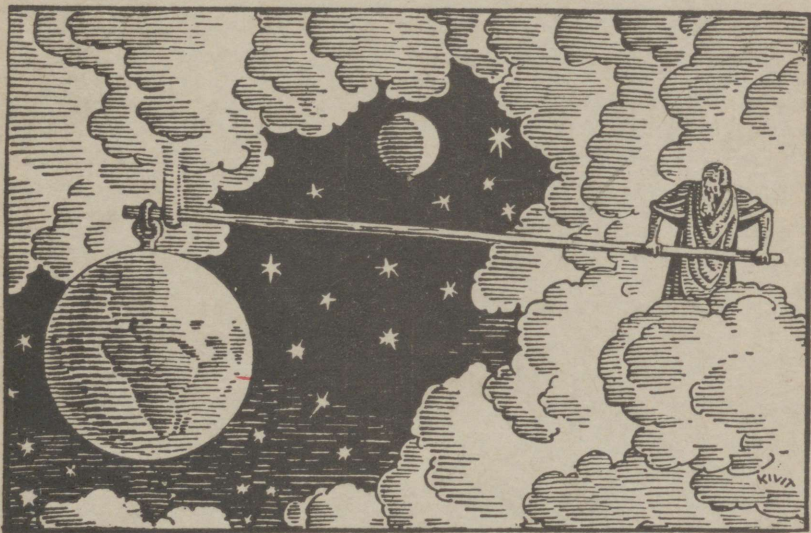


LANG / PARIS / PEET / REIAL

VANKIE

# LOODUSE SÔBER

III



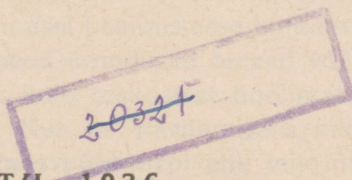
TARTU / 1936

J. LANG, A. PARIS, W. PEET, G. REIAL

VÄIKE  
LOODUSE SÕBER

III

ÖPPERAMAT ALGKOOLI VI KLASSILE



TARTU, 1936

2



HSM kooliraamatute komisjoni poolt kolmandas trükkis (1933. a.) algkoolidele tarvitamiseks soovitatud.

VIIES MUUTMATA TRÜKK.

A= 8731

ARHIIVKOGU

# Ümbrohud.

## 1. Põldsinep ehk telg.

1. **Põldsinep** kasvab meil suviviljades ; ta on kollaste õitega ristõieliste hulka kuuluv umbrohi.

Tuleta meelde IV klassis õpitud ristõielisi, nende õie ja vilja ehitust.

Põldsinepil on lehed jagumatud, alumised — sopilised ; kõder on tal nokaga, mis kokku rõhutud ; kõdras arenevad ümmargused seemned ; valminult on need mustad, toorelt — pruunid.

Otsi niisugune taim ja vaatle teda.

Ta harilik õitseage on juunis ja juulis, kuid neid leidub õitsmas hilissügiseni. Harilikult leidub ühel ja samal taimel vilju ja õisi.

Loenda, mitu õit on vaadeldaval põldsinepil ja mitu kõtra ; mitu seemet on ühes kõdras ?

Oma kasvuaja kestusel kasvatab põldsinep väga palju seemneid ; ühe teadlase vaatluse järgi võib üks põldsinep anda kuni 20 000 seemneni, kui ta saab takistamatult kasvada kuivamiseni. Põllul kasvaval põldsinepil pudeneb muist seemneid enne viljakoristamist, muist aga pekstakse välja ühes viljaga. Need jäävadki vilja seemnesse, ja kui seemet ei puhastata, siis külvatakse ta ühes sellega põllule. Põldsinepi seeme võib üle elada mitu aastat sügaval maa sees, kuhu ta satub sügise künniga, ilma et hakkaks seal idanema või kaotaks idanemisvõime. 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 ehk telje õitsmise



1. joonis. Põldsinepi üksikud osad.

ajal otse kollendavad, ja lõikuse ajal saab koguda põllult vaid sinepivarsi, mille hulgas vähe viljakõrsi, ja needki lühikeste peade ja peenikeste teradega: põldsinep on hävitanud vilja, põllumees on jäänud ilma oma töötasust.

2. Põldsinepite halvav mõju viljakasvusse avaldub juba nende tärkamisest peale. Nad tõusevad maast ühes orasega, kuid nende juured arenevad kiiremini kui vilja omad ning võtavad vilja eest toidu ja niiskuse ära. Nende laiad lehed varjavad vilja eest valguse, nõnda et vili ei saa valmistada endale toitu; seetõttu palju vilja kuivab, kuna kasvamajäänu muutub kiduraks, kasvatades valminult ainult peeni teri.

3. Võitlusel telgede vastu tuleb kõigepealt hoolitseda, et viljaseemne hulgas ei oleks põldsinepi ehk telje 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 lõikust õhukeselt künda ehk, nagu öeldakse, k o o r i d a. Seejuures satuvad telje seemned mullasse, kus neist varsti kasvavad noored taimed. Hilisema sügise künniga hävitatakse need. — Kesapõldudelt peab teljed hävitama võimalikult juba enne õitsmist, igatahes enne vilja valmimist, et seemneid ei pudeneks põllule.

Ka hävitatakse põldsinepeid noorelt, kui neil 2—4 lehte väljas, kainiidipulbri ja rauavitriolilahusega. Kainiidipulbrit puistatakse hommikul vara, kui taimed kastesed. Pulber jääb peatuma põldsinepi laiadele lehtedele, variseb aga maha kitsailt oraslehtedelt. Lehtedel olevais kastetilkades lahustub pulber, ja see kange lahus kisub lehtedest vee välja; selle tagajärjel kuivavad taimed või jäävad kiduraks. Rauavitriolilahust, mille kangus peab olema umbes 15<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, pritsitakse kuiva limaga. Need ained hävitavad ka teisi laiemate lehtedega umbrohte, kuhu võivad jääda peatuma.

## 2. Põldohakas.

1. Juuri maast välja põldohakas ja vaatle teda. Mõõda ta varre pikkus; loenda, mitu oksa on varrel; pane tähele, mitu neist on õisikutega.

Võta vaatlusele üksik õisik: see on **nut**, mis väljastpoolt kaetud roheliste lehekestega ja mille sisemus koosneb punaseist või lillakaspunaseist õitest. Nopi õied ja loenda, kui

palju on neid. Paljaksjäänud lai õiepõhi ümbritsevate roheliste lehtedega tuletab meelde korvikest, milles asuvadki väikesed õied tihedalt üksteise kõrval, tekitades kaugele silma paistva õisiku. Säärast õisikut nagu ohakal nimetatakse **korvõisikuks** ja ohakat ennast **korvõieliseks** taimeks. Igast väikesest õiest areneb omaette vili, mis on varustatud karvatutiga. Karvakeste ülesandest saad aru, kui puhud 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 ja ei hoiu enam seemneid kinni, — tuul tõstab need lendu. Õhust saavad nad maha igale poole, ja kus tingimused kasvamiseks vähegi soodsad, areneb uus põldohakas.

2. Kuid põldohakas ei paljune mitte üksnes seemnete abil, vaid areneb ka juurtest, mis roomavad maa all ja sünnitavad uusi võsuid.

Mõõda juurekava ulatus ja otsi juurelt arenevaid punge. Kui sügaval asub põldohaka juur maa sees?

Et ohakad paljunevad ka juurte abil, on võitlus nende vastu isearanis raske; maapidaja peab hoolitsema, et nad ei sigiks põllul ei juurest ega seemnest. Juurte hävitamiseks tuleb ohakad maast välja künda ühes juurtega. Seda võib teha küll kesapõllul, aga mitte viljas. Viljast torgatakse ohakad välja keppnugadega. Mida rohkem vigastatakse seejuures ohaka juurt, seda enam nõrgendatakse teda ja temast arenevaid ohakaid, nõnda et need ei jõua enne viljalõikust valmis seemneid levitada. Seemneid satub põllule ka väljastpoolt, — neid toob tuul, kuid suurel hulgal võivad ohakad areneda ikkagi neist seemneist, mis on küpsenud põllul endal või selle ligemas ümbruskonnas. Seepärast ei tohiks seemnete valmimiseni ükski põllumees lasta ohakail kasvada oma maa peal. Mispärast mitte?

Vaate okkaid ohaka lehtedel ja arutle, mis kasu võiks ohakail neist olla.

3. Umbrohte meie aedades ja põldudel on väga palju. Millisega tutvusid sa suvel? Nad kuuluvad mitmesuguseisse sugukonda-



2. joonis. Põldohaka üksikud osad.

desse. Nõnda on korvõielistest sagedamad, peale põldohaka — ristirohud, piimohakad, karikakrad, rukkililled; ristõielistest — põldsinepid, rõikheinad, tõlkjad, litterheinad; kõrrelistest — lusted, orasheinad; liblikõielistest — mesikad; teistest sugukondadest — maltsad, nõgesed, tihasheinad j. t.

Paljunemisevahendeilt jagunevad nad kahte suurde ossa: ühed paljunevad ainult seemnete abil nagu põldsinepki, näiteks: rõikheinad, litterheinad, lusted, karikakrad, maltsad j. t.; neid nimetatakse seeme-umbrohtudeks. Teised paljunevad seemnete ja juurte või juurikate abil, nagu põld- ja piimohakad, tõlkjad, orasheinad j. t.; neid nimetatakse juur-umbrohtudeks. Juur-umbrohud on kõik mitmeaastased taimed; nende juured ja juurikad elavad maa sees talve üle ja kevadel kasvavad neist varred.

Elulisilt omadusilt sarnanevad kõik umbrohud üksikasjaliselt juba tundma õpitud orasheina, põldsinepi ja põldohakaga. Need üldised omadused on järgmised: neil on tugev juurekava, lai oksastik, nad valmistavad palju seemneid, seemned säilitavad kaua idanemisvõime ja on varustatud mitmesuguste levimisvahenditega, nagu karvakesed, tiivad, konksukesed, millega jäävad loomade külge, või nad on väga pisikesed, nõnda et neid kannab laiali tuul.

Arutle, mille poolt on need omadused kahjulikud viljale, milles kasvavad umbrohud.

Korja umbrohtude oksti ühes valminud viljaga, mis on varustatud mitmesuguste levimisvahenditega, ja korralda neist kogu vastavate seletistega.

Kahjud, mida umbrohud tekitavad, on väga suured. Teaduslikul alusel korraldatud võrdluskatsed on näidanud, et umbrohtunud hernepõld annab 2 korda, kõrsviljapõld 3 korda, kartulipõld 5 korda ja juurviljapõld 14 korda vähem saaki kui samas headuses puhtaksharitud põld. Säärase suure kahju pärast peavad põlluharijad tõsiselt hoolitsema, et umbrohute kasvaks põldudel ja põldude ligidal söötismail võimalikult vähe.

Tutvu umbrohtudega nii põllult kui aiast ja õpi tundma nende paljunemiseviise. Kogu andmeid tegelikelt põllumeestelt ja aednikelt võitlusvahendite kohta umbrohtude vastu ning loe raamatukogust vastavat kirjandust. Saadud andmeil koosta referaat teemale: „Põlluumbrohud ja võitlusvahendid nende vastu“ või „Umbrohud keeduviljais ja võitlusvahendid nende vastu“.

Korralda kogud umbrohtudest, millel on ühiseid jooni, näiteks: juur-umbrohud odrapõllult, seeme-umbrohud odrapõllult, korvõielised umbrohud kartuliväljalt jne. ning lisanda vastavad seletised.

# Vahekorrad looduses.

## 3. Taimed omavahel.

1. Põllul, metsas, heinamaal ja mujal kasvab nii palju taimi üksteise kõrval. Pealiskaudsel vaatlemisel näib, et nende vahel on valitsemas rahu ja üksmeel. Taimeriigi lähem tundmaõppimine aga näitab, et nad ei ela sugugi nii lähedases sõpruses. Metsas nägid, kuidas võistlesid männid omavahel valguse pärast; kes oli jõudnud teistest üle, see oli oma oksad ajanud laiali ning varjanud teiste eest valguse, hoolimata sellest, et valguse puudus 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 nägid, kuidas kultuurtaimed kannatavad umbrohtude vägivald all. 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 samasuguseid pilte: seal on valitsevaid taimi, kes jõudnud teistest üle ja laiutavad teistest hoolimata, ning kiduraid taimi, kes teistest varjatult peavad leppima selle vähese valgusega, mis neile osaks langeb teiste vahelt. Kellele seda vähe, ei saa elu jätkata — ja närtsib.

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

Pannes tähele neid nähtusi, jõuame otsusele, et igas taimes on nagu valitsemas tung olla teistest suurem ning tugevam, jõuda teistest ette, saada rohkem valgust ja teisi vajalisi aineid. See tung kutsubki esile võistluse, millest ühed tulevad välja tugevaina, teised jäävad aga nõrgaks ja peavad hääbuma.

2. Ent hääbuda ei taha ükski taim. Nad otsivad sääraseid elamisviise, kus võistelda tuleks vähem. Nõnda nägid, et mänd on kohanenud kehvale pinnasele, seemned kasvavad ilma leheroheliseta. Leherohelise puudus takistab neid endile toitu val-

mistamast; nad võivad areneda ainult seal, kus juba on olemas valmis valke ja süsivesikuid, mida nad võtavad kas mädanevaist aineist või elusait olendeilt; neile on paremuseks aga see, et neil pole vaja võistelda valguse pärast.

Ka õistaimede hulgas on selleni tagasi läinud esindajaid, kes võtavad kõik oma toidu teisilt kasvavalt taimilt. Sagedaim seesuguseist **parasiitidest** on **võrm**, mis kasvab umbrohuna ristikkeinal ja teistel põllu- ning kraavitaimedel. Võrmil on peenike ning tugev vars, mis kõvasti vändub ümber teise taime. Oma varrest kasvatab ta välja tugevad näsad, mis tungivad teise taimesse ja millega ta imeb sellest toitu. Lehed ja juur puuduvad võrmil. Küll aga on



3. joonis. Võrm ristikkeinal.

tal palju õisi; need on koonduvad tihedasse nuttidesse. Seemneid valmib palju; need on õige pisikesed, neid kannab laiaili tuul; maa sees võivad nad püsida idanemata mitu aastat, ilma et nende idanemisvõime kaoks. Kui seemnest on tärganud noor taim, siis keerdub ta terav ladvake ringi ja otsib taime,

millesse hakata kinni. 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 nõjatub sellele, kasvatab endast esimese näsa sellesse ja algab võõra mahla imemist. Juurdetulnud toidu kosutusel sirgub võrmitaim ruttu; ta kasvatab teise, kolmanda jne. näsakese; varsti kaotab ta oma juure, sünnitab esimese õienuti ja elab enese ohvri kulul muretut elu. Ristikheinaväljadele teeb ta suurt kahju. Millest tuleb see kahju?

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

3. Suvel ja sügisel leiame põõsastikes kõrreliste seas ilusa kollaste õitega taime; ta ülemised lehed on lillad, nii et eemalt vaadatuna paistab, nagu oleks tal kahevärvilised õied. Selle taime nimi on **pärishärghein** ehk **kuupäevarohi**. Lillad lehed teevad silmapaistvamaks õied, kuid nad ei valmista sel

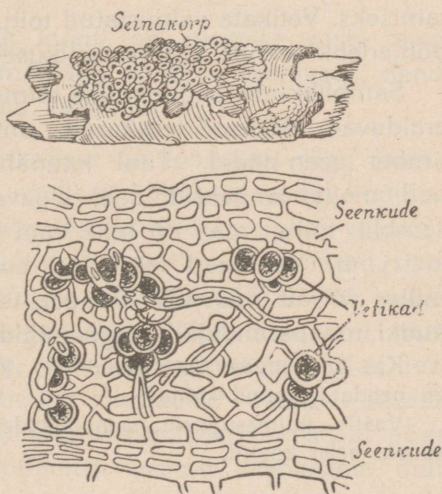
määral toitu kui rohelised lehed. Toidupuuduse all härghein siiski ei kannata, — ta muretseb endale lisatoitu teisiti.

Et näha kuidas see toimub, selleks juuri maast välja härghein ühes naabertaimelega, raputa muld ettevaatlikult ära ja pane terasalt tähele segaminikasvavaid juuri.

Sa leiad, et mõne härgheinajuure haru on kasvanud kokku mõne teise taime juureharudega: härgheina juureharud kasvavad endast näsad teise taime juurtesse ja nendega imeb härghein sealt valmis toitu. Nõnda tarvitab härghein kahesugust toitu: oma roheliste lehtedega valmistatud ja teistelt vägivaldselt võetut. Tema on **poolparasiit**-, aga võrm, kes elab teise kulul, on **täisparasiit-taim**. Poolparasiit-taimi on meie heinamail kasvamas mitu, nagu **silmarohi**, **põldkamar**, **robihein** j. t.; ka parasiit-taimi on peale võrmi õistaimede hulgas nii mõnigi, näit. varakevadel õitsev **käopäkk** — peamiselt sarapuu- ja teiste põõsaste juurtel, ning mitmesugused **soomukad** — eeskätt rohttaimede juurtel.

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

4. Taimeriigis on ka vahekordi, mis otse vastandid parasitismile, — see on vastastikune toetamine. Säärase vahekorraga tutvusid herne ja männi õppimisel; tuleta meelde, milles seisnes see ja kuidas nimetatakse sellist vahekorda. Veel täielikumalt avaldub sümbioos **samblikkude** juures. Samblikke kasvab suurel hulgal männikuis maas ja puudel, samuti ka mujal, isegi kivil. 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



4. joonis. Seinakorp ja selle lõik.

4. joonis. Seinakorp ja selle lõik. Kui mõnest samblikust teha õhuke lõik ja seda vaadelda mikroskoobis, siis on näha pilt, mida kujutab

4. joonis. Sambliku ülemise ja alumise pinna moodustab tihe seenkude. Sees on seen-niite hõredamalt; nende vahel asub 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 ei sure vetikad, vaid kuivavad ainult kokku, kattuvad tiheda kestaga ning jäävad ootama uut niiskust. Kuivanult on nad kerged; neid kannab siis laiali tuul, ja kui nad sadenevad niiskele kohale või vette, siis jätkavad kasvamist. Nad paljunevad pooldumise teel; valguse ja soojuse käes läheb paljunemine õige kiiresti; on küllalt mõnest üksikust kuivanud vetika terast, 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 palju **kiudvetikaid**.

