Juba ammu pandi tähele, et inimene, k e s m i n g i n a k k u s h a i g u s e k o r d l ä b i o n p õ d e n u d, s e l l e s s e e n a m e i h a i g e s t u.

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 toitevedelikes difteeriabaktereid. Filtrimise teel eraldati nad vedelikust. Kui seda vedelikku, milles bakterid olid elanud ja mis sisaldas nende eritisi, süstiti hobusele, lõppes see. Tema surmasid difteeriabakterite tekitatud mürkained.

Vähesel määral difteeriatoksiini korduvalt hobuse kehha süstides leiti, et hobune iga kord küll haigestus, aga uuesti paranes. Mõne aja parast ei jäänud hobune ka siis enam haigeks, kui talle süstiti difteeriabakterite toksiini suuremal hulgal. Siit järeldati, et hobuse veres tekkis vastumürk, a n t i t o k s i i n. mis ei lase toksiinil mõjule pääseda.

Selle oletuse tõestuseks süstiti hobusevere-vedelikku difteeriahaigele lapsele. Laps paranes.

Kokku võttes selgus neist katseist: Nakkushaiguste bakterid eritavad toksiine, mis mürgistavad organismi. Haige kehas tekivad nende hävitamiseks antitoksiinid. Nõrk organism ei suuda vajalisel määral antitoksiine toota 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.

Difteeria 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 rõugehaigust rõugepanemise teel.

Rõuged ei ole veisele nii kardetavad kui inimesele. Veise kehas nõrgenevad rõugehaiguse bakterid. Neid nõrgestatud baktereid juhitakse rõugeid pannes inimese kehha. Kuidas seda tehakse? Haigus tekib ainult sel kohal, kuhu rõugeid pandi. Keha saab tast kergesti võitu. Tekkinud antitoksiinid muudavad organismi immuunseks. Niiviisi saadud immuniteet võib aga mõne aja pärast kaduda. Seepärast pannakse rõugeid kaks korda. Millal esimest korda? teist korda?

Rõugehaiguse lima kasvatatakse meil Tartu Ülikooli Seerumilaboratooriumis.

Rõugepanek kaitseb haiguse eest. Seerumi süstimine kiirendab paranemist.

Suu kaudu kehha sattuvaid baktereid hävitab maomahla soolhape.

Hoolimata neist organismi kaitsevahendeist peame ise alati valvel olema, et hoiduda nakkushaigustest. Kuidas seda teha, kuulsime eespool.

55. 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 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 valu kannatada. 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 lohutada õnnetut arsti peatse kohalejõudmisega.

Kui õnnetu tuleb arsti juurde viia või ta õnnetuskohalt ära kanda, on vaja haavade puhul enne tõkestada verejooks. Samuti selgusele jõuda, kas pole tegemist luumurruga. Jaataval korral murtud liige enne haige tõstmist või kandmist lahasesse panna. 130 joonisel on näidatud lahasesse panekut 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 kanderaami. Kanda tuleb ettevaatlikult: raputamine võib valu teha.

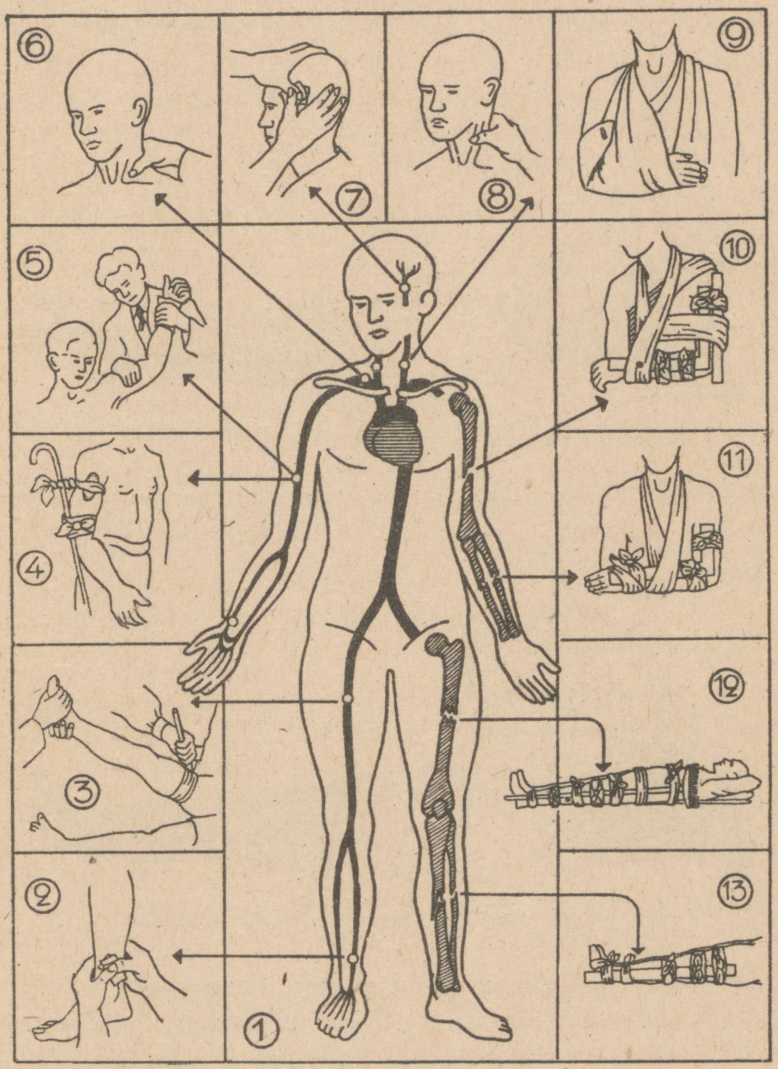
Saab õnnetu istuda, võib teda lühemat maad süles viia. Pikema maa puhul moodustavad kaks kandjat vastastikku kätest kinni võttes istme, millele õnnetu istub, käsi kandjate kaela ümber pannes.

2. **Minestus.** Kui õnnetu on kukkumise või löögi tagajärjel meelemärkuse kaotanud, tuleb ta kohe arsti juurde viia, kui arst lähedal, või keegi 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.