Samblikus elavad seen-niit ja keravetikad sõbralikult koos. Seen-niidid imevad endisse niiskust ja selles lahustunud aineid; neid aineid tarvitavad vetikad, kelles on klorofüll, toidu valmistamiseks. Vetikate valmistatud toitu tarvitavad ka seened. Nõnda põhjenebki nende elu vastastikusel toetamisel.

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

Kas on soovitat lasta samblikel kasvada viljapuudel? Missugune on nende tekitatud kahju?

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

#### 4. Loomad omavahel.

1. Eriti sõbralikke vähekordi on leida vähe loomade juures. Neid võib ehk tähele panna ühiskondlikkude putukate, nagu sipelgate ja mesilaste juures. Nende omavahelised suhted

on arenenud nii kaugele, et pesakondades omavahelist tüli ei esine ja iga üksik loomake on alati valmis aitama teisi, ka siis, kui tema oma elu ähvardab kindel surm. See sõbralik vahekord ei ulata aga omast pesakonnast kaugemale: sipelgad võtavad ette röövkäike teistesse pesadesse ja mesilased käivad meelsasti võõrais tarudes meevargil. Kas oled seda näinud?

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

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

Paljude karjana elavate loomade, näiteks kanade, hanede, külvivareste j. t. lindude juures võib tähele panna hoiatavaid hüüdeid ligineva hädaohu puhul. — Kas oled midagi sellist tähele pannud? Kui ei, siis katsu näha.

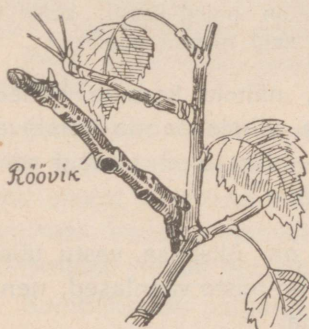
2. Kaugelt suurem hulk loomi on üksteise vastu täiesti ükskõiksed. Lihasööjad loomad aga on teiste vaenlased, nende vastu peavad nõrgemad endid kaitsma.

Kaitsevahendid ja kaitsmisviisid on loomadel väga mitmekesised. Sa tead, kuidas ja millega kaitsevad endid koduloomad suuremate ja väiksemate (vereimejad putukad) vaenlaste vastu. Paljud väikesed loomad, nagu mesilased, herilased, sipelgad j. t., on varustatud mürgiga. Mõned sõõrutavad vastiku lõhnaga vedelikku. Milliseid tead? 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 liikumise väledust, et põgeneda vaenlaste eest, või võimalusi otsima vaenlastele mitte silma puutuda. Heas seisundis on selles mõttes need loomad, kes on varustatud nõndanimetatud **kaitsevärvusega**. Sa oled seda näinud põldhiire ja jänese vaatlusel; ka kala õppimisel veendusid kasust, mis on kalal tumedama selja- ja heledama kõhupoole värvusel. Tuleta see meelde. Sedasama võid tähele

panna paljude putukate ja nende röövikute juures, nagu heina-ritsikad rohus, lehetäid puudel, kapsaussid j. t.

Otsi puu koorelt kaitsevõrvuselisi putukaid; lõika sealt õhuke pealmine koorekiht või võta kogu oks, kuidas sobivam, ja kui oled surmanud putuka, kleebi ta samas asendis koorele, nagu leidsid. Nõnda sama toimib putukatega, keda leiad lehtedelt, rohult või mujalt. Seda viisi teotsedes saad kogu kaitsevõrvuselisi putukaid.

3. Vaatle 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 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 teiste samasugustega.



5. joonis. Vaksiklase röövik kaseoksal.

ronivaid röövikuid, kellest mitmed oma värvuselt ja kujult on sarnased selle puu okstega, millel nad elavad. 5. joonis kujutab üht sellist nähtust. Neid on palju. Mis kasu on röövikul oksa järeleaimamisest kujult ja seisangult? Otsi neid ja — kui oskad — valmista kogud.

Looduses esineb teisigi sarnasusi kujult. Sügisel metsas kõndides võib tähele panna puudel Röövikuid tuleb kuivalt säilitamiseks täis puhuda. Selleks surma röövik; teravate kääridega tee talle keha tagaotsa täke. Siis kata paberiga ja rulli teda ümmarguse pliiatsiga või sulepeaga pea poolt tahapoole. Rullides rõhud välja ta sisikonna. On see tehtud, lõika ära väljatulnud soolikas. Nüüd tõrka kest õlekõrre või peenikese klaasitoru otsa ja kleebi kolloodüümiga kinni. Siis puhu täis ja puhudes kuivata kõvaks. Kõige parem on kuivatada lambiklaasis, mida alt piirituslambiga tuleb soojendada.

## 5. Taimede ja loomade vahekorra-st.

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

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

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

Kas tead näiteid õpitud taimedest ja oma tähelepanekuist?

Korja mürgiseid taimi ja valmista neist kogu.

2. Teiseks kaitsevahendiks on okkad ja teravad karvakesed.

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

Nõgese karvakesed erinevad teistest, sest nad kõrvetavad. Vaatle nõgese karva mikroskoobis. — Sa näed, 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 aineist. Karvakese sees on mürgist vedelikku, mis eritub mürginäärrest. Kui karvakesest puudutada, murdub munake, ja selle all olev terav ots torkab nahasse haava, millesse nõrgub karvakesest mürgi. Mürk



6. joonis. Vägiheina haruline karvake.



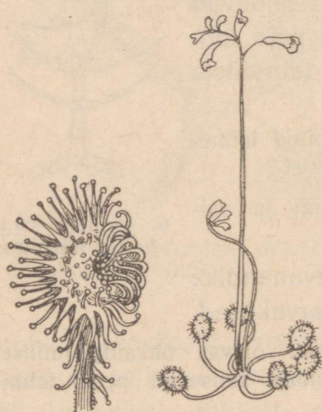
7. joonis. Nõgese kõrvekarvake.

tekitab väikese põletiku, mis kutsub esile paistetuse. Suurtele loomadele ja inimestele ei tee mürk suuremat viga, väiksemad kannatavad aga raskesti ja hoiduvad seepärast nõgestest eemale. Ometi on väikesi loomi, kellele nõgese kõrvekarvad ei näi tegevat häda; need on nõgeseliblikate röövikud, kes arenevad nõgestel ja söövad nende lehti. See näitab, kuidas loomad kohanevad toidule.

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

3. 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 väljaheitel on väetusaineks, putukad kannavad laiali õietolmu, lihasööjad hävitavad palju taimesööjaid jne. Ilma loomade abita oleks taimede seisund kindlasti teissugune, kui me seda tunneme praegu.

Mõttele pikemalt selle üle, missugust mõju avaldab looduses loomade vastastikune hävitamine. Loe selle kohta vastavat kirjandust ja kirjuta referaat.



8. joonis. Huulhein.

4. 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. — Vaatle lige-

malt huulheina lehti. Sa näed, nad on paksud, lihavad ning kaetud punaste karvadega, mis annavadki lehele punase värvuse. Igal karvakesel on otsas nupuke. See sõõrutab vedelikku, mis jääb nupukese ümber ja läigib päikese käes nagu meepiisake. Juhtub mõni väike putukas istuma lehele, siis jääb ta kinni kleepuvasse vedelikku. Karvakesed painduvad putuka ümber nagu sõrmed; neist sõõrdub seedivat vedelikku.

Mahlas lämbub putukas, ta lihased ja muud pehmed kehaosad lahustuvad ning imuvad taimesse, putuka kuiva kesta aga kannab tuul ära. Putukaist saab huulhein peaaegu kõik oma valgud; ta juurekava on õige nõrk, ei jõua tungida nii sügavale, et saaks maast sooli, millest võiks ise valmistada valke.

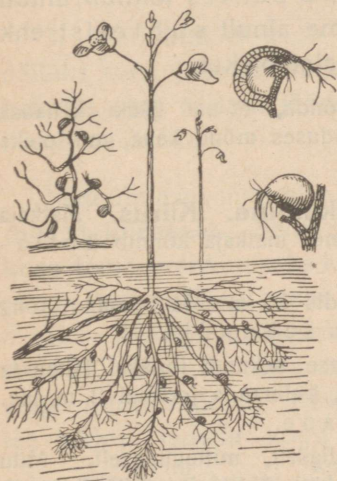
Huulheina „sõmist“ on huvitav jälgida. Seda on hõlpsam teha koolis või kodus. Huulhein tuleb võtta rabast ühes samblaga ja panna niiskele taldrikule; toas on õhk kuiv, huulhein närtsib varsti; et seda ei juhtuks, tuleb ta katta klaaskupliga. Toita võib teda keedetud muna-valge tükikestega, mille seedimine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

Soostuvail heinamail leidub teine lihasõoja taim — **võipätakas ehk libeleht**.

Ta lehtedel on karvad õige lühikesed, ei paista väljagi, lima sõõrutavad nad aga palju. Sellesse jäävad putukad kinni. Seedimine toimub samuti kui huulheinal, selle vahega, et ta keerutab lehe serva ümber seeditava putuka.



9. joonis. Võipätakas.



10. joonis. Vesihernes.

Kraavides, tiikides, järvedes ja mujal seisvais vetes leidub paiguti rohkesti kolmat lihasõojat taimet — **vesihernest**. Sellel on lehtede küljes umbes nõõpnõela suurused hernekeseid, mis seest õõnsad. Õõnsusse viib avaus, mis suletud „uksega“; see avaneb ainult sissepoole. Ukse ümber on tiheidalt hargnevaid karvakesi; mõned neist sõõrutavad magusat vedelikku, mis katab karvakesi. Pisikesed veeloomakesed tulevad seda vedelikku sööma; karvakeste vahel on neil raske ümber pöörduda; nad tõukavad vastu ust, see avaneb, putukad roomavad hernesse. Nende järel vajub uks kinni, — ja sissetungijad ongi lõksus. Toidupuudusel surevad nad pea. Herne seintes asuvad näärmed sõõrutavad seedivat vedelikku, mis lahustab loomakese lihas-osad, ja hernes imeb need lahused endasse.

• Valmista kogu ka lihasõojaist taimedest.

# Lihtsamaid füüsikalisi nähtusi tegelikust elust.

## 6. Liikumisnähtusi.

1. **Liikumine ja paigalolek.** Lind lendab. Rong sõidab. Maa tiirleb ümber Päikese, Kuu ümber Maa. Kivi on maas. Laev sõidab merel. Õpilane istub pingil. Reisija kõnnib raudteevagunis. Millised kehad eelmisis näiteis liiguvad, millised on paigal? Too veel näiteid liikumise ja paigaloleku kohta.

Kui keha **liigub**, siis **muudab** ta oma **asendit** mõne teise keha suhtes, näiteks vanker tänava, Maa Päikese suhtes jne. Paigalolev keha ei muuda oma asendit mitte. Seepärast peame kehade liikumisest või paigalolekust kõneldes alati küsima: millise keha suhtes toimub antud liikumine või paigalolek. Meie tunneme ainult suhtelist ehk relatiivset liikumist ja suhtelist paigalolekut.

1. Pane tähele, kas sina saad olla nõnda, et sul ükski kehaosa ei liiguks. 2. Kas sa tead nimetada looduses mõnd keha, mis oleks täiesti (absoluutselt) paigal?

2. **Ühtlane ja mitteühtlane 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.

Suusataja sõidab mäest alla. Esimese sekundi jooksul läheb ta edasi 1 m, teise sekundi jooksul 1,5 m, kolmanda jooksul 2 m jne. Suusataja liikumine siin on mitteühtlane.

Kõnni mööda klassi võimalikult ühtlaselt, mitteühtlaselt. Mitu sammu tegid igas sekundis? Liiguta kätt ühtlaselt, mitteühtlaselt. Too veel näiteid ühtlase ja mitteühtlase liikumise kohta.

Näiteist selgub, et keha liigub **ühtlaselt**, kui ta mistahes võrdseis ajavahemikes, näiteks sekundites, läheb edasi võrdsed teeosad.

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

**Kiirus** näitab, kui palju liigub edasi keha ühe ajaühiku (sekundi) jooksul. Järelikult antud juhul on rongi

kiirus  $52 \text{ m} : 4 = 13 \text{ m}$  sekundis ehk lühidalt  $13 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ . Üldse võime kirjutada:

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

Siit järeldame:

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

Kui palju maad läheb edasi rong  $\frac{1}{2}$  tunnis eelmises näites leitud kiirusega?

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

3. Harilikult ei liigu kehad ühtlaselt, vaid **mitteühtlaselt**, näiteks rong jaamast välja ja jaama sisse sõites, auto liikuma hakates ning seisma jäädes jne. Too veel näiteid mitteühtlase liikumise kohta.

Mitteühtlase liikumise puhul kõneleme liikuva keha **keskmisest kiirusest**. Selle saame, jagades kogu käidud tee pikkuse tema ärakäimiseks kulutatud ajaga. Näiteks kulutab kiirrong Tallinna-Tartu vahe — 191 km — ärasõitmiseks 3 tundi 6 min. Selles ajavahemikus on kõik peatused jaamades kaasa arvatud. Samuti on rongi liikumise kiirus selle aja jooksul väga mitmesugune. Keskmise kiiruse saamiseks tuleb kogu tee pikkus jagada kogu ajaga. Tee seda. Leia rongi keskmine kiirus  $\frac{\text{m}}{\text{sek}}$ -tes ja  $\frac{\text{km}}{\text{tund}}$ -des.

Inimesel on võimatu tekitada kauemat aega kestvat ühtlast liikumist. Kõige paremad kelladki ei käi kauemat aega õieti. Looduses on ühtlastest liikumistest meile kõige enam tuntud Maa pöörlemine ümber telje. See liikumine peegeldub meile taevaskera näivas ööpäevases pöörlemises, mis ongi meil aluseks õige kellaaja saamisel.

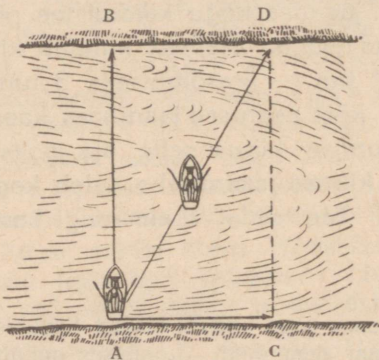
4. Järgnevas tabelis on antud mõne meile tuntud liikumise ligikaudne keskmine kiirus. Võrdle neid omavahel. Pane tähele, missuguseis ühikuis on antud need kiirused.

## Kiiruste tabel.

Aurik . . . . .	30	$\frac{\text{km}}{\text{tunnis}}$
Aeroplaan . . . . .	180	"
Auto . . . . .	70	"
Hobune sammu käies	4	"
Jalakäija . . . . .	5	"
Kiirrong . . . . .	80	"
Kahurikuul . . . . .	600—800	$\frac{\text{m}}{\text{sek}}$

Kõva tuul . . . . .	12	$\frac{\text{m}}{\text{sek}}$
Maa ümber Päikese	30	$\frac{\text{km}}{\text{sek}}$
Pääsuke . . . . .	60	$\frac{\text{m}}{\text{sek}}$
Tigu . . . . .	1,5	$\frac{\text{mm}}{\text{sek}}$
Torm kuni . . . . .	50	$\frac{\text{m}}{\text{sek}}$
Traavel . . . . .	12	$\frac{\text{m}}{\text{sek}}$

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



11. joonis. Liikumiste liitmine.

vastupidist nähtust, sest et siin vee vool takistab liikumist.

Paadi kiirus seisvas vees on 5 km tunnis, jõe voolu kiirus aga 3 km tunnis. Kui suur on paadi kiirus päri- ja vastuvett sõites?

Kui tahame paadiga sõita üle jõe, peame alati võtma arvesse veevoolu kiirust. Näiteks (11. joonis): paat liigub seisvas vees kiirusega

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 (ülemaailmaline rekord). Arvutada keskmine kiirus  $\frac{\text{m}}{\text{sek}}$ -tes ja  $\frac{\text{km}}{\text{tund}}$ -des. 7. Kui palju kulubs aega kiirrongil Kuule sõitmiseks (384 400 km)?

### 5. Liikumiste liitmine.

Pärvett ujudes või paadiga sõites liigume edasi kiiremini kui seisvas vees. Mispärast ja kui palju? Vastuvett liikudes paneme tähele

$1,5 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$  ja tarvitab risti üle jõe sõitmiseks (tee AB) 40 sek. Kui jõgi voolab kiirusega  $0,9 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ , siis kannab vool paati selle aja jooksul edasi pärivett allapoole  $40 \cdot 0,9$ , s. o. 36 m võrra (tee AC). Paadimees sõidab välja kaldalt kohas A. Ta hoiab kogu aeg paati vooluga risti, kuid siiski jõuab vastaskaldale mitte kohas B, vaid kohas D. Vool on paadi kauguse AC võrra pärivett allapoole viinud. Seepärast läheb paadi tõeline tee jõest ülesõidul suunas AD, mis on kahe liikumise (paadi ja jõevoolu) põhjal joonestatud rööpküliku diagonaal.

Kuidas peaks paadimees ülesõidul paati juhtima, et ta jõuaks vastaskaldale välja kohas B?

Kuidas mõjub tuul lennuki, merevoolused laeva sõidusuunasse?

## 7. Inerts.

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

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

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

Need kaks kehade omadust võime lühidalt kokku võtta lauses: **iga keha püüab alal hoida oma liikumise olekut**: on keha paigal, siis püüab ta edasi paigale jääda; liigub aga keha, siis püüab ta jätkata liikumist samas suunas ja sama kiirusega, s. o. liikuda edasi ühtlaselt ning sirgjooneliselt. Teisiti võime väljendada seda kehade omadust veel järgmiselt: **iga keha püüab kas paigal püsida või liikuda ühtlaselt ning sirg-**

**jooneliselt niikaua, kuni mõni põhjus seda olekut ei muuda.** See lause kannab inertsiseaduse nime, sest inertsil all mõeldaksegi kehade omadust alal hoida oma liikumise olekut.

2. Sõna inerts tuleb ladina keele sõnast *inertia*, mis tähendab tegevusetust, laiskust, muidugi inimeste kohta mõeldud. Laisk inimene ei armasta liikuda ega võtta ette muudatusi oma tegevuses. Ka kehad looduses on nagu laisad: ilma välise sunnita ei hakka nad liikuma ega jää ka seisma.



Galileo Galilei  
1564—1642.

Vanaaja teadusmehed ei tundnud inertsiseadust. Alles kuulus itaalia teadusmees *Galileo Galilei* avastas selle kõigi kehade ühise omaduse. — Galilei oli matemaatika-, füüsika- ja täheteaduseprofessoriks Piisa ja Paadua ülikoolis. Peale inertsiseaduse tegi Galilei terve rea teisi tähtsaid leiutisi loodusteaduse alal: avastas kehade vaba langemise seadused, pendli võnkumise seadused, tungide rööpküliku seaduse jne. Ka ehitas Galilei pikksilma, millega ta esimesena vaatles Päikest ja tegi kindlaks, et Päikese pinnal on tumedad laigud. Galilei pooldas ka avalikult Koperniku õpetust Maa liikumisest ümber Päikese. Selle eest heideti ta

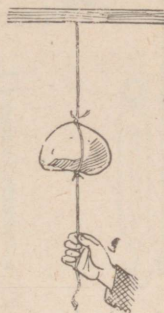
vangi ja sunniti koguni vägivaldselt lahti ütlema oma õpetusest. Kuulus Toricelli oli Galilei õpilane, kes jätkas Galilei tööd.

Lähemalt Galilei kohta loe raamatust: K. Luts, Galilei.

Katsu sama tugeva tõukega liikuma panna raskeid ja kergeid kehi (kivi, pall, puuklopid). Mida märkad? Kuidas on lugu sama kiiresti liikuva raske ja kerge keha seismapanemisega? Katsed näitavad: mida raskem on keha ja mida suurem on ta liikumise kiirus, seda suurem on ka ta inerts.

1. Seo tükk niiti näiteks tooli külge ja vea pikkamisi. Tool nihkub edasi. Äkitselt tõmmates katkeb niit. Mispärast? Veel huvitavam on korraldada samalaadiline katse 12. joonisel näidatud kujul. Niidi otsa riputatud kivi äkki tõmmates katkeb niit alati altpoolt, mitte

ülalpoolt kivi. Mispärast? Kivi ümber tuleb siduda tugevam nii või nõõr, 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 piduriga rongi enne õnnetust 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 seisumisel 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 kuhu poole? 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. Kuhu poole tuleb liikuvalt sõidukilt maha hüpata, et haiget ei saaks? 9. Mispärast koputatakse varre pihta, kirvest või luuda varre otsa 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?



12. joonis. Kivi inerts.

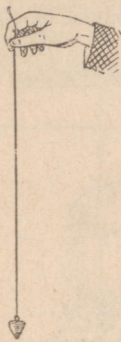
## 8. Raskustung. Püst- ja rõhtsiht ning selle määramine.

1. Võtame kätte mõne keha, näiteks raamatu. Me tunneme, et raamat tungib Maa poole ja rõhub kätt — tal on teatud raskus. 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 põhjusest. See maksab ka kehade langemise kohta. Siin on **raskus** ehk **raskustung** selleks põhjuseks, miks kehad Maa poole langevad. Nii siis: kehad langevad Maa poole raskustungi toimel.

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

Sihti, milles vabalt langev keha liigub Maa poole, nimetatakse **püst-** ehk **vertikaalsihiks**. Püsti ehk püstsihis olles me kõnnime ja kasvavad puud; samuti ehitame püstsihis tornid, seinad, korstnad jne. Mispärast? Püstsihi määramiseks tarvitatakse **loodi** (13. joonis), s. o. nõõri või niiti, mille otsa on kinnitatud raskus, näiteks tinakuulike.



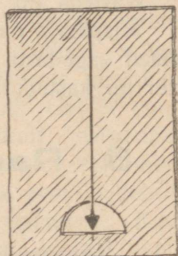
13. joonis. Lood.

3. Püstsihiga ristik siht on **rõht-** ehk **horizontaalsiht**. 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** (14. joonis).

See on õhuke ning pikk risttahukakujuline 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 kui kergem püüab jääda alati kõige kõrgemasse asendisse. Toruke on asetatud nõnda, et risttahuka rõhtasendis õhumullike seisab just toru keskel. See koht märgitakse kriipsukestega. Püstsihi määrami-



14. joonis. Vaaderpass ehk vesilood.



15. joonis. Vaaderpass loega.

seks on samal risttahukal otsas veel teine klaastoruke. Seleta, kuidas kasutatakse kirjeldatud vesiloodi rõht- ja püstsihi määramiseks.

4. Tee endale papi- või lauatükist 15. joonisel kujutatud vaaderpass. Seleta, kuidas teda tarvitada. Katsu järele, kas põrand, aknalauad jne. on rõhtsad. Kuidas selle riistaga määrata püstsihti? Katsu järele, kas seinad, akenalengid, uksepiidad jne. on loodis.

## 9. Kaal ja erikaal.

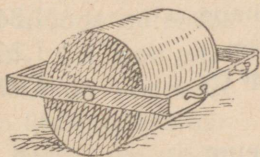
1. Võta kätte mingisuguseid asju (kivi, võti, pliats, nuga jne.) ja katsu hinnata nende raskuse suurust ehk **kaalu**. Kuidas on keha kaal ta ruumalast?

Käega „kaaludes“ ei saa me küllalt täpselt hinnata kehade kaalu. Seepärast tarvitame keha kaalu täpsemaks määramiseks **kaalusid**. Lihtsam neist on vedrukaal (16. joonis). See on terasvedru, mis venib seda pikemaks, mida suuremad raskused talle otsa riputada. Kõrvalolev numbrilaud näitab, kui palju kaalub keha, mis vedru antud kriipsuni välja venitab. Igapäevases elus tarvitamiseks antakse vedrukaalule praktilisem kuju, nagu näha 16. joonisel *b*.

Valmista endale 16. joonise *a* vedrukaal. Vedru saamiseks tuleb hea terastraat pinguli keerata ümber ümmarguse pulga.

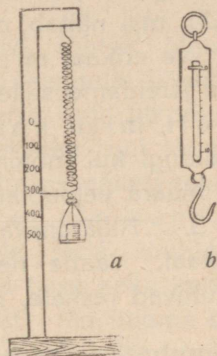
2. Asjade vedamisel, ehitiste püstitamisel jne. on sageli tähtis teada asjade kaalu. Suurte asjade juures pole otsene kaalumine alati võimalik. Seepärast kasutatakse selleks kaudseid vahendeid. Näiteks on vaja leida kivist (graniidist) teerulli kaal, kui rulli pikkus on 150 cm

ja otsa läbimõõt 120 cm. Leiame esiteks selle ruumala. Kuidas? — Olgu see ümmarguselt  $1700 \text{ dm}^3$ . Nüüd oleks lihtne leida rulli kaal, kui teaksime ühekuupdetsimeetrilise ruumalaga samast kivist keha kaalu. Selleks võtame tüki kivi (graniiti) ja määrame ta ruumala ning kaalu.



17. joonis. Teerull.

Ruumala määramiseks tarvitame mõõtklaasi (mensuuri) või ülevooluanumat. Tuleta meelde, kuidas tegid seda eelmistes klassides. Olgu selle kivitüki ruumala  $240 \text{ cm}^3$  ja kaal  $600 \text{ g}$ . Siit arvutame **ühe kuupsentimeetri kaalu grammides** ehk **erikaalu**, mis on  $600 \text{ g} : 240 = 2,5 \text{ g}$ . 1 kuupsentimeeter graniiti kaalub seega 2,5 grammi, järelikult  $1 \text{ dm}^3$  graniiti kaalub  $2,5 \text{ kg}$  ja otsitav rulli kaal on  $1700 \cdot 2,5$  ehk  $4250 \text{ kg}$ .



16. joonis. Vedrukaalud.

Oletame, et niisugune rull toetub maapinnale 10 cm laiusel ribal. Mitme kg tugevuselt rõhub siis rull iga 1 cm<sup>2</sup> suurust pinda?

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

Jagades kivi erikaalu (2,5) vee erikaaluga (1), saame arvu (2,5), mis näitab, mitu korda on 1 cm<sup>3</sup> kivi raskem 1 cm<sup>3</sup> 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 eelpoolkirjeldatud viisil raua, puu, kivi ja tina erikaal.

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

**Erikaalude tabel.**

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

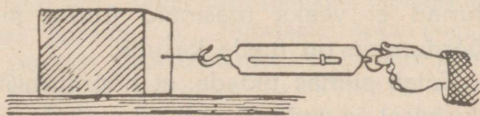
1. Telliskivi pikkus on 24 cm, laius 12 cm ning paksus 6 cm ja kaalub 4 kg. Leia selle telliskivi erikaal. 2. Kui palju kaalub klaasitäis (250 cm<sup>3</sup>) elavhõbedat? 3. Kas jõuab keskmine tugev inimene pange (12 liitrit) elavhõbedat või kuupmeetri korki üles tõsta? Kumb on kergem? 4. Mitu korda on õhk veest kergem? 5. Mitu kg kaalub

klassitoatäis õhku? 6. Inimese keskmine erikaal on  $\sim 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  (too tõendeid selleks). Leia selle põhjal oma keha ruumala liitrites. 7. Kui palju kaalub kuuselaud, mille pikkus on 5 m, laius 1,8 dm ja paksus 3 cm? 8. 4 liitrit piima kaalub 4 kg 120 g. Kui suur on piima erikaal? 9. Kui palju kaalub õhk inimese keha ruumala suuruses? 10. Kui palju maksab liiter kulda, kui 1 g kulla hind on 3,9 kr.? 11. Mitu kg kaaluks massiivsest graniidist tehtud sinu kuju loomulikus suuruses?

## 10. Hõõrdumine.

1. Tasast maapinda mööda visatud kivi, rõhtsal pinnal rõõpmeil 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 eelmis 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 vahele ja takistavad sedaviisi liikumist. Me ütleme sel puhul lühidalt: liikumist takistab **hõõrdumine** ehk **hõõrdumistung**. Kui tahame, et liikumapandud keha liiguks järjest edasi ühtlaselt, s. o. endise kiirusega, peame kogu aeg ületama liikumist takistavat hõõrdumistungi.

2. Näitena määrame hõõrdumistungi suuruse tooli vedamisel mööda 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.



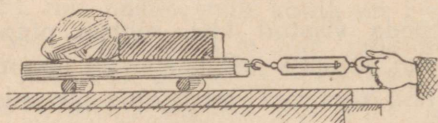
18. joonis. Hõõrdumistungi määramine liigumisel.

Nüüd võime kergesti arvutada, kui suure osa tooli raskusest (4 kg) moodustab hõõrdumistung (1 kg) ehk kui suur on hõõrdumistungi ja tooli raskuse suhe. Saame:  $1 \text{ kg} : 4 \text{ kg} = \frac{1}{4}$ . Seda suhet nimetatakse ka **hõõrdumiskoefitsiendiks**.

3. Määra kirjeldatud viisil hõõrdumistungi suurus klassipingi, laua, puuhalu, kasti jne. vedamisel mööda põrandat. Arvuta iga juhu kohta

hõõrdumistungi ja keha raskuse suhe ehk hõõrdumiskoeffitsient. Võrdle saadud hõõrdumiskoeffitsiente omavahel. Määra katse abil, kuidas ole-  
neb hõõrdumiskoeffitsient pinna suurusest ja siledusest, keha raskusest ja õlitamisest.

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



19. 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.

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

keskkonna aineosakeste inertis, vastupanu liikumisele, mis tuleb ületada, ja keskkonna aineosakeste hõõrdumine üksteise vastu.

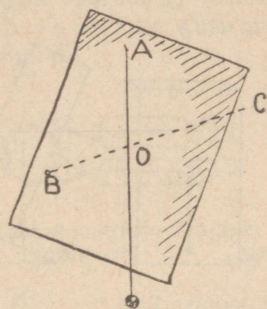
1. Kui puuduks hõõrdumine, kas oleks siis võimalik liikuma hakata, seisma jääda, asju nõõriga kokku siduda, naelu ja kruvisid tarvitada jne.?
2. Mispärast on tähtis, et maanteed oleksid hästi siledad?
3. Misguseid takistusi tuleb ületada kelgusõidul?

## 11. Raskuspunkt ja tasakaal.

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

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

Võtame papitüki ja pistame ta ühest äärest nõõpnõela läbi, nii et ta selle ümber saaks vabalt võnkuda (20. joonis). Nõõpnõel on toeks ehk toetuspunktiks, mis tasakaalustab papitüki raskust. Pärast lühikest võnkumist jääb papitükk seisma. Kui teda sellest asendist välja viia, tuleb ta ise sinna jälle tagasi. Seepärast nimetame säärast keha tasakaaluasendit **püsivaks tasakaaluks**.

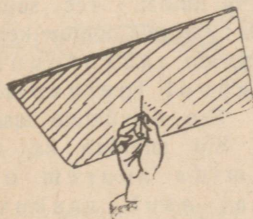


20. joonis. Papitüki raskuspunkti määramine.

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

Me võime kujutella, et kogu papitüki raskus on mõjumas ehk rakendatud raskuspunktis. Seega on siis raskuspunkt keha raskuse rakenduspunktiks. Tõepoolest, toetades papitüki alt raskuspunktis nõelaga, näeme, et papitükk jääb tasakaalu. See näitab, et oleme raskuspunktis tasakaalustanud kogu papitüki

21. joonis. Papitüki toetamine raskuspunktis.

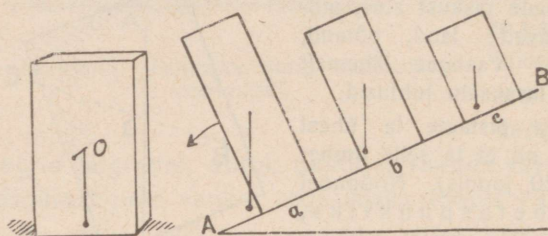


raskuse. Valides toetuspunkti väljaspool raskuspunkti, kukub papitükk ümber, sest raskuspunkt ja toetuspunkt ei asu ühel ja selsamal püstsihil.

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

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

3. Igal kehal on oma raskuspunkt. Ta asukoha määramiseks võime kasutada sama viisi kui papitüki juures. Määra sel teel tooli raskuspunkti asukoht. Raskusi tekitab siin toetuspunktist läbimineva



22. joonis. Risttahukas loega.

23. joonis. Tasakaalu juhud.

püstihi märkimine. Harilikult läheb see siht keha seest, kus märkimine võimatu.

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

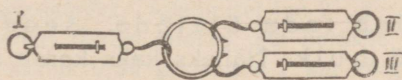
Vaatame nüüd, kuidas on lugu alusele toetuva keha tasakaaluga. Võtame risttahukakujulise paksema lauotsa. Ta raskuspunkt asub keskel. Lööme tahu keskele raskuspunkti kohale naelakese ja riputame sinna otsa loe (22. joonis). Nüüd asetame risttahuka ühele servale mitmel viisil kaldu ja vaatame järele, millal tuleb risttahukas tagasi endisse tasakaaluasendisse ning millal kukub ta ümber. Tee seda. Kõiki katsete tulemusi kokku võttes võime öelda: alusele toetuv keha tuleb tagasi endisse tasakaaluasendisse ainult siis, kui raskuspunkti tõmmatud püstjoon läheb seespool toetuspiirjoont. Vastasel korral kukub keha ümber. See on üldine tasakaalu tingimus kõigi toetuvate kehade puhul. Siit järeldub ka, et keha tasakaal on seda püsivam, mida suurem on toetuspiirjoon ja mida madalamal asub raskuspunkt. Seda tõendavad näitlikult 23. joonisel kujutatud katsed risttahukatega: juhul *a* kukub risttahukas ümber, juhul *b* on ta **mitte-püsivas tasakaalus**, juhul *c* püsivas. Aluslauda parempoolsest otsast veidi ülespoole tõstes kukub ka risttahukas *b* ümber, kuna *c* jääb veel püsima. Aseta samad risttahukad aluslauale praeguse katse

külgtahkudega. Milline neist nüüd kukub kõige enne ümber? Milline on kõige püsivamas tasakaalus ja mispärast? Pane tähele ümberolevaid asju (raamat, tindipott ja lamp laual, tool ja laud põrandal). Misugune on nende tasakaal ja milline neist on kõige püsivamas tasakaalus?

1. Kumb läheb kergemini ümber: kas õle- või liivakoorem? van-ker või regi? tühi lamp või petrooleumiga täidetud? 2. Mispärast on karkudel, palgil, aialatil, nõõril jne. raske kõndida? 3. Mispärast hoi-  
dub inimene, kes kannab mingit raskust, ühele või teisele poole kaldu?

4. **Tungide liitmisest.** Kui üks hobune ei jõua koormat ära vedada, siis rakendame ette kaks. Kahe hobuse samasuunaline tõmme liitub ja ületab kõik koorma liikumise takistused. Samuti toimetame kelguvedamisel. Kui Jüts tõmbab kelku nõõrist 5 kg, Ats aga samast nõõrist 7 kg tugevuselt, siis on nõõri kaudu kelgule rakendatud tõmbe-  
tung  $5+7$ , s. o. 12 kg. Samasuunaliste tungide summa leidmiseks tuleb liita antud tungid.

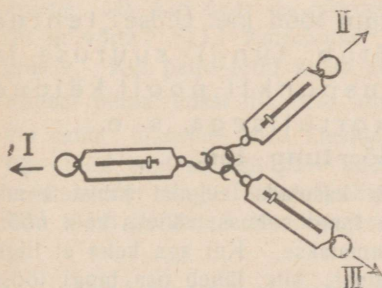
Seda on kerge tõendada ka vedrukaalude abil. Tõmbame rõngast ühelt poolt ühe, teiselt poolt kahe vedrukaalu abil. Siin võime tähele panna, et kahe kaalu (II ja III) tõmme-  
mete summa võrdub alati ühe kaalu (I) tõmbega.



24. joonis. Samasuunaliste tungide liitmine.

Meil on 2 vedrukaalu kuni 10 kg raskuste asjade kaalumiseks. Kuidas kaaluda nendega asja, mille raskus üle 10 kg ja alla 20 kg?