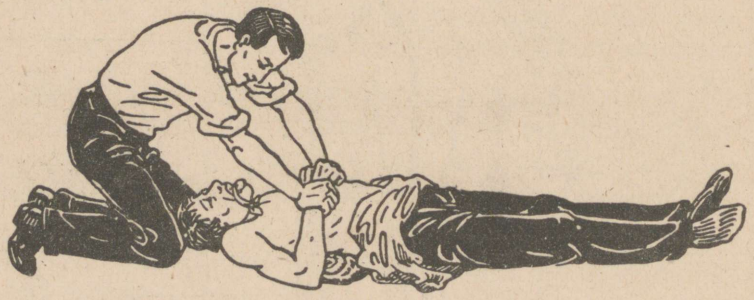
130. joonis. Esimene abi.

Pärast uppunu maaletoomist olgu esimene asi ta suu ja nina mudast puhastada ja siis vesi kopsust kõrvaldada Selleks asetatakse ta kummuli ja tõstetakse keskkeha



131. joonis. Kunstlik hingamine. Sissehingamine.

ülespoole. Samuti mõjub uppunu asetamine päästja põlvedele kummuli. Selle järel tehakse kunstlikku hingamist.



132. joonis. Kunstlik hingamine. Väljahingamine.

Päästetav pannakse allalaotud riideile selili. Selja alla seatakse kokkurullitud riideid või midagi muud. Abiandja asub peaotsa, haarab uppunu käed käerandmeist ja viib nad pikkamööda kaares üle pea (131. joonis).

Selle tagajärjel laieneb rinnakorv ja värske õhk tungib kopsu. Siis viib päästja käed tagasi ja surub nad umbes rinna keskkohal tugevasti vastu rinnakorvi, et tarvitatud õhku kopsust välja pressida (132. joonis). Selliseid liigutusi tehakse 15 kuni 18 korda minutis. Et seejuures keel kurku ei langeks, on kõige parem midagi keele ümber köita ja keel väljatõmmatult kinni hoida või siduda. Umbes iga 10 minuti järel võib vahet pidada kuni ½ 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 p e - g a a s i sissehingamise tagajärjel minestanule tuleb teha kunstlikku hingamist, viies kannatanu kõigepealt muidugi värskesse õhku.

Samuti saab p i k s e l ö ö g i s t tabatut aidata kunstliku hingamisega. Viimast tuleb teha vahel 4—5 tundi, enne kui haige meelemärkusele ärkab.

4. **Külmumine.** Suure soojakaotuse tagajärjel võib inimene k ü l m u d a. Sel juhul tuleb teda hõõruda jahedas ruumis lumega või külma vette kastetud kareda rätiga. Hõõrumine nõuab ettevaatust, et külmunud liikmed ei murduks. Kui õnnetu tuleb meelemärkusele, antakse talle leiget teed, piima või musta kohvi ja pannakse jahedas toas voodisse. Ka külmunud liiget tuleb esmalt hõõruda lumega, alles siis rätiga või kätega, pärast võida boorvaseliiniga või lubjavee ja linaõli seguga.

5. **Põletushaavad.** Tuld ettevaatamatult käsitsedes või õnnetuse puhul võib saada p õ l e t u s h a a v u. Põletushaavale on kõige parem panna linaõli ja lubjavee segusse (apteegis valmilt saadaval) kastetud lapp. Pole

segu käepärast, võida põletatud kohta boorvaseliiniga, provanksõliga, 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 silma otsekohe uhta 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 jooditinktuuriga.

130. joonise järgi tuletame meelde, kuidas talitada suuremate arteeride 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 ega aita iga kord. 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 juhendid on ainult esimeseks abiks. Igal vähegi tõsisemal juhul tuleb pärast esimese abi andmist pöörduda arsti poole.

56. 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 tiisikushaigegi, ja selle eest peavad hoolitsema teised.

Seepärast on üksiku inimese 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 hoolt pidada 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 organeisse. 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 ühiskonnale kasulikumalt tarvitada.

Kokku võttes võib ütelda: üksiku isiku tervisest oleneb suurel määral ka ühiskonna heaolu. Seepärast ei jätku, kui ainult iga üksik isik hoolitseb oma tervise eest, vaid kogu ühiskond peab olema valvel omaenda ja oma liikmete tervise eest. Kuidas?

Söödikuid ja haigusi taimedel.

57. Söödikuid taimedel.

1. **Kahjuritõrjest.** Tuleta meelde, milliste taimekahjuritega tutvusid eelmisil 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 tarvitusele võtma tõrjevahendeid. Tõrjevahendite valikul ja tarvitamisel peab oldama teadlik, kas nad vastavad oma ülesandele 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.

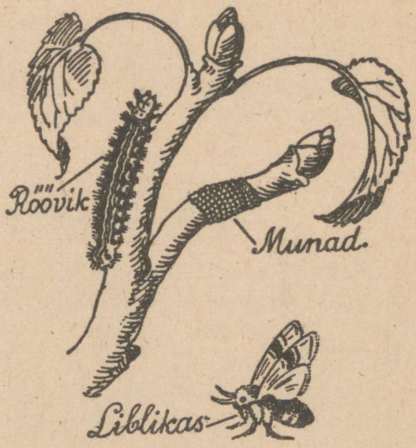
2. **Lehetäi.** See on õige väike putukas rohelist, pruuni või musta värvi; mõned neist on tiibadega, teised tiibadeta. Ta suuosad on arenenud nokaks, millega ta puurib läbi taime lehtede ja noorte võrsete marrasknaha ning imeb siis taime mahla. Imemise tagajärjel tõmbuvad lehed kortsu ja noored oksad 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 kvassiä ima pritsimistega või püreetritolmuga. Loomadest on nende vaenlaseks lepatriinu ja kiilassilma vastsed.

K i l p t ä i s i d, kes kahjustavad ka viljapuid ja toalilli, hävitavad nikotiinsulfaat ja püreetritolm.

3. **Rõngaliblikas.** Rõnga liblikas 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.



133. joonis. Rõngaliblikas.