Keerukam on tungide liitmine juhul, kui nad ei mõju samas suunas. Rakendame vedrukaalude abil samasse rõngasse kolm tungi (25. joonis.)



25. joonis. Tungide liitmine.

III tõmbe summa nendevahelise nurga muutudes?

Tugevama mõju saamiseks on vaja rakendada kõik tungid võimalikult keha liikumise suunas. Alati pole see aga võimalik, näiteks lodja vedamisel kaldalt.

Kui I kaal näitab 5 kg, siis II kaal näiteks võib näidata 4 kg ja III kaal ka 4 kg. II ja III kaalu näitamiste summa ( $4+4$ ) on suurem kui I kaalu näitamine, kuigi tasakaal on olemas. Põhjus seisneb selles, et II ja III kaal ei tõmba rõngast mitte samas suunas. Seega läheb osa nende tõmbest kahele poole külgedele kaduma.

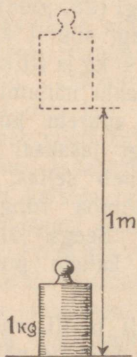
Muuda kaalude II ja III vahel olevat nurka ja jälgi kaalude näitamist. Kuidas muutub kaalude II ja

## 12. Töö ja selle mõõtmine.

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

Tööd teeb hobune koormat vedades, ületades hõõrdumistungi samuti kärumees kärü 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, hõõrdumist koormavedamisel jne. 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 raskust samale kõrgusele vinnates teeme kaks korda rohkem tööd; sama raskust 3 korda kõrgemale tõstes on tehtud töö hulk 3 korda suurem. Töö hulga mõõtmisel on võetud ühikuks see töö hulk, mis tuleb teha 1-kg-lise raskuse kõrgemale tõstmiseks 1 m võrra. Nimetame seda töö hulka **kilogramm-meetriks** (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 mõõhtub tungi suuruse ja tungi rakenduspunkti poolt käidud tee pikkuse korrutisega, s. o.

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



26. joonis.

Töö ühik: kgm.

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

2. Tuleb silmas pidada, et töötegemine ülal toodud mõttes on kindlasti seotud liikumisega. Kui keha, millesse tung mõjub, edasi ei liigu, vaid paigal püsib, siis seejuures tung tööd ei tee. Näiteks, kui kraamivedamisel koorem on

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

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

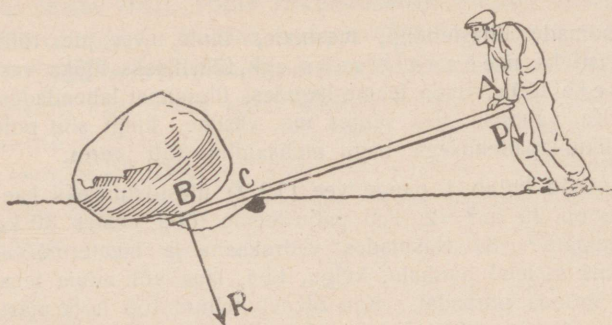
1. Mitu kgm tööd kulub 1 pange vee (12 l) ülestõstmiseks kaevust, mille sügavus on 20 m? 2. Kui palju teeme tööd, tõstes 30 kg 20 cm võrra kõrgemale? 3. Kasutades vedrukaalu ja meetermõõtu, määra töö hulk, mis sa teed puuhalu, kelgu, kivi, laua või mõne teise raskuse vedamisel mööda põrandat. Kas on olemas 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 sina 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 ületamisel? 8. Kooli veevärgi reservuaar mahutab 1,2 m<sup>3</sup> vett ja asub 35 m kõrgemal veepinnast kaevus. Mitu kgm tööd kulub selle vee hulga ülespumpamiseks? 9. Inimese süda, verd mööda keha laiali surudes, teeb iga löögiga keskmiselt nii-palju tööd, kui palju tööd kulub 1 kg tõstmiseks 9 cm kõrgusele. Kui suur on inimese südame ööpäeva 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-grammilise kivi langemisel 50 m võrra? 11. Karjapoiss viskas 120-grammilise 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 kulub 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 veeretada, vett kaevust välja tõsta jne. Otsesest lihaste tungi rakendamisest sagedasti ei jätku,

seepärast tarvitab inimene töötegemisel mitmesuguseid kunstlikke tööriistu või seadeldisi, mida nimetatakse masinaiks. Lihtsamad neist on kang, plokk, pöör, kaldpind, kiil ja kruvi.

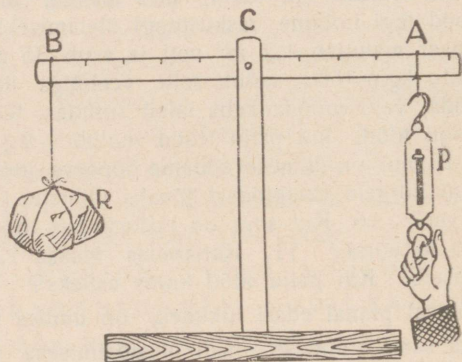
2. **Kang. Tasakaal kangil.** a. Suurte raskuste nihutamisel, näiteks kivide ja kändude kaalumisel, on väga kasulik tarvitada kangil (27. joonis).



27. joonis. Kivikaalumise kangil abil.

pannakse tõstetava keha alla, teises otsas (*A*) surub tööline noole suunas. Kangi toetuspunktiks on *C*, mille ümber saab kangil vabalt pöörda.

Otsa *A* allapoole rõhudes surub ots *B* kivi üles. Ütleme, et tööline lasub kangil otsas *A* kogu oma raskusega — 75 kg. Kui tugevasti rõhub kangil kivi ülespoole otsas *B*? Küsimuse vastamiseks teeme rea katseid lihtsa kangiga, mis kujutatud 28. joonisel.



28. joonis. Kahepoolne kang.

b. Kang *AB* annab vabalt pöörduva toetuspunkti *C* ümber. Tühjalt on kang tasakaalus igas asendis. Riputame nüüd kangile otsas *B* enne ära kaalutud 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.

Märkus: 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 tasakaalustumisel ja kannan nad tabelisse. Korruta koormise suurus temale vastava õla ja tasakaalustava tungi suurus 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 28. joonisel tarvitatud koormise ja tungi tähistust, võime eelmise lause lühidalt üles kirjutada nõnda:

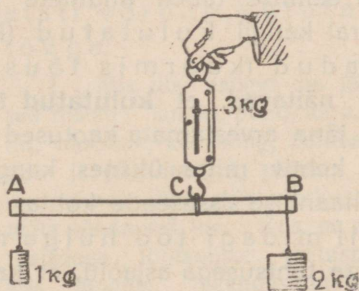
$$P \cdot AC = R \cdot BC.$$

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

Lahenda nüüd ülesanne: kui tugevasti rõhub kang kivi, ülespoole otsas  $B$  (27. joonis). Seejuures tuleb silmas pidada et kang rõhub kivi sama 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?

Märkus. Jätame kangi omaraskuse arvestamata. Siis võime küsimuse lahendada katseliselt järgmiselt: kerge sirge varva otsesse (puust liist, umbes 25 cm pikk) riputame antud koormised (29. joonis). Varva riputame vedrukaalu konksu otsa nii, et ta oleks tasakaalus. Kui palju näitab vedrukaal? Kus on kangi  $AB$  toetuspunkt? Missugune on rõhumine toetuspunktis  $C$ ?



29. joonis. Rõhumise määramine toetuspunktis.

on 6 kg. Kēpi eespoolne ots on tagapoolsest 3 korda pikem. Kui suur on kēpi rõhumine õlale? 4. Sa tahad oma raskusega üles tõsta kivi, mille raskus on 500 kg. Missugune peab olema õlgade vaherkord kangil?

3. **Töö kangil.** Tasakaalusta võimalikult pikkade õlgadega kangil koormised 1 kg ja 2 kg. Nüüd nihuta parempoolse koormise rakenduspunkti näiteks 6 cm allapoole. Mõõda, kui palju tõusis kangi pahempoolse koormise rakenduspunkt. Tee 5 säärast mõõtmist ja kanna tulemused tabelisse järgmiselt:

Parempoolne koormis	langes	6 cm					
	tõusis						
Pahempoolne koormis	tõusis	? cm					
	langes						

Vaatle tähelepanelikult tabelis saadud arve. Kuidas oleneb koormiste tõus või lang koormiste suurusest? Kuidas kangi õla pikkusest?

Arvuta nüüd raskustungi töö koormiste nihkumisel üles ja alla eelmise tabeli andmete põhjal. Missugune on tasakaalu korral kangil kulutatud (koormis langeb alla) ja saadud (koormis tõuseb üles) töö vaherkord? Katsete näitavad, et **kulutatud töö võrdub alati saadud tööga**, kui jätta arvestamata kaotused hõõrdumise tõttu. See põhilause on kehtiv mitte üksnes kangi, vaid ka iga teise masina ja mehaanilise sisseseade kohta. Järelikult me ei võida kangi abil midagi töö hulga mõttes. Küll aga on tegelikult suure tähtsusega asjaolu, et kangi abil on meil võimalik väikese tungiga tasakaalustada suurt ja ümberpöörduvat. Sel teel saame oma nõrga jõuga ületada suuri raskusi.

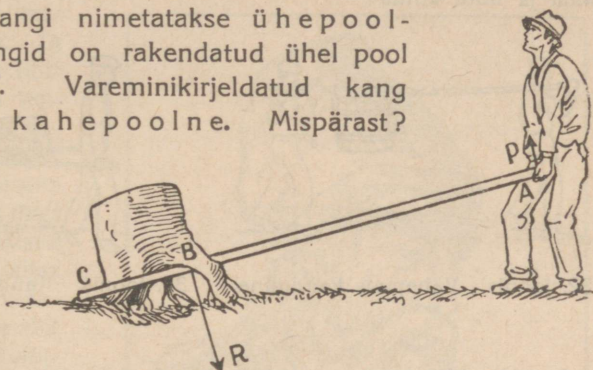
4. **Ühepoolne kang. Kangide liigitamine.** Sagedasti kasutatakse kangi 30. joonisel näidatud kujul. Kännukaaluja rõhub kangi, mis toetub punktis *C*, otsas *A* üles *P* kg tugevuselt;

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  $C$ . Varemikirjeldatud kang (28. 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

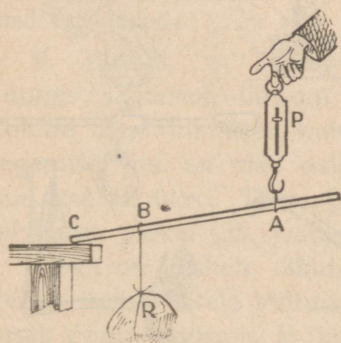
sama seadus kui kahepoolse kangi tasakaalu puhulgi, s. o.  $P \cdot AC = R \cdot BC$ .



30. joonis. Kännu kaalumise kangi abil.

Tõenda seda ühepoolse kangi abil 31. joonisel kujutatud viisil. Tulemused kannu tabelisse samuti, nagu seda tegime kahepoolse kangi puhul (lk. 33).

Näita katseliselt, et ka ühepoolse kangi juures saadud töö alati võrdub kulutatud tööga.



31. joonis. Ühepoolne kang.

1. Mis liiki kangid on järgmised riistad: tangid, pihid, käru, käärid, ukselink, kaevuling, pumbaraud, tule- ja pähklitangid, päsmer, lõualuu, inimese käsi, pliats kirjutamisel, mõla sõudmisel jne. Kus on nende riistadega töötamisel toetuspunkt, kus tungide rakenduspunktid ja õlad? Mis liiki kangid on kujutatud joonisel 34?

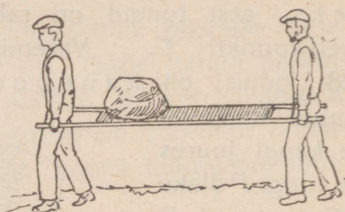
2. Mis kasu on kaelkookudest? Kas nendega on kergem kanda?

3. Kummal on 32. 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 33. joonise järgi kergem kanda ja mitu korda?

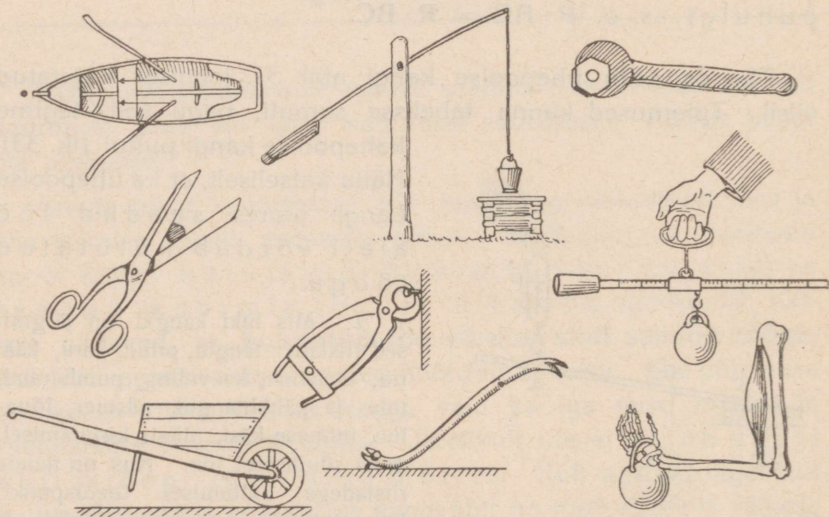


32. joonis. Vahepuus kandmine.



33. joonis. Kandraamil kandmine.

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



34. joonis. Mitmesugused kangi rakendused.

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

5. **Archimedes** on suuremaid vanaaja teadusmehi. Rahvuselt kreeklane, sündis ta Sürakuusa linnas Sitsiilias ja elas seal kogu aja. Archimedes olevat ehitanud kuni 40 mitmesugust uut masinat. Ta on kangide ja teiste lihtmasinate tasakaalu seaduse ning vedeliku alt rõhu seaduse avastaja; ka määras ta esimesena  $\pi$  suuruse ja arvutas ringi pindala. Kui roomlased piirasid Sürakuusat, aitas Archimedes mitmesuguste uute masinate abil edukalt kaitsta oma kodulinna. Kolmeaastase piiramise järele langes Sürakuusa siiski roomlaste kätte ja Archimedes sai surma rooma sõduri käe läbi. Räägitakse, et parajasti enne surma Archimedes olevat uurinud mingit joonist liival. Rooma sõdurile, kes tuli teda tapma, olevat Archimedes hüüdnud: „Ära astu mu ringidele!“



Archimedes 287—212 e. Kr.

6. **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 nõõrist ülalt alla kui otse alt üles. Töötegitaja tungi mõjumissuuna muutmiseks tarvitame plokki (35. joonis).

Plokk on keskelt läbimineva telje ümber vabalt pöörduv ketas; tema äärel tehtud soonest käib nõõr üle. Nõõri ühes otsas ripub koormis  $R$  (kivi); nõõri teisest otsast tõmbame vedrukaalu abil, et hoida koormist tasakaalus.

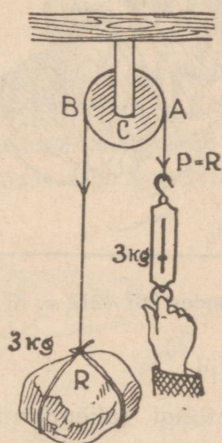
Riputa mitmesuguse raskusega koormisi ploki nõõri otsa ja vaata, mida näitab vedrukaal nende tasakaalustamisel.

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

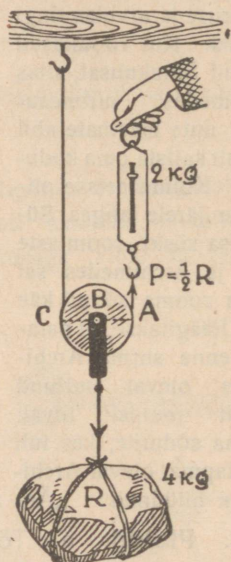
$$P = R.$$

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

b. Kirjeldatud plokki nimetatakse liikumatuks, sest ploki telg toetub liikumatult kinnitatud hargile. Annab aga hark ühes kettaga vabalt üles ja alla liikuda, siis nimetatakse niisugust plokki liikuvaks (36. joonis). Siin ripub koormis  $R$  kahe nööri otsas. Kumbki neist kannab poole koormise raskusest. Seega: liikuva ploki tasa-



35. joonis. Liikumatu plokk.



36. joonis. Liikuv plokk.

kaalu korral võrdub tasakaalustav tung koormise raskuse poolega, s. o.  $P = \frac{1}{2}R$ .

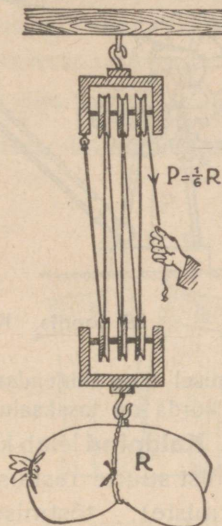
Samale tulemusele jõuame vaadeldes liikuvat plokki kui ühepoolset kangi, mille toetuspunkt asub  $C$ -s; tungide  $P$  ja  $R$  rakenduspunktideks on vastavalt  $A$  ja  $B$ . Et õlg  $AC$  on õlast  $BC$  2 korda pikem (mis-pärast?), siis peab olema tung  $P$  tungist  $R$  2 korda väiksem.

Mõõda, kui palju peab tõusma tungi  $P$  rakenduspunkt  $A$ , et koormis  $R$  tõuseks kõrgemale 10 cm võrra. Arvuta sel juhul  $P$  ja  $R$  tehtud töö hulk. Võrdle neid isekeski. Arvuta  $P$  ja  $R$  töö hulk, kui koormis tõuseb 15, 20, 30 jne. cm võrra. Missugusele üldisele otsusele jõuame neist katseist? Sõnasta see.