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)
134. joonis. Kapsakärbes ja tema vagel (suurendatult).

4. **Kapsakärbes** muneb noortele kapsa-, kaali-, naeri-, redise- jt. taimede vartele õige maapinna lähedale. Umbes nädala pärast kooruvad munadest vaglad, kes ronivad mullas peituvaile 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.

58. Taimehaigusi.

1. Taime haigused avalduvad kiduras kasvus ja väheses viljakandvuses, haavades, muhkudes jne. Haigused võivad olla tingitud halbadest kasvuoludest, mehhaanilisist 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.

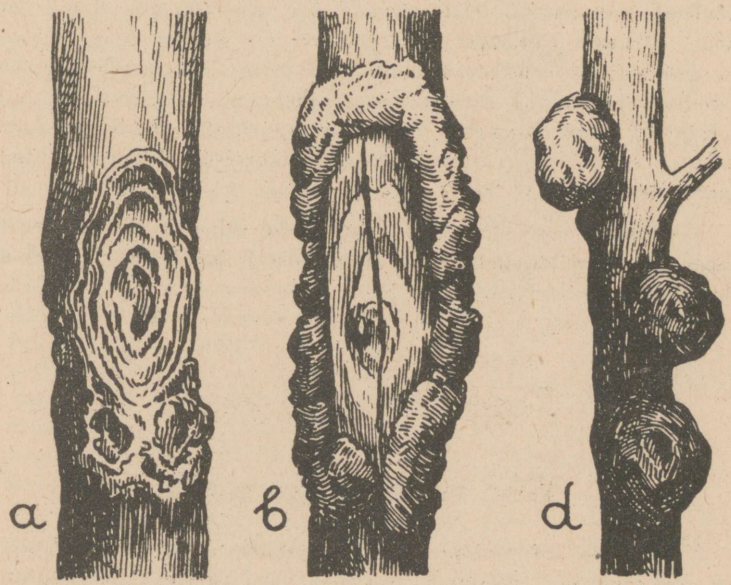
2. **Käsnad ehk taelad puudel.** Tihti võib leida puude küljes suuremaid või väiksemaid käsni. Käsn koosneb tihedast koest, mille moodustavad seeneniidid; ta alumisel pinnal on palju peenikesi torukesi, milles kasvavad eosed. Ehituselt võime taela võrrelda puraviku kübaraga. Kui on võimalus vaadelda 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 nugilised. 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 puiduosad välja lõigata. Haavad tuleb üle määrida viljapuu-karboliineumiga.

3. **Puu tüvevähk** avaldub selles, et puu tüvele tekivad lohud, millede ääred on krobelised. Haavad ei parane, vaid lähevad aegamööda laiemaks. Ka see haigus on 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.

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.



135. joonis. Puu tüvevähk: a, b — noor ja vana avavähk; d — kinnine vähk.

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 mahlavoolu 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 roosiõun 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 sammaljate 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 puid pritsima bordoo vedelikuga või väävellubja-lahusega. Haiged lehed tuleb sügisel puude alt ära riibuda ja hävitada.

Tegelikke töid aias[1].

59. Töid viljapuu- ja marja-aias.

1. **Võra kasvatamine.** On vääristatud puud juba nii pikad, et nad annavad soovitava tüvekõrguse (80—100 cm), tuleb alustada nende võra kasvatamist. Kevadel, varakult enne pungade puhkemist, mõõdame 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 t ü v e p i k e n d, mille seome hiljem lõigatud tüüka külge, ülejäänud 5 pungast saame v õ r a h a r u d.

Peale võraks valitud pungade jäetakse alles ka pungad, mis asetsevad neist madalamal ning milledest kasvavad tüve j ä m e n d u s o k s a d.

---

[1] 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 jämendusoksad ja ka tüügas ladva juures. Välja tuleb lõigata võrast samuti kõik kõrvalharud. Juhul, kui vääristus-oks teisel aastal pärast vääristamist ei lase võra arendada, teeme seda kolmandal aastal.



136. joonis. Kärbitud jämendusoksad.

2. **Marjapõõsaste harvendamine.** Karusmarja- ja sõstrapõõsail parimat saaki annavad 2—4-a. oksad. Kõik oksad, mis on vanemad kui 4. a., tuleb põõsaist välja lõigata ning nende asemele sinna kasvama jätta tugevamad noored võrsed. Lõikamisel kasutatakse kas aianuga või -kääre, jämedamaid oksi sealjuures pisut painutades.

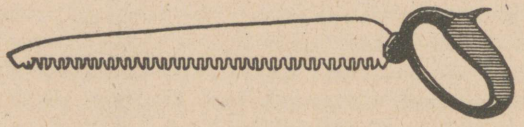
Mustal sõstral peab okste lõikamisel jätma 15—20 cm pikkused tüükad võrsumiseks. Karusmarjal ning punasel ja valgel sõstral lõigatakse vanad oksad maapinna lähedalt. Harvendamist võib teha kas sügisel või varakevadel.

Vabarnail lõigatakse pärast viljakandmist kõik eelmisel aastal kasvanud võrsed maani maha. Noortest võrseist jäetakse kasvama iga põõsa kohta 4—6 tugevamat.

3. **Viljapuude võrade harvendamine.** Võra harvendamiseks on õige aeg varakevadel enne mahlade liikumist. Külmade ilmadega pole see soovitav, sest külmunud oksad murduvad kergesti, tekitades suuri haavu. Harvendustööd tuleb teha kahekesi, kusjuures teine juhib alt, milliseid oksi lõigata. Puu otsas olijal olgu pehmed jalatsid, et puukoort mitte vigastada. Harvendamisel kõrvaldatakse: 1) kõik kuivad või poolkuivad ja vigased oksad, 2) oksad, mis üksteist hõõruvad, 3) liiga tihedalt kasvavad oksad, 4) vesivõsud (püstsihilised, lopsakad kas-



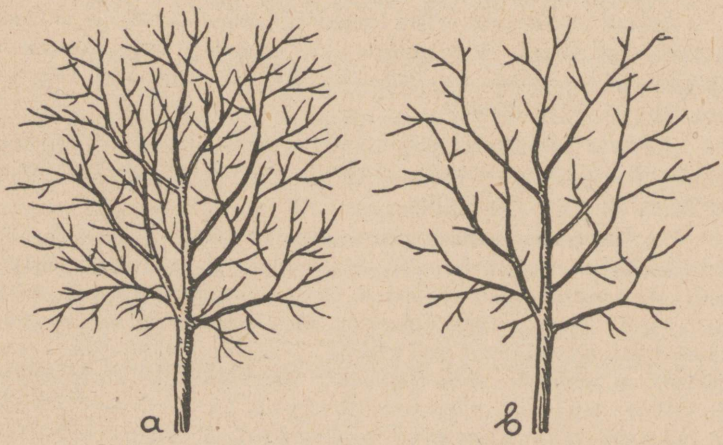
137. joonis. Aiakäärid.



138. joonis. Oksasaag.

vud okstel). 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. joonist 140).



139. joonis. Harvendamata ja harvendatud võra.

Saetud haava servad on soovitav 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 närivad 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 vihmasadudega põhjustavad viljapuudel k ü l m a l a i k u d e ja -l õ h e d e tekkimist. Külmalaikude korral muutub suvel puukoor kohati mustaks ja kuivab kokku. Ravimiseks tuleb 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.

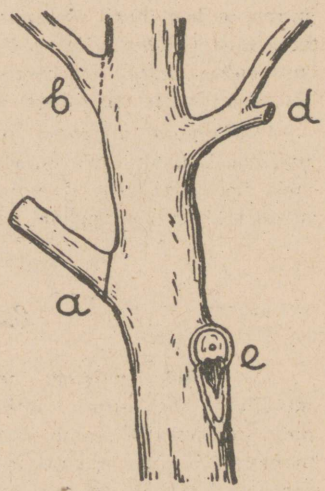
Puude kaitseks temperatuuri suurte kõikumiste vastu veebruaris, märtsis ja aprillis lubjatakse nende tüved ja oksad veebruari algul mõnel soojemal päeval.

5. **Puuvaha valmistamine.** 800 g kampolit 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. **Viljapuuokste toed.** Saagirikkal aastal tuleb viljapuuokstele toed alla panna, et oksad ei murduks ega tuul neid liiga ei raputaks.

Selleks kasutame mitmesuguse pikkusega haralise otsaga tei-



140. joonis. Okste lõikamine: a — õieti, b — sügavalt, d — tüükaga, e — tüve ja koore vigastusega.

baid või latte, milledele 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 köveruse 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 istutamis-augu piirideni, tuleb maa õunapuu ümber umbes 2 labidalehe sügavuselt (40—50 cm) läbi kaevata. Kaevamist tuleb alustada istutamis-augu äärest väljapoole 0,50 m laiuselt. Kaevates hoitakse labidalehte rööbiti juurte hargnemise suunaga. 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. juulikuu keskelt kuni lehtede langemiseni, võib mulda aias kohendada õige õhukeselt, et puude juured ei saaks vigastada, mis takistavalt mõjuks õiepungade arenemisele.

60. 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 kasvuaeg on pikem kui meie suvi, mispärast neid tuleb lavas ajatada. Nii ajatatakse soelavas tomat, kõrvits,

suur sibul (Madeira, Zittau), seller, porru. Poolsoelavasse külvatakse märtsi lõpus varajasi ja hiliseid kapsasorte, mis hiljem veel pikitakse külmlavasse või istutatakse kohe alalisele kohale.

Ka paljud suvililled ei kannaks suvel õisi, kui nende istikuid lavas ette ei valmistataks.



141. joonis. Lava profiil.

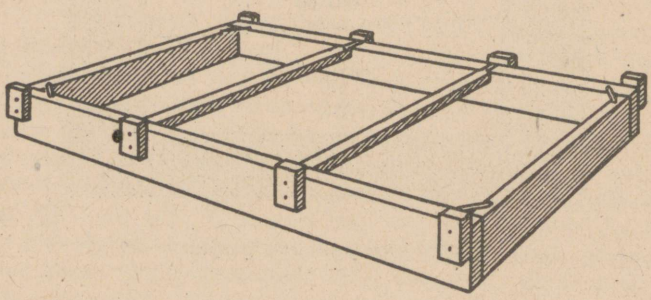
Nii külvatakse aprillis poolsoelavasse: levkoisid, lõvilõugu, suvinelke, tsinniaid, õlglilli, peiulilli, koreopsiseid, astreid jt.

2. **Lava asukoht** olgu päikesepaisteline, põhja- ja idatuulte eest kaitstud. Selleks sobib elumaja läheduses kõrgem koht kallakuga lõunasse. Tuulte eest kaitseks tuleb ta kolmest küljest piirata hekiga, kui seal muud kaitset ei peaks olema. Vabaks jääb laval ainult lõunapoolne külg. 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 suurusest. 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 maapinnale laotud sõnnikule (liikuv lava).

3. **Lavaraam.** Selle valmistamiseks kasutame 4—6 cm paksusi ja 20 cm laiusi laudu. Raami laiuseks võetakse tavaliselt 1,50 m, pikkus aga oleneb lavaakende arvust. Oma tarvituseks piisab raamist, millele mahub 3 lavaakent. Iga kahe akna vahekohale tapitakse lavaraamile p õ i k p u u d, 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 vihmal akende vahelt lavasse tungida. Lavaraami külge aknanurkade kohta lüüakse 6 cm laiused ja 3 cm pak-



142. joonis. Lavaraam.

sused puuklotsid, mille otsad aknaraami paksuselt (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.

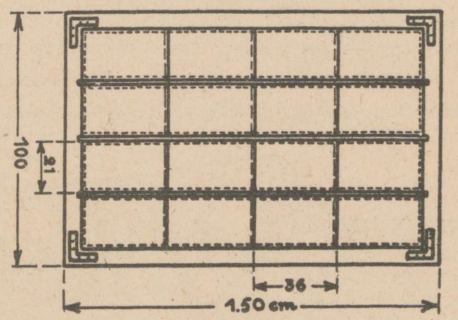
Lavaraami nurgad on kasulik ühendada nurkraudadega. See võimaldab sügisel lavaraami lahti võtta ja kuivas kohas alal hoida, et ta asjata maas ei mädaneks.