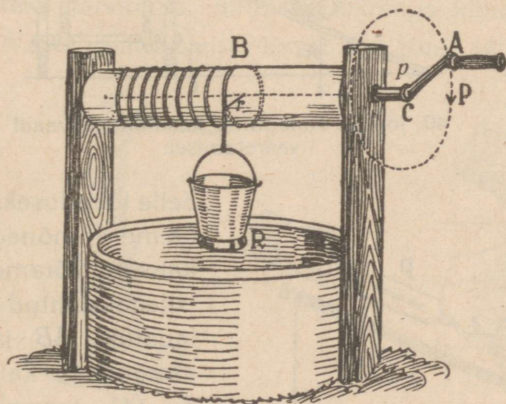
c. Nagu nägime, on ühe liikuva ploki juures tasakaalustav tung 2 korda väiksem koormise raskusest. Tahame tasakaalustavat tungi veelgi vähendada, tuleb ühendada järjest mitu liikuvat ploki. Sel teel saame nn. **liitploki** ehk **polüspasti**, mida tarvitatakse suurte raskuste tõstmisel. 37. joonisel kujutatud liitploki on kummaski hargis ühendatud 3 ploki. Koormis  $R$  ripub siin 6 nööri otsas, mis kõik ühteviisi pingul. Järelikult tasakaalustav tung  $P = \frac{1}{6}R$ .

Seda liiki polüspastis 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 nööri otsas  $P$  alla poole tõmbama, et koormis  $R$  tõuseks 1 m võrra? 2. 37. joonisel kujutatud polüspasti otsas ripuv viljakott kaalub 96 kg. Kui tugevasti tuleb selle ülesvinnamisel nööri otsast tõmmata?



37. joonis. Liitplokki.



38. joonis. Pöör.

7. **Pööra** kasutatakse meil harilikult kaevust vee vinnamiseks (38. joonis). Ta koosneb võllist ( $B$ ) ja temaga ühendatud rattast või vändast. Võlli ümber käib nöör, mille otsas ripub vee-pang. Vee-pange raskus  $R$  ja vänta ümber-

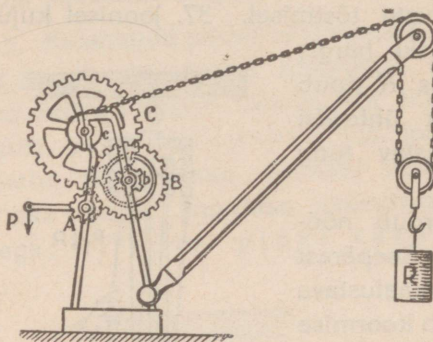
ajav tung  $P$  püüavad pöörda võlli teine teisele poole. Missuguseil tingimusil tasakaalustab tung  $P$  pange raskuse  $R$ ? Joonisel kujutatud asendis võime vaadelda pööra kui kahepoolset kangi,

mille õlgadeks on võlli raadius  $r$  ja vända pikkus  $p$ . Tasakaalu korral peab olema (vt. § 13, 2)  $Pp = Rr$ . Siit järgneb: vända ümberajav tung  $P$  on nii mitu korda **väiksem** koormise ras-

kusest  $R$ , kui mitu korda on vända pikkus  $p$  **suurem** võlli raadiusest  $r$ .

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

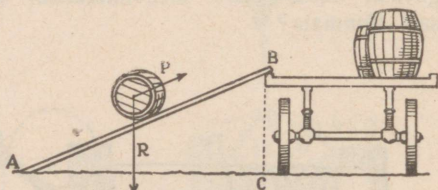
Sagedasti tarvitatakse pöörade ühendust hammasrataste abil. Sel teel saavutatakse veel suuremat võitu tasakaalustava tungi suuruse poolest. 39. joonisel on kujutatud pöörade ühendus, mida kutsutakse kraanaks. Teda kasutatakse suurte raskuste tõstmiseks ehituste juures ja laevade



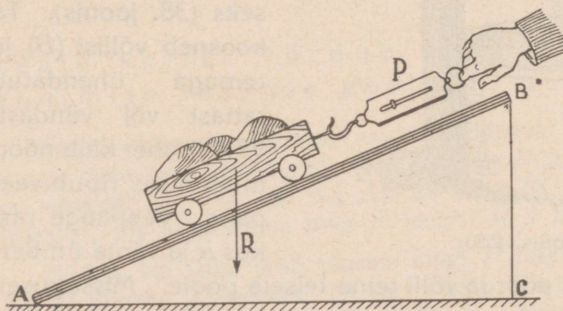
39. joonis. Kraana.

laadimisel ning tühjendamisel. Vaatle tähelepanelikult joonist ja määrä, mitu korda on tasakaalustav tung  $P$  tõstetavast koormisest  $R$  väiksem.

**8. Kaldpind** leiab kasutamist suurte raskuste (koormiste) tõstmisel, näiteks vaadi vankrile veeretamisel (40. joonis). Tema abil saame suurt koormist — vaadi raskus  $R$  — tasakaalustada palju väiksema tungiga  $P$ .



40. joonis. Kaldpinna kasutamine vaadi veeretamisel.



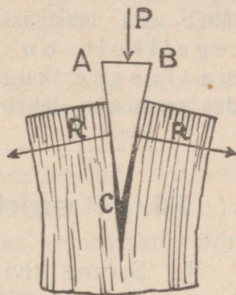
41. joonis. Tasakaal kaldpinnal.

Selle tõenduseks teeme mõned katsed. Võtame siledakstehtud lauatuiki  $AB$  ja asetame ta kaldu (41. joonis). Nüüd võtame mõne suurema koormise  $R$ , 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 tasakaalustava tungi suuruse. Neist katseist selgub, et tasakaalustav tung ( $P$ ) on seda väiksem, mida pikem on kaldpind kõrgusega ( $BC$ ) võrreldes. Kui näiteks kaldpinna pikkus on kõrgusest 3 korda suurem, siis võrdub tasakaalustav tung ainult  $\frac{1}{3}$ -ga koormise raskusest, jne.

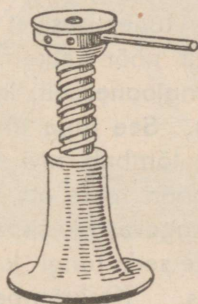
Mispärast on koormat raskem vedada mäest üles kui tasasel teel?

9. **Kiilu** tarvitame puu- ja kivilõhkumisel, laudade ligiajamisel põrandapanekul, kirve ja vasara varre otsa panemisel jne., üldse suure küljerõhumise tekitamisel. Ka kirves, nuga, peitel on tehtud kiilutaoliselt. Rõhumine kiilu silmale ( $P$ ) andub edasi kiilu külgedele ( $R$ ). Küljerõhumine on nii mitu korda suurem rõhumisest silmale, kui mitu korda kiilu külje pikkus ( $AC$ ) on suurem silma paksusest ( $AB$ ). Seepärast peame hästi tugeva küljerõhumise tekitamiseks tarvitama õhukese silmaga kiilu.

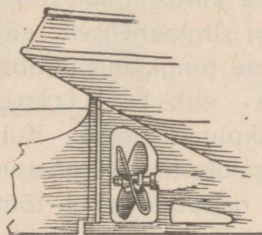


42. joonis. Kiil.

Vahel puulõhkumisel kargab kiil puust välja. Mispärast?



43. joonis. Tungraud.



44. joonis. Laevakruvi.

10. **Kruvisid** tarvitame asjade ühendamisel (puu- ja rauakruvid), samuti riistades, kus on vaja tekitada suurt rõhumist, nagu hõõvlipink, raamatukõitmispress, kopeerimispress, tung-

raud jne. Ka laevakruvi ja lennuki propeller on ehitatud kruvitaoliselt.

Milleks tarvitatakse tungrauda? Mis on kujutatud tungraual kruvi-peaks, mis mutriks? Milleks tarvitame kruvikeerajat?

11. **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 printsiipt: masinasse kulutatud töö võrdub alati masinalt saadud tööga. Masinad on ainult erapooletud, omakasupüüdmatud vahetalitajad, töö edasiandjad. Neilt võime nõuda ainult niipalju tööd, kui palju neile on antud. See oleks täpselt õige, kui poleks hõõrdumist. Tõepoolest läheb osa masinasse kulutatud tööst hõõrdumiseks kaduma, nii et tegelikult on masinast saadud töö alati väiksem masinasse kulutatud tööst. Osa kulutatud tööst, muutudes soojuseks, läheb hõõrdumise kaudu kaotsi.

## 14. Kesktõmbetung. Koorelahutaja.

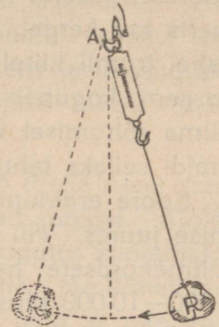
1. Seome kivi nõõri otsa ja keerutame (ling). Me tunneme, kuidas nõõr tõmbub pingule, ja seda tugevamini, mida kiiremini keerutame. Küllalt suure kiiruse juures võib nõõr katkeda. Millises suunas lendab siis kivi? Nõõri pingulolekut tekitab kivi inerts. Kivi püüab sirgjooneliselt edasi liikuda, meie aga kogu aeg tõmbame teda sirgjoonelt kõrvale ringjoonele. On kivi ja ta kiirus küllalt suur, siis ei jätku nõõri tugevusest, et takistada kivi sirgjooneliselt edasi liikumast, ja nõõr katkeb. Me nimetame tungi, mis tõmbab kivi liikuma ringjooneliselt, kesktõmbe- ehk tsentripetaaltungiks. See tung tõmbab kivi keskpunkti poole. Kui nõõri üks ots tõmbab kivi keskpunkti poole (kesktõmbetung), siis sama nõõri teine ots, mida hoiame näppude vahel, tõmbab kätt sama tugevasti keskpunktist eemale. Seda tunneme otseselt. Nimetame seda tungi 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.

Seome nõõri otsa mõne raskuse, näiteks umbes kilogrammise kivi. Nõõri kinnitame vedrukaalu konksu külge (45. joonis). Vaatame, kui palju kaal näitab. Nüüd paneme kivi pendli- taoliselt võnkuma. Tasakaaluasendist läbimine- kul märgime iga kord kaalu näitamise. See on aga suurem kui kaalu näitamine paigal olles. Raskusele on juurde tulnud kesktõuketung. Ta on seda suurem, mida suurema hooga kivi läheb läbi tasakaaluasendist.

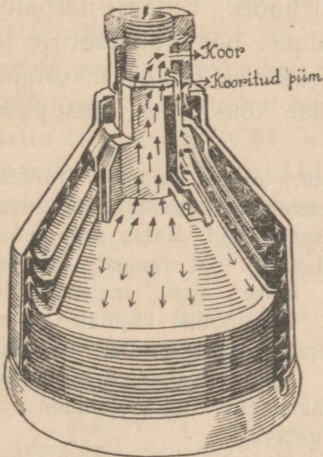
Riputa pang nõõri otsa ja vala ta põhja paar liitrit vett. Pane nüüd pang nõõri otsas kiiresti pöörlema. Vaatle, mis juhtub veega. Samalaadilist nähtust võime tähele panna ka lusikaga vett klaasis kiiresti ringi liigutades.

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

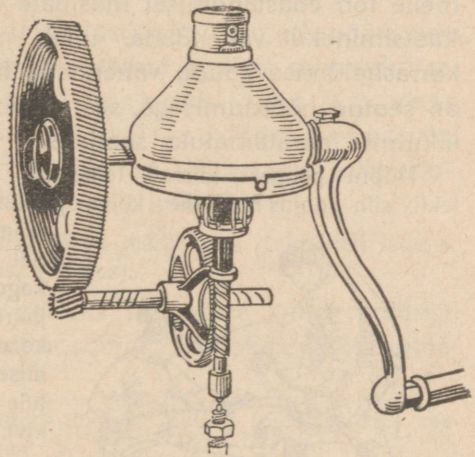


45. joonis. Koormise võnkumine vedrukaalu otsas.

2. Kesktõuketungi alusel töötavad mitmesugused masinad ja nende osad. Näitena vaatleme lähemalt koorelahutaja (separaatori) tegevust. Selle tähtsamaks osaks on kiiresti pöör-



46. joonis. Koorelahutaja trummel.



47. joonis. Koorelahutaja trumli ümberveomehhanism.

lev trummel (46. joonis). Trumliisse on laotud üksteise peale terve rida nn. taldrikuid. Taldrikute vahel on väikesed vahed. Piim langeb ülalt trumli torru ja valgub sellest eriliste külje-

lõhede 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 voolavad kooritud piim ja koor trumlist välja eraldi selleks tehtud avaustest.

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

Vaatle lähemalt 47. joonist ja seleta, mille abil saavutatakse trumli suur pöörlemiskiirus.

Mis kasu on koorelahutajast piimamajanduses?

## 15. Töö ja soojus.

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

Hõõru peopesi kiiresti teineteise vastu. Mida tunned? Millest tekib siin soojus? Kahe kuiva puutüki teineteise vastu hõõrumisel võime saada tuld. Katsu seda teha. Sel teel saadi tuld vanasti, ja veel koguni hilise ajani metsrahvaste juures. 48. joonis kujutab sellekohast puuri, mida tarvitati tule saamiseks. Meie esivanemad tarvitasid tule saamiseks nn. tulerauda ja kivi. Kuidas?



48. joonis. Tulepuurimine.

2. Edasi teame, et traat painutamisel läheb kuumaks painutamiskohas, alasi – tagumisel. Püssikuul läheb õhus liikudes

kuumaks, tinakuul hakkab koguni sulama; samuti väikesed kehakesed, sattudes maailmaruumist Maa õhkkonda, lähevad

vastu õhku hõõrdudes kuumaks, hakkavad helenduma ja põlevad sagedasti hoopis ära (lendtähed). Too veel näiteid töö soojuseks muundumise kohta. Käsiteldud näiteist selgub, et töö muutub kergesti soojuseks. Tahame teada, kui palju tekib soojust töö muundumisel soojuseks ja missugune on side kulutatud töö hulga ja saadud soojuse hulga vahel, peame õppima soojusehulka mõõtma.

**3. Soojusehulga 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 aimest, kuigi me teda ei näe ega suuda kehas (õhust, veest jne.) eraldada.

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

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

Sõna kalori tähistamiseks tarvitatakse märki **cal** (algtähed ladina-keelsest sõnast *calor* — kuumus, palavus).

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

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

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

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

2. harjutis. Segati 400 g vett 15° juures 600 g veega 40° juures. Leida segu temperatuur. Ülesande lahendamisel arvutame soo-

jusehulga muutumised 0<sup>o</sup>-st alates. Seejuures on vaja 400 g vee soojendamiseks 15<sup>o</sup> võrra kulutada 15 · 400 ehk 6 000 kalorit, ja 600 g vee soojendamiseks 40<sup>o</sup> võrra kulutada 40 · 600 ehk 24 000 kalorit, kokku 6 000 + 24 000, s. o. 30 000 kalorit. Sellest soojusehulgast jätkub 400 + 600, s. o. 1 000 g vee soojendamiseks 30 000 : 1 000 ehk 30<sup>o</sup> võrra. Järelikult segu lõpptemperatuur oli 30<sup>o</sup>. Kontrolli saadud resultaati otsese mõõtmise teel, korraldades vastava katse.

1. Kui palju kulub soojust, et 450 g vett soojendada 10<sup>o</sup>-st kuni 25<sup>o</sup>? 2. Kui palju soojust annab ära teeklaasitäis (250 g) vett jahtudes 100<sup>o</sup>-ist 25<sup>o</sup>-ni? 3. Kui palju soojust kulub selleks, et 3 liitrit vett toatemperatuurist (17<sup>o</sup>) soojendada 100<sup>o</sup>-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<sup>o</sup> võrra? 7. Segati 2 liitrit vett 10<sup>o</sup> juures 3 liitri veega 15<sup>o</sup> juures. Leia segu temperatuur. 8. Kuidas saab määrata soojuse hulka, mida annab hõõglamp 5 min jooksul?

## 16. Soojuse muundumine tööks.

1. Varemini (§ 15,1) nägime, et töö muundub kergesti soojuseks. Katsed näitavad, et töö ümbervahetamisel soojuseks alati peame kulutama 427 kgm tööd, et saada 1 kilokalor soojust. Seepärast nimetame **427 kgm** soojuse mehaaniliseks ekvivalendiks, see tähendab: 427 kgm mehaanilist (lihaste, masinate, tuule, vee jne.) tööd on ekvivalentne ehk üheväärne 1 kilokalori soojusega.

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 lõhkumise! tehtud töö soojuse tehtud.

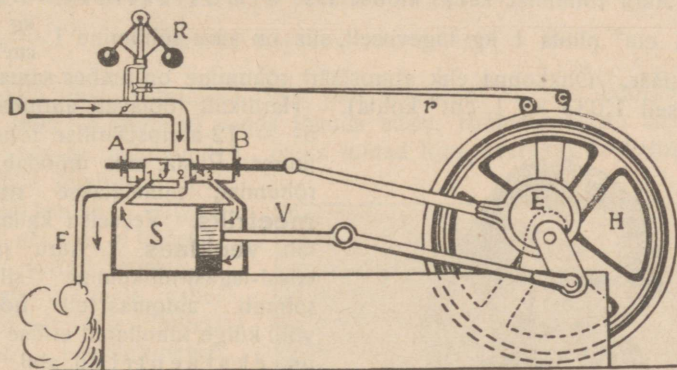
Õhk kummipallides, jalgratta kummides paisub soojenedes ja lõhub kestad. Aur teekatlas kergitab kaane, ületades tema raskuse. Sama nähtust võime tähele panna ka kohvimasina ja supipaja kaanega. Vaatle seda lähemalt.

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

Suurel määral toimetatakse soojuse muundamist tööks aurumasina abil. Mis otstarbeks tarvitatakse aurumasinat?

2. **Aurumasin.** a. Aurumasin on suur tugevate seintega kinnine katel. See täidetakse üle poole veega. Katelt küttes soojeneb vesi ja hakkab muutuma auruks. Tekkinud aur ei pääse aga kinnisest katlast välja, vaid koguneb vee peale. Kütmisel tekib uut auru järjest juurde, seepärast tõuseb auru rõhumine katlas õige kõrgele. Nagu nägime, võib kuum aur teha tööd. Auru töötamine toimub aurusilindris. Kuidas see toimub, selgub 49. joonise abil.

Toru *D* mööda juhatakse aur katlast aurukarpi *AB*, millest väljuvad kolm toru: torud 1 ja 3 ühendavad aurukarpi aurusilindriga *S*, toru 2 kaudu juhatakse läbitöötatud aur masinast välja. Aurukarbis liigub tihedalt edasi-tagasi jaotaja *J*, kord 1., kord 3. toru kaudu aurukarpi aurusilindriga ühendades. Silindris *S* liigub tihedalt edasi-tagasi kolb.