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 p r o s s i g a. Prossidesse ja raamidesse tehakse klaaside asetamiseks sisselõiked — valtsid — 1×1 cm. Ainult raami alumine osa jääb valtsita.

Et kaitsta aknaid mädanemise eest, tuleb puuosad immutada 3—5% vasevitrioli-lahuses ja siis pärast kuivamist kokku panna.

Nurgatappe on kasulik enne kokkupanekut immutada kuuma värnitsaga. Ka muud raamiosad vajavad värnitsaga katmist. Enne kui prossiotsad raami lüüakse, 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 õlivärvikorraga. Raami nurgad varustatakse nurkraudadega ja otsad — käepidemetega. Et raami vastupidavust veelgi tõsta, värvitakse see tinavalgega üle. Raamide värvimist tuleb korrata iga 3 aasta tagant.



143. joonis. Lavaaken.

5. **Lava täitmine.** Juba sügisel paneme lava põhja puulehti või põhku, et muld seal ära ei külmuks. Sellega hoiame hiljem lavas palju soojust kokku. 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 lavasse panna, laotades 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 varem kogutud külm sõnnik. See veetakse vajalikul 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 lavasse panna.

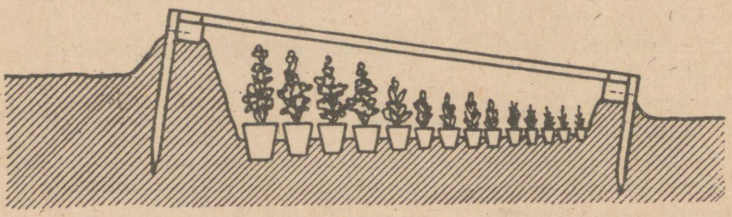
Kui täidame lava veebruaris-märtsis, siis tuleb sõnnikukiht teha paksem, kuni 50 cm (s o e l a v a). Täites lava aprilli algul piisab 20—30 cm paksusest sõnnikukihist (p o o l s o e l a v a). Varajastel

lavadel tuleb sõnnikuga katta ka lavaraami välisküljed, hilisemail 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 valmispandud sõelumata huumusrikka, savika mullaga 12—25 cm paksuselt ja katame ta akende



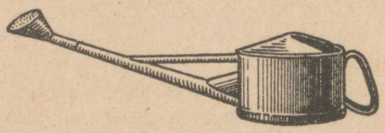
144. joonis. Ilma raamita külmlava profiil.

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 on kaevatud vastav lavamullaga täidetud auk. 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 suvililled istikud jm.

7. **Külv lavasse 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 tasaseks lõigatud 3—4 cm laiused ning 10—15 cm pikkused kuuse- või männipuust liistud, mis kataме õhukeselt värnitsa ja kroomkollase seguga. Nimelauale kirjutame hariliku pliiatsiga külviaja ja taime nime.



145. joonis. Lavavalamik.

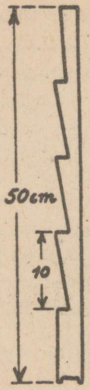
Lavas on soovitav reaskülv. Read tehakse põhja—lõuna sihis. Külvatud seeme kaetakse mullaga läbi peene mullasõela. Muld vajutatakse kinni vajutuslauaga. Kui muld on liiga kuiv, siis kastetakse külve peenesõelalise valamikuga.

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 alttuule 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 aknad sulgeda ning hiljem katta mattidega. Hommikul aga tuleb matid kõrvaldada, niipea kui päikesekiired hakkavad lavale paistma.

Väga ettevaatlik tuleb olla ka lava k a s t m i s e g a. 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 pärastlõunal. 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 päkesekiirte eest v a r j u t a d a, kattes neid rohuga, okstega. Kuid kõige parem on valmistada selleks pilliroost, peenikestest keppidest või puuliistudest v a r j u t u s m a t i d.



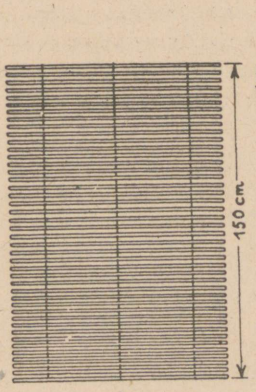
146. joonis. Õhustamispulk.

Hoolitsedes lavade eest ei pääse mööda ka taimede harvendamisest ja umbrohu kitkumisest.

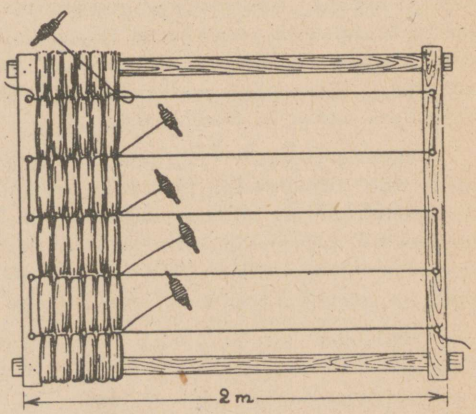
Enne kui taimed lavast välja peenrale istutame, tuleb neid harjutada välis-õhuga. Selleks võetakse päeval lavaaknad ära — algul mõneks tunniks, hiljem pikemaks ajaks, ja lõpuks terveks päevaks ning ööks.

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 nööri. Iga nööri otsa külge kinnitatakse pulga ümber keritud punumisnööri ots. Nüüd asetatakse põhinööridele rukkiõlgi peotäite kaupa, tüvedega väljapoole, ja seotakse iga nööri külge kinni. Mida suuremad peotäied võetakse, seda paksem saab matt. Algus- ja lõppkimbud tuleb võtta suuremad, et matti oleks parem tõsta. On matil vajalik 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



147. joonis. Varjutusmatt.



148. joonis. Lavamati valmistamine.

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 metallosi hoolikalt kuivatada. Talveks määritakse need osad õliga, et nad ei roostetuks.

Töid kodukaunistamise alalt.

61. Hekid.

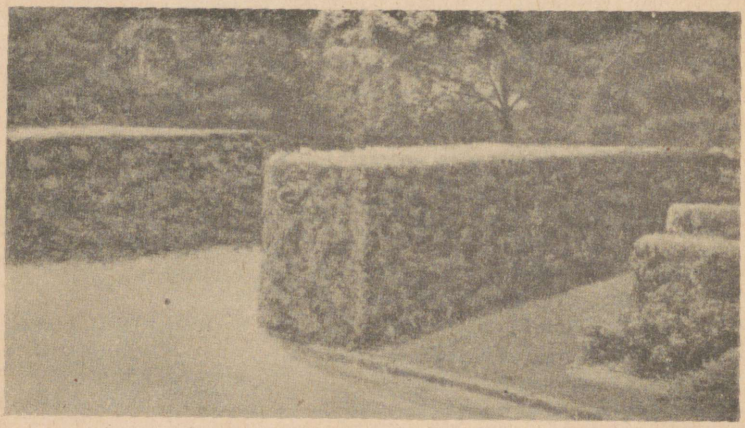
1. **Kuusehekk.** Nii talud kui ka üksikelamud linnas vajavad kaitset külmade tuulte, suurte tormide ja maanteetolmu eest. Eriti vajavad seda viljapuu-aiad. Neid tuleb kaitsta põhja, kirde ja ka lääne poolt k a i t s e i s t a n d i k u g a.

Istutusmaterjaliks põhja ja kirde poole sobib kõige paremini kuusk, lääne poole — pärn, sarapuu.

K u u s k 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 — h e k k i, 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.

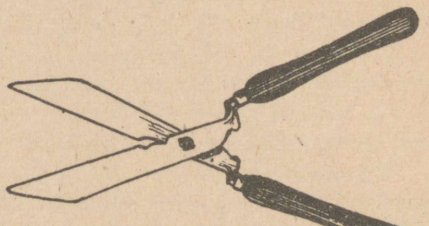
Heki alla minev maariba peab olema umbrohust puhas ning küllaldaselt sisaldama mustmulda — huumust. Värsket laudaväetist ei või kuuskedele anda.



149. joonis. Okaspuuhekk.

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 kasvuhoos, lõigatakse augustis nende ladvavirvedel $^2/_3$ maha. Edaspidi toimub kärpimine juba nööri või lati järgi iga aasta augustikuu esimesel poolel hekikääridega. Seejuures peab hoolitsetama, et pöetud hekk oleks pealtpoolt tublisti kitsam kui alt, muidu valguse puudusel alumised oksad kuivaksid hõredaks.



150. joonis. Hekikäärid.

Kuuskedest võib kasvatada 3—5 m kõrguse paksu rohelise seina, mil-

lest 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 eest kaitseks sobib pärn, mida tuleks istutada 8—10 m viljapuudest eemale. Pärnade vaheks jäetakse umbes 2 m. Pärn laseb end samuti kõrgeks hekiks pügada nagu kuuskki.

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 ja ridade vaheks 35—50 cm.

Et read tuleksid sirged, istutatakse taimi nööri 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 soovitav 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 soovitav lõigata ülaltpoolt kitsamaks kui altpoolt.

62. 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 nad 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 õitsnud õied. Miks? Ainult värviliste viljadega põõsail ja puudel jäävad viljad kasvama.

Võra kuju pärast tuleb põõsaid vahel kärpida. Seejuures põõsaid, mille õiepungad valmivad sügisel (forsüütia, sirel), tuleb lõigata suvel pärast õitsmist, muidu nad järgmisel aastal õisi ei kanna.

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.

Suvililled tarvis piisab 60 cm laiusest peenrast, püsikuil 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 enam-vähem ühekõrgused. Nii näiteks 3-realisel peenral võiksid 1-sel real olla madalad tulbid, nartsissid, krookused, pärast nende õitsmist madalad suvililled; 2-sel real — iirised, pojengid, gladioolid ehk kuremõõgad, liiliad jt.; 3-ndal — kuldvits, sügis-aster, tokkroos jt. Suuremate lillede puhmad võtavad endi alla igaüks 0,5—1 m^2, väiksemaile piisab 1 dm^2. Samast liigist väiksemaid lilli on soovitav istutada rohkemal arvul ühte, et nad paremini esile tuleksid.

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 v ä r v u s t ja õ i t s e a e g a. 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 arvesse võtta ka nende õitsmis-aega, siis saame lillepeenra, mis õitseb kevadest sügiseni.

Koduümbruse kaunistamisel eelistatakse p ü s i l i l l i, sest nende iga kestab palju aastaid. Püsililled istutamis-ajaks on kas

varajane sügis (august-sept.), et taimed enne külmade tulekut saaksid juurduda, või kevad, kui taimed on juba tärganud.

Püsililled 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 nitrofoskat — 20—30 g ühele ruutmeetrile. Liiga väetatud maas kasvavad taimed lopsakalt, kuid ei õitse hästi.

Istutades püsikuid tuleb silmas pidada, et sibullilled: tulp, sinililia, nartsiss, märtsikelluke, lumikelluke, krookus jt., ei satuks suurte juurtega püsikuile liiga lähedale, mis neid võivad ära lämmatada. Sibullilli on parem kasvatada omaette suuremate rühmadena, sest neid tuleb iga 3—4 a. järel maast välja võtta, et neid tütarsibulaist 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 on 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 ta paigutatakse. Kast olgu väliselt nägus ja värvitud.

Kastililledeks sobivad petuunia, mungalill, raud-ürt, pelargoonium, 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: inglise raiheina 30% (kaalu järgi), aasnurmikut 25%, päris-aruheina 25%, valget kasteheina 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 valamikuga 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 × 40 × 5 või 40 × 60 × 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 liaanidega (puustunud väänkasvudega). Neist kasvavad meil: metsviinapuu, mille lehed sügisel muutuvad punaseks, 10 m kõrge; tobiväät — 10 m; lõhnav kuslapuu — kollaste õitega, 6 m. Neid taimi saab kasutada samuti rõdude ja aiaväravate 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 (lill-hernes — 2 m), jaapani humal — 4—5 m, lehtertapud — 2 m, jt.