49. joonis. Aurumasinna skeem.

Joonisel kujutatud asendis tuleb aur katlast, tungib paremale poole kolvi taha ja rõhub teda pahemale poole. Pahemal pool kolvi 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 juhatakse masinast välja. Kolvi edasi-tagasi liikumised antakse vântade abil hoorattale edasi, teda pöörlema pannes. Hoorattal käib rihm, mis masinaid ümber veab.

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

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

Töö edasiandmine hoorattast masinasse toimub harilikult rihma abil. Missugust osa etendab siin hõõrdumine? Kuidas mõjub masina tegevusse hõõrdumine hooratta võlli laagreis?

c. Auru rõhumist katlas mõõdetakse atmosfäärides. Kui aur rõhub  $1 \text{ cm}^2$  pinda  $1 \text{ kg}$  tugevuselt, siis on auru rõhumine  $1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  ehk  $1$  atmosfäär. Õhkkonna ehk atmosfääri rõhumine on umbes sama suur (keskmiselt  $1,033 \text{ kg}$   $1 \text{ cm}^2$  kohta). Harilikult töötavad aurumasinad

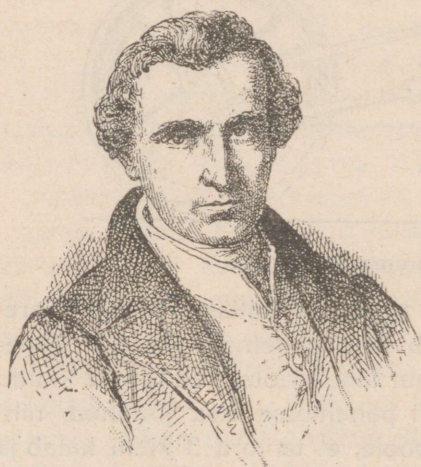
5- — 12-atmosfäärilise rõhumise juures. Riista, mis mõõdab auru rõhumist, nimetatakse **manomeetriks**. Veeseisu katlas näitab **veeklaas**. Auru jaotaja edasi-tagasi-nihkumine silindris toimub automaatselt hooratta võlli külge kinnitatud erilise riista, nn. **ekstsentriku** abil.

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. Aurumasina ajaloo.

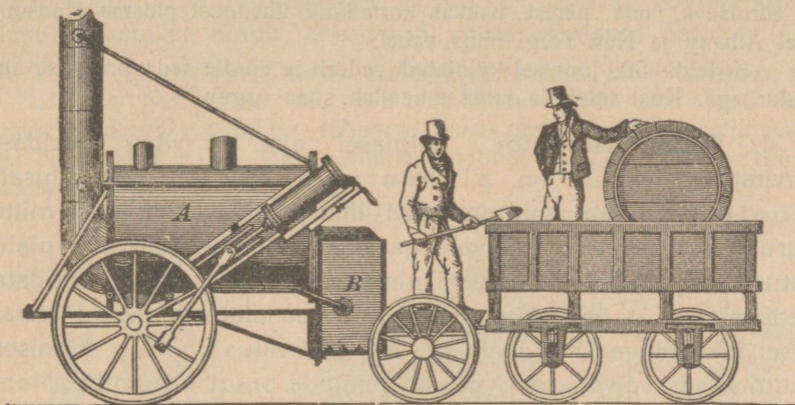
Aurujõudu hakati kasutama töötamiseks juba 17. sajandil.

Kuid esimesed aurumasinad olid väga puudulikud; seetõttu ei leidnudki nad laialdasemat kasutamist. Alles šotlane James Watt (loe: džeimz uott) esimesena ehitas a. 1765 aurumasina enam-vähem sel kujul, nagu meie tunneme teda praegu.



James Watt 1736—1819.

Alguses tarvitati aurumasinat söekaevandusest vee pumpamiseks. Ühel ajal sellega tehti katseid rakendada aurujõudu vankrite (koormate) vedamiseks. Need katsed ei tahtnud hästi õnnestuda. Raudrööpaid ei



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

julgetud võtta tarvitusele, sest oldi arvamisel, et siis hõõrdumine on liiga väike ja vedur ei suuda liikuda edasi. Hammasrataste tarvitamine, nagu see on mägiraudteil, oleks tulnud liiga keerukas ja kallis. Alles

a. 1813 õnnestus ühel inglise inseneril katsete varal näidata, et hõõrdumine veduri rataste ja siledate rööbaste vahel polegi nii väike. Sellest jätkub edasilikumisel toetuspunkti saamiseks. Seega oli suurem takistus raudtee arenemisel kõrvaldatud ja esimene raudtee (Stocktoni ja Darlingtoni vahel) avati Inglismaal a. 1825. Esimese raudtee ja veduri ehitajaks oli inglane George Stephenson [loe: džoodž stiivnsn]. 50. joonis kujutab G. Stephensoni poolt a. 1829 ehitatud vedurit nimega Rocket (loe: rokit, tähendab raketti), mis



George Stephenson 1781—1848.

püsis hulk aega tarvitusel. Aurujõu kasutamine laevade liikumapanemiseks teostati enne raudteede avamist. Siin on suured teened ameeriklasel Robert Fulton'il (1765—1815). Juba a. 1807 ehitas ta aurulaeva, mis pärast hakkas korralikult ühendust pidama Hudsoni jõel Albany ja New-Yorgi linna vahel.

Kirjelda 50. joonisel kujutatud vedurit ja võrdle teda praeguse aja veduritega. Kust tuleb ja mida tähendab sõna vagun?

4. **Plahvatusmootor.** Viimasel ajal on väga laialdast tarvitamist leidnud nn. plahvatusmootorid ehk lihtsalt mootorid. Siin toimub kolvi liikumapanek silindris mitte auru rõhumise, vaid põlevate gaaside süttimisel tekkinud plahvatuse mõjul. Sellest mootori nimetiski. 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 „HP“, mis on esimesed tähed inglise keele sõnadest *horse power* — hobuse jõud. Tugeva hobuse võimsus on 1 HP, inimese võimsus aga umbes  $8 \frac{\text{kgm}}{\text{sek}}$ .

Võimsus näitab, kui palju suudab masin teha tööd 1 sek jooksul, kui masin tõepoolest töötab. Tehtud töö hulga

arvutamiseks korrutame võimsust sekundite arvuga, mille jook-  
sul masin töötab. Näiteks, kui masin võimsusega 2 HP töötab  
20 min, siis on tehtud töö hulk  $20 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 75$ , s. o. 180 000 kgm.  
Tasu makstakse ainult tehtud töö, mitte võimsuse eest.

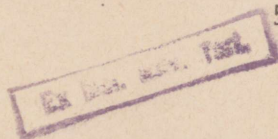
1. Mitme inimese tööjõu asendab aurukatel, mille võimsus on  
6 HP? 2. Narva kose võimsus on ligikaudu 75 000 HP. Mitu töö-  
meest suudavad 8-tunnilise tööpäeva juures ära teha sama palju tööd  
kui Narva kosk? 3. Mitu korda on hobuse võimsus inimese võim-  
susest suurem?



51. joonis. Inim. võimsus =  $8 \frac{\text{kgm}}{\text{sek}}$ ; 1 HP =  $75 \frac{\text{kgm}}{\text{sek}}$ .

2. **Energia.** Töötegemisel tuleb ületada takistusi, nagu  
raskustungi, hõõrdumist, inertsi jne. Ilma takistuste ületamiseta  
ei ole tööd. Küsime nüüd, missugused kehad võivad teha tööd?  
Ligemalt tähele pannes näeme, et iga liikuv keha võib  
teha tööd, nagu aurumasina hooratas masinaid ümber veda-  
des, liikuv vesi ja õhk veskeid käima pannes, jne. Kuid mitte  
ainult liikuvail kehadel pole võime tööd teha. See võime on  
ka näiteks ülestõstetud koormisel (kella pommid), kokkukee-  
ratud vedrul (kella vedru), kuumal aurul katlas, lõhkeaineil  
(püssirohi, dünaamiit) jne. Keha võimet tööd teha nime-  
tatakse keha **energiaks** ehk **jõuks** ja teda mõõde-  
takse kõige selle töö hulgaga, mida keha suu-  
dab teha. Seega siis on energia kehas oleva töö tagavara.

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

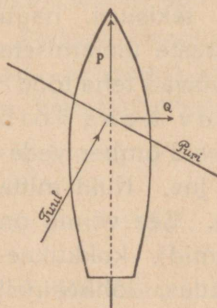


Kas siis töötamisel kulutatud energia hävib? Ei. Iga töö tagajärjena ilmub kuskil uus energia tagavara. Keha liikumapanemiseks ära kulutatud töö tagajärjena saame selle keha hoo ehk liikumisenergiat, mis võib teha tööd; keha tõstmiseks kulutatud töö tagajärjena saame ülestõstetud keha energiat, sest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

## 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.

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



52. joonis.

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

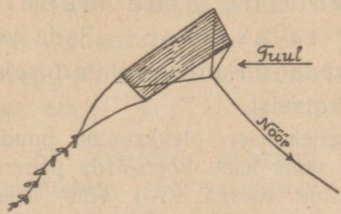
Võrdle purjelaeva aurikuga. Nimeta nende head ja halvad küljed. Tee 53. joonisel kujutatud paberist lohe ja lase ta tuulega lendu. Mis tõstab lohe üles?

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

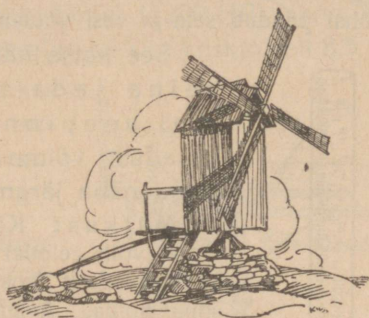
1. Tee endale paberist tuulik ja pane ta käima kas peale puhudes või kiiresti liigutades. 2. Mispärast on meil tuulejõu kasutamine võrd-

lemisi vähe levinud? 3. Kus oled näinud tuulikuid maal? Kuspool Eestis (kus välismaal) on palju tuulikuid?

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

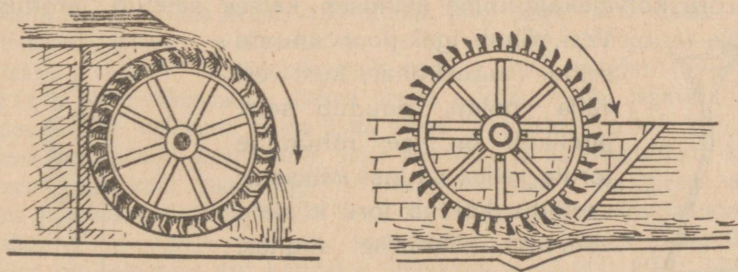


53. joonis. Lohe.



54. joonis. Tuulik Kihelkonnalt.

Vesirattaid on kahte liiki: pealtlöödavad ja altlöödavad (55. joonis). Pealtlöödaval vesirattal langeb ülespaisutatud vesi ülalt ühele poole vesiratta kühvleisse, kuna ratta teise poole kühvlid on veest tühjad. Kühvleisse langenud vesi paneb oma

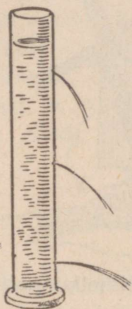


55. joonis. Pealtlöödav ja altlöödav vesiratas.

raskusega ratta veelangemise suunas ringi käima. Altlöödava vesiratta paneb ringi käima 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 kasulik. Vesirattaist põhjalikumalt veejõu kasutamist võimaldavad nn. turbiinid.

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 asub avaus. Siit näeme, et ülemised veekihid rõhuvad alumisi, sest muidu poleks alumised joad ülemistest tugevamad. Vee rõhumise anumast tasakaalustab anuma sein. Avause kohal puudub sein ja vesi voolab vabalt välja.



56. joonis.  
Vee rõhumine seinale on kohas sügavusest.

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

Märkus: Kõrge sellekohase plekkanuma puudumisel võib eelmist katset sama hästi korraldada paberist mitmekordselt kokkukeeratud toruga. Alt võib käega kinni hoida. Avauseid torgata naaskliga. Et toru oleks püsivam, võib mõnest kohast klištriga kinni kleepida.

4. **Turbiin.** Ühendame leetri hästi painduva kummitoruga (57. joonis). Paneme toru alumise otsa kinni ja lõikame otsa lähedusse külje sisse augu. Ras-kuse mõjul ripub toru vertikaalselt alla. Kui aga vett lehtrisse valada, siis näeme, et toru vee väljavoolamisele vastassuunas kõrvale kaldub.

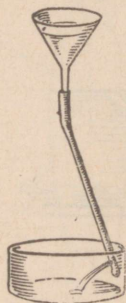
Toru kõrvalekaldumine eelmises katses seletub järgmiselt.

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

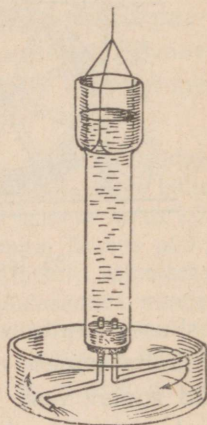
Valmista endale 58. joonisel kujutatud riist, mis kannab **Segneri ratta** nime. Materjaliks võta lambisilinder, korki, klaas-

toru ja niiti. 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?

Segneri ratta põhimõttel on ehitatud tööstuses tarvitavad **veeturbiinid** (59. joonis). Ülespaisutatud vesi juhitakse turbiini,



57. joonis.



58. joonis.

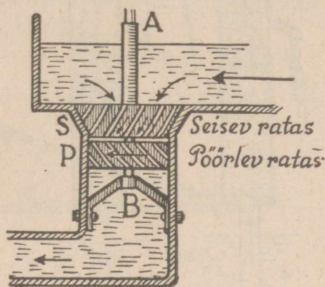
kus ta jaguneb üksikuiks tugevaiks jugadeks ja alt välja voolates paneb turbiini pöörlema. Turbiin võimaldab langeva vee jõudu põhjalikumalt kasutada kui vesirattad. Seepärast tarvitatakse kõigis suuremais ja paremais tööstusis vesirattaste asemel turbiini. Eestis töötavad eriti tugevajõulised turbiinid (1200 HP) Narva kosele ehitatud vabrikuis. Vee langemine on siin keskmiselt 8,5 m.

Peale veeturbiinide tarvitatakse veel **auruturbiine**. Siin paneb turbiini pöörlema turbiinist väljavoolav aur.

### 5. Veejõu tähtsus rahvamajanduses.

Rahvamajanduse edu seisukohalt on väga tähtis odava jõu kasutamine tööstuses ja majapidamises. Kütteainest (puu, põlevkivi, kivisüsi, turvas jne.) saadav soojuse ja elektri jõud on võrdlemisi kallid. Palju odavam sellega võrreldes tuleb vee langemisel saadav energia. Vaja ainult turbiini kaudu juhtida vee langemise energia vabriku masinate võllidele. Soojuse tekitamisel kütteainest tuleb tarvitamiseks kõlbliku kütteaine saamiseks (turbalõikamine ja -kuivatamine, kivisöe sügavalt maa seest väljavõtmine, jne.) palju vaeva näha. Need kütteained tulevad meile küllalt kallid maksma. Seepärast püüavad viimasel ajal kõik rahvad odavamalt veelangemise energiat („valget sütt“) tööle rakendada. Eestis peitub suurim veejõu tagavara Narva koses. Selle võimsust Narva linna piires hinnatakse 75 000 HP. Osa Narva kose jõudu kasutatakse juba puuvilla- ja kalevivabrikute käima panemiseks, kuid enam jagu on veel kasutamata. Ka Eesti väiksemais jõgedes (Võhandu, Keila jne.) on suurel määral kasutamata veejõudu. Eesti jõgede veejõudu hinnatakse kogusummas 170 000 HP, sellest on praegusel ajal kasutatav ümmarguselt 25 000 HP. Mitu % on veel kasutamata?

Kirjuta: Päikese töö looduses.



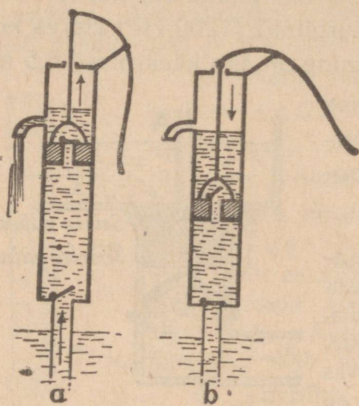
59. joonis. Veeturbiin.

## 19. Õhurõhumise kasutamine.

1. Tuleta meelde, kui palju kaalub 1 liiter, 1 m<sup>3</sup> õhku. Kui suur on õhurõhumine 1 cm<sup>2</sup>-lisele pinnale? Millega mõõdame õhurõhumist? Kui kõrge elavhõbedasamba hoiab ülal õhurõhumine? kui kõrge veesamba? Missugust kasutamist leiab baromeeter? (Selle kohta vaata lähemalt V. L. Söber I, § 16.)

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

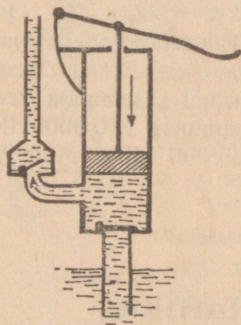
Õhurõhumine leiab laialdast kasutamist mitmesugustes pumpades.



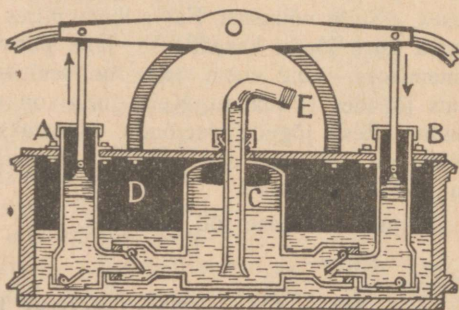
60. joonis. Imejapump.

Vee väljavõtmiseks kaevust tarvitatakse nn. **imejapumpa**. Selle ehitus ja töötamine selgub 60. jooniselt. Ümmarguses torus liigub tihedalt edasi-tagasi **kolb**. Kolvi sees on auk, mille katab kinni **klapp**. Allpool kolbi on teine klapp. Mõlemad klapid võivad lahti käia ainult ühele poole, nimelt vee liikumise suunas. Kolbi üles tõstes (60. joonis, *a*) läheb pealmine klapp kinni ja õhurõhumise

mõjul tungib vesi alumise klapi vahelt kolvile järele. Vesi, mis oli kolvi peal, voolab tõstmisel torust välja. Kolvi allavajutamisel (60. joonis, *b*) läheb alumine klapp kinni, ülemine aga lahti ja vesi tõuseb kolvi peale, jne. Vesi kolvi all tõuseb



61. joonis. Surujapump.



62. joonis. Tulekustutamisprits.

ainult õhurõhumise mõjul. Õhurõhumine aga suudab hoida ülal umbes 10 m kõrgust veesammast. Seepärast siis ei või ülemise klapi kaugus veepinnast olla üle 10 m. Harilikult aga

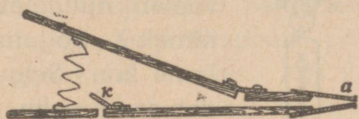
panevad kaevumeistrid veepumba ülemise kolvi 7–8 m kõrgusele veepinnast.

Kui kaugel võib olla imejapumba kolb elavhõbeda, petrooleumi ja piirituse vabast pinnast nende vedelikkude pumpamisel?

2. **Surujapumba** abil surutakse vesi reservuaaridesse (anumaisse), mis asuvad pumpamiskohast kõrgemal ja kaugemal. Nagu 61. jooniselt näha, on surujapumba ehitus ja töötamisviis sarnane imejapumba ehituse ja töötamisviisiga, ainult kolb on ilma klapita.

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

3. **Tulekustutamispriks** on kahe surujapumba ühendus (62. 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.



63. joonis. Lööts.

4. **Lööts** pole muud midagi kui õhu surujapump. Teda tarvatakse tugeva õhuvoolu saamiseks seepajajas, mesilas jne. Lööts (63. joonis) koosneb kahest liikuvast lauast, mis nahaga ühendatud. Torust *a* voolab õhk välja; klapi *k* kaudu, mis sissepoole avatud, tungib õhk löötsa sisse. Laudu laiali tõmmates avaneb klapp ja lööts läheb õhku täis; laudade kokkulükkamisel sulgub klapp ja õhk surutakse torust välja.

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

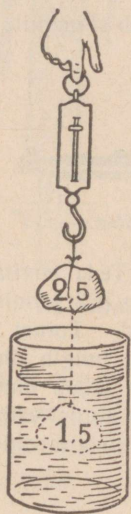
## 20. Archimedese seadus.

1. Laseme kukkuda vette puutüki. 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 (64. joon.). Nüüd laseme kivi kaalu otsas rippudes vette. Kaal näitab vähem — ainult

1,5 kg. Vees on kivi 1 kg võrra kergemaks jäänud, s. o. vesi rõhub seda kivi alt üles 1 kg tugevuselt. Sääraseid katseid ka teiste kehadega tehes näeme, et iga keha on vees kaaludes kergem, keha nagu kaotaks vees kaaludes osa oma kaalust.

Lähemad tähelepanekud näitavad, et keha kaalukaotus vees võrdub keha poolt väljasurutud vee kaaluga. Seda pole raske kindlaks teha katse teel. Täidame anuma ääreni veega ja laseme katses tarvitatud kivi ettevaatlikult sinna sisse. Osa vett voolab nüüd üle anuma ääre välja. Kui palju nimelt? Kogume ülevoolanud vee kokku ja kaalume ära. Selgub, et see kaalub just 1 kg, tähendab sama palju, kui palju kaotas kivi oma kaalust vees kaalumisel.



64. joonis.

Samale tulemusele jõuame ka lähema järelemõtlemise teel järgmiselt. Kivi vette asetades tõrjus ta enda asemelt vee välja kivi ruumala suurus. Kui kivi muunduks veeks, siis tasakaal ei muutuks, sest ümberolev vesi hoiaks teda ülal. Nüüd on aga vee asemel kivi. Tähendab, ka selle raskust kannab ümberolev vesi niipalju, kui palju kaalub vesi kivi ruumala suurus.

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 niipalju, kui palju kaalub vedelik selle keha ruumala suurus.** Keha kaalukaotuse põhjuseks on vedeliku **altrõhk** kehha, mis võrdub vedeliku kaaluga selle keha ruumala suurus.

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

Kuidas Archimedes altrõnu 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 mõeldes 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!

Archimedese seadus võimaldab kergesti määrata kehade erikaalu. Näitena kasutame varemინisaadud andmeid. Kivi kaalus õhus 2,5 kg, vees aga 1,5 kg. Seega oli kaalukaotus 1 kg, mis võrdub vee raskusega kivi ruumala suuruses. Et erikaal näitab, mitu korda on antud keha raskem veest selle keha ruumala suuruses, siis võrdub kivi erikaal  $2,5:1 = 2,5$ .

**2. Ujumine.** Archimedese seadus võimaldab meil seletada ujumise nähtust. Raskus tõmbab iga keha allapoole, põhja, vee rõhumine (altrõhk) surub aga keha alt üles. Kas keha vees põhja vajub või pinnale ujub, oleneb sellest kumb on suurem: kas keha raskus või altrõhk. Kui keha raskus on suurem kui vee kaal keha ruumala suuruses (altrõhk), langeb keha põhja, näiteks kivi, raud, tina jne. On aga raskus väiksem vee kaalust keha ruumala suuruses, ujub see keha pinnale, näiteks kuiv puu, kork, jää jne. Vahel võrdub raskus altrõhuga, — siis on keha vees tasakaalus igas kohas, näiteks vettinud puu.

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

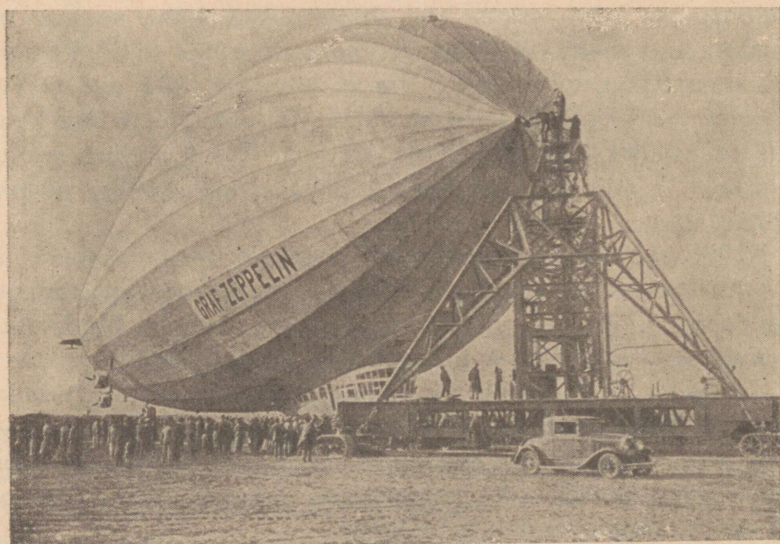
Kui keha ujub pinnal, siis väljatõrjutud vee raskus (allpool veepinda oleva keha osa ruumala suuruses) võrdub alati ujuva keha kogu raskusega. Seepärast, mida tugevamini on kooramatud laev (paat), seda sügavamalt istub ta vees. See on vajaline suurema altrõhu saamiseks.

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

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

1. Raud ja tina 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. Neljakaniline 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-line kivi vees, kui selle erikaal on  $2,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ? 6. Jää keskmine erikaal on umbes  $0,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ . Kui suur osa vees ujuva jäätüki ruumalast on allpool ja kui suur osa pealpool veepinda? 7. Kui suure osa oma ruumalast vajuks sisse inimene ujudes elavhõbedas? Kui palju kaalub lootsik, mis surub välja 120 kg vett?

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



65. joonis.

Graf Zeppelin „ankrus“ Lakehursti lennuväljal Kalifornias, lehekuul 1930.

olevaid kehi alt ülespoole rõhuda. Seetõttu püsivad õhus seebimullid, õhukese kelmega kerge gaasiga täidetud kummipallid ja koguni määratu suured õhulaevad — tsepelinid. Et aga õhk on 770 korda veest kergem, siis loomulikult on samades tingimustes ka õhu altrõhk sama palju kordi väiksem. Üldse aga on Archimedese seadus täiel määral kehtiv gaaside kohta,

s. o. iga keha kaotab õhus (gaasis) oma kaalust niipalju, kui palju kaalub õhk (gaas) selle keha ruumala suuruses. Me teame, et üks liiter õhku kaalub **1,3 grammi**. Seepärast keha, mille ruumala on  $1 \text{ dm}^3$  (liiter), kaotab õhus oma kaalust 1,3 grammi; keha mille ruumala  $1 \text{ m}^3$ , kaotab  $1000 \cdot 1,3$  grammi ehk 1,3 kg, jne. Siit näeme, et asjade kaalu kaotus õhus on võrdlemisi väike. Keskmise inimese keha ruumala on umbes  $75 \text{ dm}^3$ . Kui suur on õhu altrõhk säärase inimese kehale? Kui tahame saada suurt altrõhku õhus, peame andma kehale hästi suure ruumala. Seepärast tehaksegi tsepelinid väga suure ruumalaga (65. joonis). Õhk hoiab tsepelini ülal, kuid liikuma paneb teda kiiresti pöörlev propeller (66 joonis).

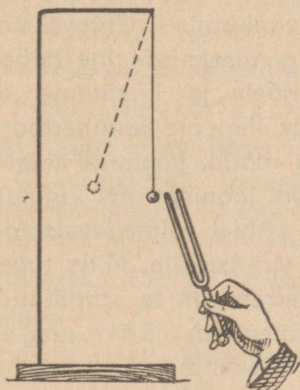


66. joonis.  
Propeller.

65. joonisel kujutatud tsepelini ruumala on  $105\,000 \text{ m}^3$ . Kui suur on ta altrõhk maapinna läheduses? Palju kaalub see tsepelin ühes koormaga? Kirjuta: Meie liiklemisteed.

## 21. Hääle tekkimine.

**1. Häälennähtused.** Lind laulab, kell heliseb, mets mühiseb, meri kohiseb, kannel kõliseb, püss paugub, piits plaksub jne. Nimeta või tekita veel mõned häälennähtused ehk hääled. Häälennähtusi võtame vastu ja õpime tundma kõrva abil. Kõrv on inimese kuulmisorgan.



67. joonis. Helihark.

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

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

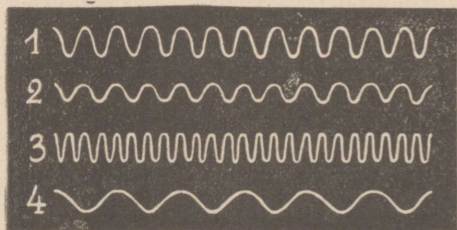
Pane helihark (kammerton) tugevasti helisema ja puuduta temaga vee-pinda, kergeid asju jne. (67. joonis). Mida paned tähele?

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

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

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

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



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

### 3. Hääle tugevus ja kõrgus.

Heliseva kammertooni võnkumise laius ehk amplituud on sagedasti nõnda väike, et võimatu on võnkumist palja silmaga tähele panna. Kammertooni harude võnkumise nähtavastegemiseks võtame nõõpnõela ja kinnitame ta

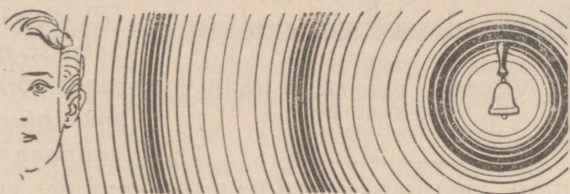
kirjalaki abil kammertooni haru otsa külge. Paneme kammertooni helisevaks ja tõmbame nõõpnõela otsaga mööda nõõtatud klaasi. Saame jäljena lainelise joone (68. joonis), mis kujutab kammertooni võnkumist. Selle joone põhjal võime otsustada võnkumise iseloomu kui ka amplituudi suuruse üle. Mida tugevamini heliseb kammerton, seda suurem on ta amplituud. Heli nõõrgenedes väheneb amplituud. Täheleb, hääle tugevus on heliseva keha võnkumise amplituudist ja suureneb viimase suurenemisega. Helisevast kehast kaugemale minnes väheneb hääle tugevus, järelikult ka võnkumise amplituud.

68. Joonise laineline joon 1 ja 2 kujutab sama kammertooni võnkumise jälge, kuna aga 3. joon on saadud oktaav kõrgemat ja 4. joon oktaav madalamat tooni andva kammertoonega. Kuidas muutub võnkude arv hääle kõrgusega? Põhitooniks, millega võrreldakse teisi toone, on võetud **la** ehk **a**, millele vastab **435 võnku sekundis** (viilukeel A).

## 22. Hääle levimine.

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

Iga helisev keha on kiires võnkliikumises. Kehavõnkumine andub edasi ka ümberolevale õhule, teda võnkuma pannes. Õhus tekivad



69. joonis. Häälelained.

häälelained (69. joonis); nad levivad ümber heliseva keha igale poole ja tungivad kuulaja kõrva.

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

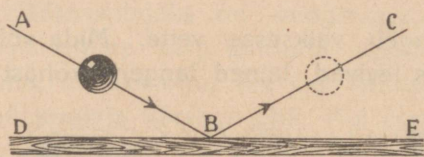
2. **Hääle kiirus.** Kui tükk maad eemal olevat puuraujat tähele panna, siis näeme, et kirvehoobi hääl kuuldu alati natuke aega pärast seda, kui hoop käis. Kuidas seda seletada?

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

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

1. Kui palju levib hääl õhus 3, 6, 10 sek jooksul? 2. Valguse kiirus on  $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{sek}}$ . Võrdle seda hääle kiirusega. 3. Katsu mõõta hääle kiirust. Kaks vaatlejat asugu teineteisest 1 km kaugusele. Hääle ja valguse tekitajaks võib kasutada paukreolvrit. 4. Mitu korda levib

hääle vees (rauas, klaasis) kiiremini kui õhus? 5. Kui kaugel on pikne, kui müristamine kuulub 6 sek pärast välgulöömist? 6. Välg sähvatas 6 km kaugusel. Millal kuulub müristamine? 7. Püssikuuli kiirus on umbes  $500 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ . Kas jänes kuulis püssi pauku, mille kuul teda silmapilkselt surmas? 8. Kuidas mõjub tuul hääle kiirusesse? Kas on hääle kiirus hääle kõrgusest?



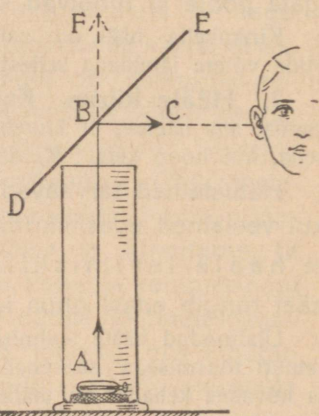
70. joonis. Kummipalli tagasipõrkamine.

toimub tagasipõrkamine tennise-, koroon- ja piljardimängus?

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

Hääle levimissuuna muutumist võime kergesti tähele panna järgmises katses. Asetame lauale taskukella ja katame ta kõrge toruga (71. joon.). Kella tiksumise hääle tungib vabalt üles suunas AF. Rõhtsuunas eemal pole tiksumist kuulda. Asetame anuma avause kohale joonisel kujutatud viisil mõne tasase sileda pinna, näiteks raamatu, tahvli, lauatiiki; nimetame selle peegliks. Nüüd võime kuulda tiksumist ka anumast eemal rõhtsuunas BC.

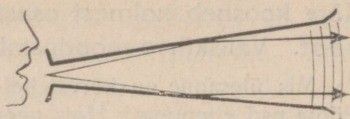
3. Häälelained, põrgates vastu peeglit DE, muudavad oma levimissuunda ehk peegelduvad. Katsed näitavad, et hääle tagasipõrkamine ehk peegeldumine toimub samal viisil kui kummipalligi puhul, s. o. langemissuund ja peegeldumissuund moodustavad peegli tasapinnaga võrdsed nurgad ( $\widehat{ABD} = \widehat{CBE}$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



71. joonis. Hääle peegeldumine.

Siit selgub, et kaja pole muud midagi kui peegeldunud hääl. Hääle peegeldumisel põhjeneb ka kōne- ja kuuldetorude tarvitamine (72. joonis).

Märkus. Esimese katse korraldamisel võib kasutada ajalehepaperist kokkukeeratud toru. Et hääl mööda lauda edasi ei tungiks, on soovitatav kella alla panna tükk vatti või pehmet riidet.



72. joonis. Kõnetoru.

1. Kui kaugel on mets, kui kaja kuuldu 4 sek pärast? 2. Mets on 1,3 km kaugusel. Mitme sekundi pärast kuuldu kaja?

## 23. Inimese hääl ja kuulmine.

1. **Inimese hääleorgan.** Inimese hääl tekib kõris. Siin asuvad kaks vetruvat lihast, mida nimetatakse **häälepaelteks** (73. 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 läheb läbi ja paneb häälepaelad võnkuma. Häälepaelte võnkumine andub edasi lisatorus, s. o. ninas, suus ja kurgus, hingelõõris ning rinnakastis olevale õhule, ka teda võnkuma pannes, ja tekitab nõndaviisi hääle. Hääle kõrgus oleb häälepaelte ehitusest (pikkus, laius, paksus) ja pingulolekust, osalt ka sellest, kui tu-



73. joonis. Häälepaelad.

gevasti õhk häälepaelte vahelt läbi voolab. Hääle kõla on 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. hääle murdmise aeg.

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

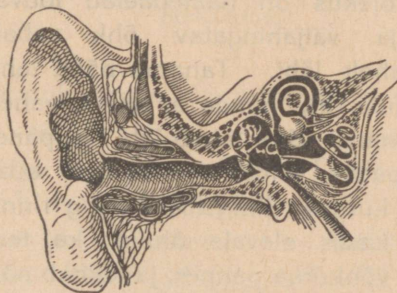
Kust see tuleb, et külmetamise tagajärjel hääl läheb ära?

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

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

Kuulmekäigu seintes asuvate näärmete poolt eritatav kõrvavaik ja käigu alul olevad karvakesed takistavad tolmu tungimist sügavamale kuulmekäiku.