63. 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 valit-

sevate läänetuulte eest on istutatud maantee servale üherealine kuusekaitseistandik.

Tulundus- ja iluaia osas on aia välispiirideks lippaed, karjakoplite ümber traataed.

Karjakoplid on rajatud talumetsa servale, mis on 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 siseõue, mida piiravad elumaja (1), koosehitisena — riistakuur, sigala, karjaköök, laut ja põhukuur (2), saun, kuivatis ja ait (3), puukuur ja kelder (4).

Kariloomad, sead ja kanad on õuest eraldatud ja juhitud vastavatesse jooksuaedadesse.

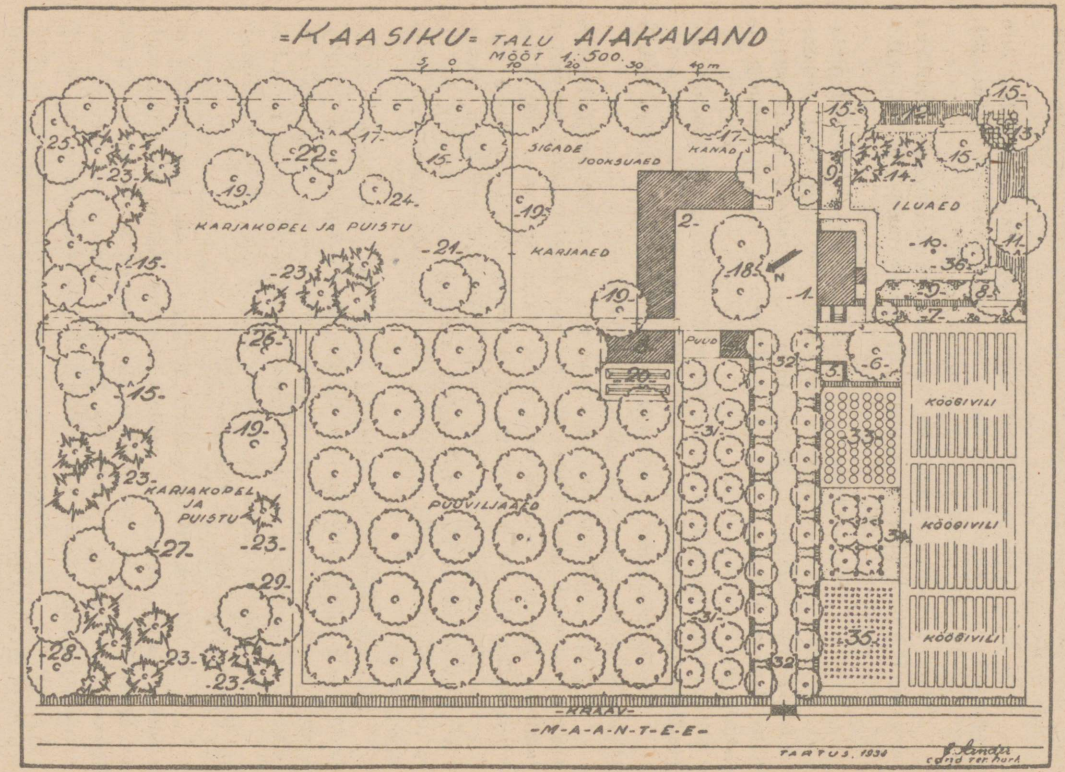
Õue kaunistuseks ja tuulekaitseks on õues kaks kõrge tüvega suurelehelist pärna, millede all asetseb kaev (18).

Elumaja (1) lõunaküljel on iluaed, mis on 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 vääntaimedega kaunistatud sõrestiklehtla (13).

Elumaja läänekülgel, 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, suvililledе peenar (7), mille elumajapoolsel otsal tüviksirel.

Köögivilja-aia kõrval asetsevad marjaaed (33), mesila meetaimede ja kirsipuudega (34) ja vaarikad (35).

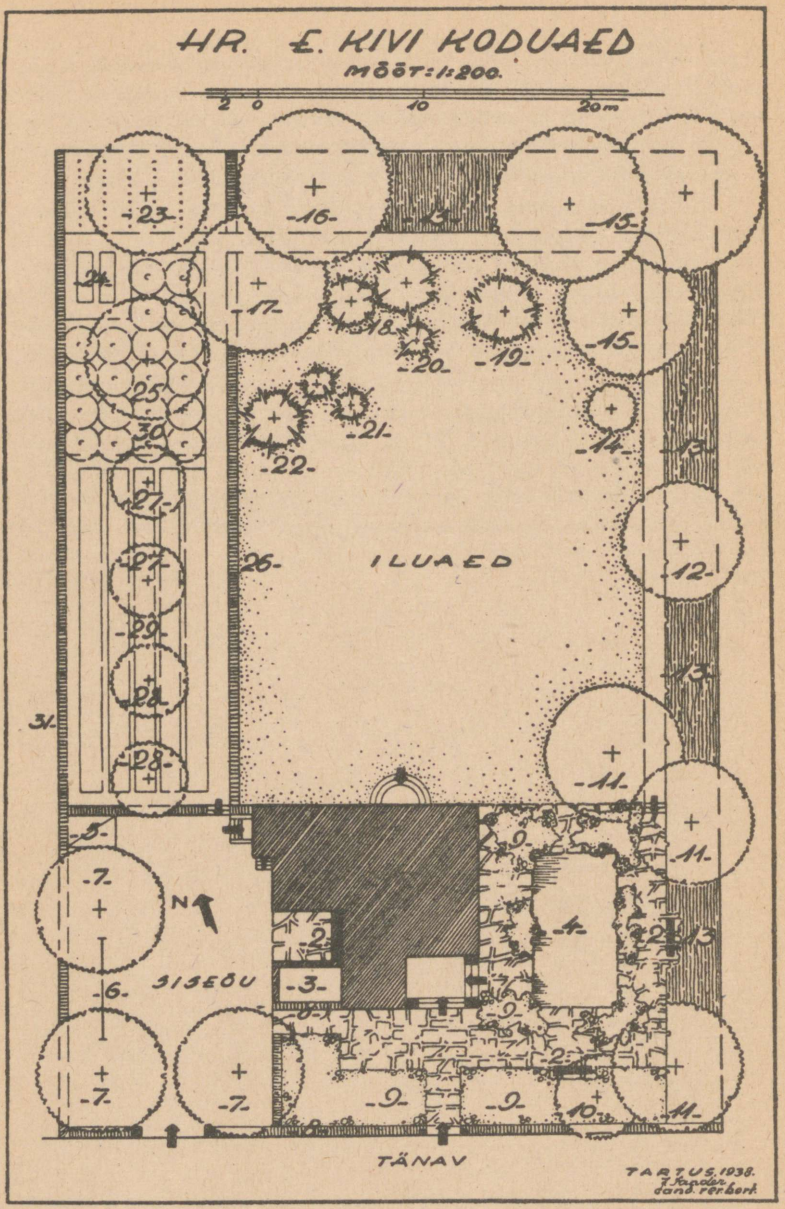
2. **E. Kivi koduaed** asetseb aedlinnas. Aia planeerimisel on aluseks võetud elumaja (1), mille ehitamisel saadud aluspinna muld on kasutatud betoon- või paeplaatidega kaetud iluaia osa ja siseõue täitmiseks. Plaatide vahedes on ilumuru. Kruusatud siseõues kasvavad harilikud pärnad (7), millede all riietekloppimise 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


=KAASIKU= TALU AIAKAVAND
MÕÕT 1:500
SIGADE JOOKSUAED
KANAD
ILUAED
KARJAKOPEL JA PUISTU
KARJAAED
PUUVILJAAED
KÖÖGIVILI
KÖÖGIVILI
KÖÖGIVILI
-KRAAV-
-M-A-A-N-T-E-E-
TARTUS. 1936

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 bassein (4) vesiroosidega. Samas on peenardel ja rühmiti mitu liiki püsililli (9) ja valged aiapingid (2).

Iluaia piirdealadel moodustavad aiale rohelise raami ilupuud. Siin esinevad lehtpuudest: arukased (11), hobukastan (12), vahtrad (15), hõbelehine pooppuu (16), pihlakas (17). Tüvikpõõsastest: punaõieline vääristatud viirpuu (10) ja valgeõieline vääristatud sirel (14). Okaspuudest ja -põõsastest leidub iluaias: harilikke kuuski (19), ühevärvilisi nulge (18), seedermänd (22), püramiid-elupuu (20) ja kadakad (21).

Elumaja kirdest piirav täpitud väljak on kaetud kultuurmuruga. Iluaiast viib kruusatud jalgtee 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. Naaberaiast eraldab tarbeaeda peale võrktara veel läätspuuhekk (31).


HR. E. KIVI KODUAED
MÕÕT: 1:200.
2 0 10 20m
ILUAED
SISEÕU
TÄNAV
N
TARTUS, 1938.
J. Kandler
dand. rer. hort.

SISUKORD.

Umbrohud aias ja põllul. Lk.

1. Põldsinep ehk telg 3
2. Põldohakas 7

Koostöö ja võitlus olemise eest looduses. Looduskaitsest.

3. Taimed omavahel 10
4. Loomad omavahel 14
5. Taimede ja loomade vahekorrast 16
6. Inimene ja loodus 19

Füüsika igapäevases elus.

7. Kiiruse ja tee pikkuse arvutamine 23
8. Inerts 25
9. Raskustung. Püst- ja rõhtsiht ning nende määramine . . 27
10. Kaal ja erikaal 28
11. Hõõrdumine 31
12. Töö ja selle mõõtmine 34
13. Lihtsamad tööriistad ja masinad 36
14. Kesktõmbetung. Koorelahutaja 47
15. Töö ja soojus 48
16. Soojuse muundumine tööks 51
17. Võimsus ja energia 54
18. Tuule- ja veejõu kasutamine 56
19. Õhurõhumise kasutamine 60
20. Archimedese seadus 62
21. Hääle tekkimine 66
22. Hääle levimine 68
23. Inimese hääl ja kuulmine 70
24. Valgusnähtused. Valguse levimine 73
25. Valguse peegeldumise nähtusi 74

Lk.

26. Valguse murdumise nähtusi 77
27. Valguse lahutamine 79
28. Kumer- ja nõgusläätsed 80
29. Optilised riistad 83
30. Valguse keemilisest toimest 85
31. Silm ja nägemine 88
32. Magnetisminähtusi 92
33. Lihtsamaid elektrinähtusi 94
34. Välk ja piksevarras 98
35. Elektrivool ja selle tekkimine 99
36. Elektervalgustus 102
37. Elektrivoolu magnetiline mõju 106

Tähtsamaid keemilisi nähtusi ja aineid igapäevases majapidamises.

38. Käärimine 113
39. Hapnemisest ja happeist 116
40. Meie igapäevane leib 118
41. Toiduainete säilitamisest 121
42. Sooda 122
43. Seebikivi ja seep 124
44. Liht- ja liitained 125

Inimese keha ehitusest ja tegevusest.

45. Millest koosneb inimese keha 127
46. Luukond 128
47. Lihased 134
48. Närvisüsteem 138
49. Kuidas töötab närvisüsteem 141
50. Kuidas närvisüsteemi eest hoolitseda 143
51. Meeleorganid 144

Tervisholust.

52. Kuidas meie keha püsib tervena 148
53. Kuidas hoolitseme haige eest 152
54. Kuidas organism võitleb nakkushaigustega 154
55. Esimene abi õnnetuse korral 155
56. Tervis ja ühiskond 161

Lk.

Söödikuid ja haigusi taimedel.

57. Söödikuid taimedel 162
58. Taimehaigusi 164

Tegelikke töid aias.

59. Töid viljapuu- ja marjaaias 166
60. Lava 170

Töid kodukaunistamise alalt.

61. Hekid 177
62. Ilupuud ja -põõsad 179
63. Aiakavandeid 182

A
14932
196114