Kuulmekäik lõpeb kuulmenahaga, mis lahutab väliskõrva keskkõrvast. Keskkõrv asub pealuu paksemas osas — oimuluus. Keskkõrvas asuvad kuulmeluukesed — vasar, alasi ja alus. Nad on omavahel ühendatud.



74. joonis. Kõrvälöik.

Vasar kinnitub kuulmenaha külge, jalus toetub vastu sisekõrva viivat piklikku akent.

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

Keskkõrv on torukese abil kurguga ühendatud. Selle tõttu võrdub õhu rõhumine keskkõrvas õhu välisrõhumisega. Nohu korral on toruke sagedasti kinni (ummistunud).

Siis kuuleme halvemini. Valjude paukude puhul tuleb suu lahti hoida. Mispärast?

Keskkõrvale järgneb keeruka ehitusega sisekõrv. See on täidetud kuulmevedelikuga, milles lõpeb kuulme-erk.

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 peaaajule, ja meie kuuleme häält.

Kurgunäärmete põletiku puhul võivad kergesti haigestuda ka kõrvad. Mis põhjusel? Tekib keskkõrva põletik, 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

keskkõvas tekkiva mäda laseb arst välja läbi kuulmenahas tehtava avause. Kõrva kuulmisvõime selle tagajärjel ei kao. Alles sisekõrva rikkeile võib järgneda kurdiks jäämine. Enamasti saavad sisekõrva haigused alguse välis- ja keskkõrvast. Seepärast on tähtis, et nad oleksid terved. Eriti tuleb hoiduda kõrvas urgitsemisest, mille läbi võib kergesti rikkuda kuulmenahka.

## 24. Valgusnähtused. Valguse levimine.

1. Suleme natukeseks ajaks silmad. Kuigi paistaks päike, ei näeks me midagi. Silmi uuesti avades näeme enda ümber mitmesuguseid asju: lauad, toolid, seinad, väljas majad, taevaspilved jne. Silma kaudu tungib meie teadvusse kogu ümberolev maailm oma mitmekesisuses vormi- ja värvikülluses.

Kuid öösi pimedas ei näe me avasilmi midagi. Tähendab, on vähe sellest, et meil on silmad ja nad on avatud. Veel on vaja asjade nägemiseks, et neist valguskiired tungiksid meie silma. Silm on meie nägemisorgan ehk elund, millega võtame vastu valgusenähtusi.

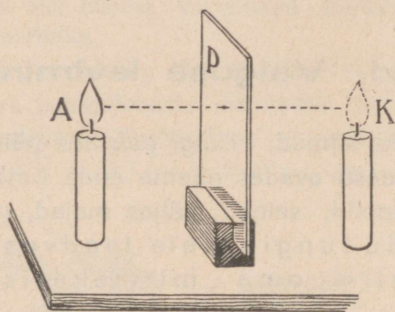
Mille poolest on pimedate „maailm“ nägijate omast väiksem (piiratum)?

2. Meie soojuse algallikaks on Päike. Sedasama võime öelda ka valguse kohta. Päikesest voolab alalõpmata valgust igale poole maailmaruumi laiali. Ainult väike osa sellest langeb maapinnale. Samuti kui hää, levib valgus kiirtena sirgjooneliselt. Kuid valguse levimiskiirus ( $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{sek}}$ ) on häälega võrreldes väga suur. Maapealseid kaugusi arvestades võime öelda, et valgus levib silmapilkselt. Hääl 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 hääl kiirusest suurem? 3. Mitu korda jõuaks valgus ühes sekundis mööda ekvaatorit ümber Maa käia? 4. Kui kaua liigub valguse kiir Päikesest Maani (149 500 000 km)? 5. Milliseid valgusallikaid kasutatakse meil?

## 25. Valguse peegeldumisnähtusi.

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 enda häält kaja näol, samuti põrkavad ka meie näost minevad valgusekiired peeglist tagasi ja annavad meile kujutise, mis



75. joonis. Küünla kujutis peeglis.

näiliselt asub peegli taga. Meie silm aga ei suuda teha vahet, kas tulevad kiired mõnest esemest, või ainult näivad tulevat nagu sellest esemest, tulles tõepoolest eseme kujutisest.

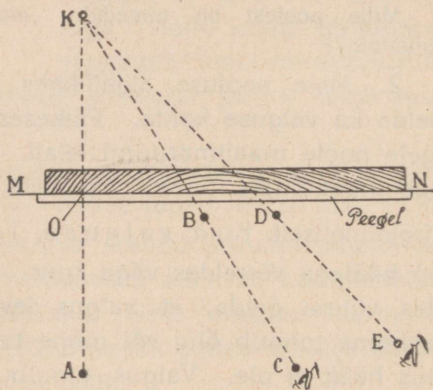
Võta tükk peegliklaasi ja hoiatema ees mõnd eset (pliiats, puupulk). Vaata selle eseme kujutist peeglis. Kuidas muutub kujutise kaugus peeglist eseme kauguse muutudes? Kui ese

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 (juhised) kujutise asukoha määramiseks.

Võta 2 ühesugust küünalt ja tükk klaasi. Pane üks küünal põlema klaasi ette (75. joonis). Teine, mittepõlev küünal asetatakse teisipoole klaasi hästi esimese kujutise kohale. Nüüd mõõda mõlemate küünalde kaugus klaasist. Mida paned tähele?

Eseme kujutise asukoha peeglis võime kergesti määrata veel järgmise katse abil.

Kinnitame puuklopile (parafiini või küünlarasvaga) tasapeegli tükikese. Tõmbame tasasele lauale asetatud valgele paberilehele sirge  $MN$  (76. joonis). Seame peegli risti paberile nõnda, et peegeldav



76. joonis. Nööpnõela kujutise asukoha määramine.

pind asuks sirgel  $MN$ . Pistame peegli ette lauasse nööpnõela  $A$ . Ta annab peeglis kujutise  $K$ . Selle asukoha määramiseks vaatame kujutist kahest kohast  $C$  ja  $E$ , neid lauasse pistetud nööpnõeltega ära märkides. Vaatesuuna  $CK$  ja  $EK$  märkimiseks pistame võimalikult peegli lähedale neile suundadele nööpnõelad  $B$  ja  $D$ . Nüüd võtame ära peegli ja nööpnõelad ning tõmbame joonlauaga sirge läbi punktide  $C$  ja  $B$  ning  $E$  ja  $D$ . Sirgete  $CB$  ja  $ED$  lõikepunktis asubki kujutis  $K$ . Ühenda kujutise  $K$  asukoht eseme asukohaga  $A$ . Katsu järele, kuidas on asetatud sirge  $AK$  sirge  $MN$  (peegli asendi) suhtes. Võrdle kujutise kaugust peeglist ( $KO$ ) eseme kaugusega ( $AO$ ). Korda katset vähemalt 3 korda ja leia saadud tulemuste keskmine väärtus.

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

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

Kuidas saab otsustada peegliklaasi paksuse üle?

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

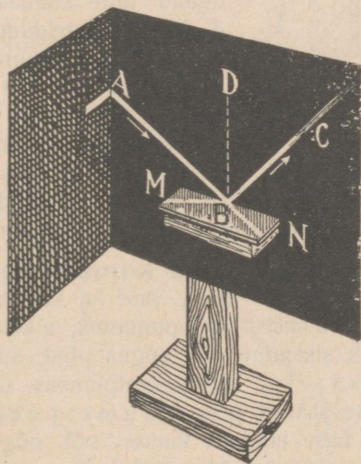
**2. Nurkpeeglid.** Võta kaks peeglit ja aseta nad teineteise suhtes nurgeti ning pane mingi ese nende vahele. Mitu kujutist tekib? Kuidas muutub kujutiste arv peeglitevahelise nurga vähenedes? Kui palju kujutisi annavad rööpselt asetatud peeglid? Määra joonise abil kujutiste arv nurkpeeglis ja kontrolli katsetega.

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

Kuidas on võimalik peegli abil näha ennast selja tagant ja külje pealt? Kuidas toimetavad siin rätsepad?

**3. Valgusekiire peegeldumiseadused.** Eraldame valguseallika (Päike, tugev lambi-

leek) kiirtest kimbu  $AB$  ja juhime ta peeglile  $MN$  (77. joonis). Kiired langevad peeglile punktis  $B$  ja peegelduvad siis



77. joonis. Valgusekiire peegeldumine.

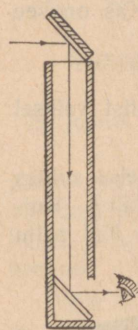
suunas  $BC$ . Nimetame kiire  $AB$  langevaks, kiire  $BC$  peegeldunud kiireks. Kinnitame peegli äärele risti peegli peenikese varda või õlekõrre  $BD$ . Nimetame nurka langeva kiire ( $AB$ ) ja ristjoone ( $BD$ ) vahel langemisnurgaks ( $ABD$ ); nurka peegeldunud kiire ( $BC$ ) ja ristjoone vahel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

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

1. langemisnurk võrdub peegeldumisnurgaga;
2. langev kiir, peegeldunud kiir ja ristjoon peeglile langemispunktis asuvad ühes ja samas tasapinnas.

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

Seleta, kuidas töötab 77-a joonisel kujutatud riist — periskoop, millega allveelaeval vaadeldakse, mis pealvee toimub. Kuidas on peeglite abil võimalik näha ümber nurga?



77-a. joonis.  
Periskoop.

1. Kui kiir langeb peeglile risti, mis suunas ta siis peegeldub?
2. Laseme kiirel langeda peeglile peegeldunud kiire suunas. Mis suunas ta siis peegeldub?
3. Leida peegeldumisnurk, kui langemisnurk on  $15^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $85^\circ$ . Kui suure nurga moodustab sel juhul peegeldunud kiir peeglile?
4. Päike asub kirdes  $5^\circ$  horisondist kõrgemal. Mis suunas lähevad vaikselt järvepinnast peegeldunud kiired? Kui suur on nende peegeldumisnurk?
5. Kiire peegeldumisel nägime, et langev ja peegeldunud kiir moodustavad peeglile võrdsed nurgad. Missugused on oma suuruselt hääle peegeldumisel häälekiirte langemis- ja peegeldumisnurgad?

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

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

Nõguspeegleid tarvitatakse igapäevases elus valguse juhtimiseks sinna, kus just vaja. Näiteks köögilambil on leegi taga nõguspeegli-

taoline plekitükk, mis leegi taha seinale 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 helgiheitjaiks ehk prožektoreiks. Neid kasutatakse tuletornides, laevadel, sõjaväes jne.

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

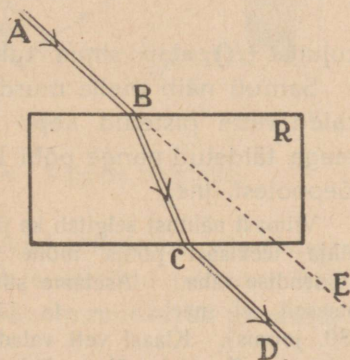
**5. Valguse hajumine.** Harilikult ei ole kehade pind mitte sile, vaid kare. Kare pind koosneb üksikuist väga väikesest tasaseist pinnaosakesist. Iga väike pinnaosake mõjub kui peegel. Et need peeglikesed on asetatud ruumis igaüks eri suunas, siis peegeldavad nad ka neile langeva valguse igale poole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

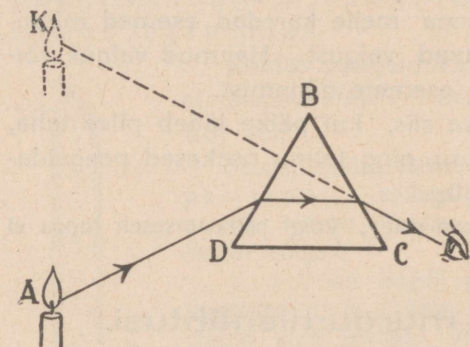
1. Asetame 78. joonisel kujutatud riistas kiirtekimbu teele paksu klaasplaadi. Klaas on läbipaistev keha. Kiirtekimp  $AB$  tungib plaati (78. joonis), seejuures ta muudab oma suunda ehk murdub. Klaasist välja õhku tulles muudab kiirtekimp jällegi oma suunda ja läheb suunas  $CD$ . Seega on murdumise tõttu kiirtekimp  $AB$  oma esialgsest suunast ( $AE$ ) kõrvale kaldunud. Muuda nurka, mille all langevad kiired plaadile, ja vaatle, kuidas on sellest kõrvalekaldumine murdumisel?



78. joonis. Kiirte murdumine klaasplaadis.

2. Valgusekiirte kõrvalekaldumist murdumisel klaasplaadis on kerge määrata nõõpnõela abil. Asetame klaasplaadi lauale valgele paberile (78. joonis). Pistame punktides  $A$  ja  $B$  lauasse nõõpnõela. Vaatame nüüd, mis suunas paistavad need nõõpnõelad läbi plaadi. Selle suuna märgime jällegi kahe nõõpnõela abil ( $C$  ja  $D$ ). Nüüd tõmbame plaadi äärtest paberile jooned, samuti sirged läbi nõõpnõelte pistekohtade ( $A$  ja  $B$ ;  $C$  ja  $D$ ). Sirgete  $AB$  ja  $CD$  lõikepunktid plaadi äärjoontega ( $B$  ja  $C$ ) ühendame sirgega. Sel teel saame kiire  $AB$  tee murdumisel plaadis ( $BC$ ) ja pärast murdumist ( $CD$ ). Võrdle suunda  $AB$  suunaga  $CD$ .

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



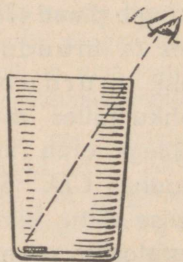
79. joonis. Valguse murdumine prisma.

3. Valguse murdumise abil seletuvad meile mitmed nähtused. Näiteks läbi klaasprisma  $BCD$  küünalt  $A$  vaadates näib ta meile üles tõstetuna prisma ülemise serva ( $B$ ) poole. Küünlast tulevad kiired murduvad prisma ja muudavad oma suunda. Me näeme

kujutist ( $K$ ) alati silma tulevate kiirte suunas.

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

Viimast nähtust selgitab ka järgmine katse. Paneme tühja teeklaasi põhja mõne väikese asja, näiteks 10-sendise raha. Asetame silma nõnda, et me raha otseselt ei näeks — ta jääb klaasi ääre taha (80. 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.



80. 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?

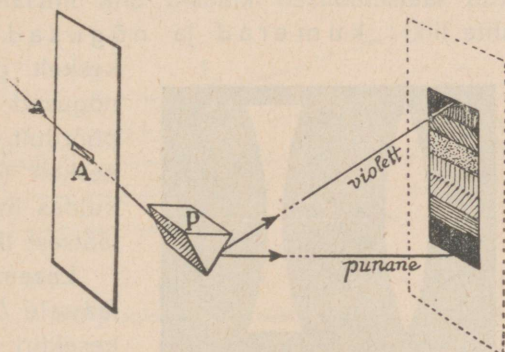
## 27. Valguse lahutamine.

Laseme pimedasse tuppa peenikese kimbu päikesekiiri (81. joonis). Kiirtekimbu teele asetame klaasist prisma  $P$ , mille serv on pööratud pöranda poole. Siis saame kaugemal vastasseinil ehk ekraanil mitmevärvilise riba. Altt 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 **päikesekiirte spektri** ja tema üksikuid värvusi **spektri** ehk **vikerkaare värvusteks**.

Säärase katse tegi esimesena kuulus inglise teadusmees *Isaac Newton* (loe: aizek njuutn) a. 1666. See

katse näitab, et päikesekiired koosnevad üksikuist värvilistest kiirtest, mis igaüks eri viisi murduvad ja seetõttu prismast läbi minnes üksteisest eralduvad. Kõige vähem murduvad punased, kõige rohkem violetsed kiired.

Kui mõne värvilise kiire prismast uuesti läbi laseme, kaldub ta küll kõrvale prisma aluse poole, kuid ei muuda enam oma värvust. Täheandab, spektri värvused on liht- ehk algvärvused, millest koosneb valge kui liitvärvus. Tahame seitsmest spektri värvusest



81. joonis. Valguse hajumine.

saada valget värvust, asetame prisma taha koondava läätses, millest läbi minnes värvilised kiired koonduvad ja annavad meile valge täpi.

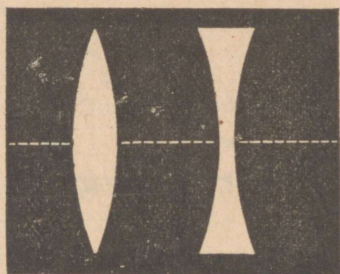
Ka teisel teel võime värvilistest kiirtest saada valget värvust. Võtame ringi, mis koosneb vikerkaarevärvilistest sektoritest, ja paneme ta kiiresti pöörlema. Nüüd paistab ring meile valgena, sest muljed üksikuist värvusist liituvad kiirel pöörlemisel ühte (valguse mulje vältus on umbes 0,1 sek) ja annavad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

Valge kiire annavad liitumisel ka 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 spektri värvuste 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



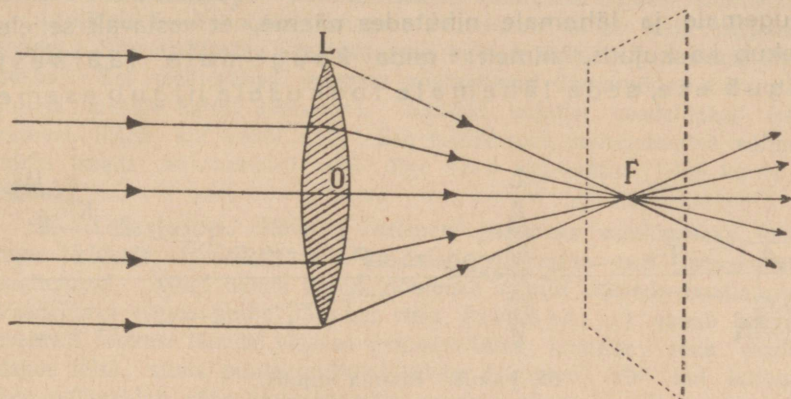
kumer                      nõgus  
82. joonis. Läätsed.

keskelt paksemad kui äärtest, nõgusad läätsed aga ümberpöörduvalt — äärtest paksemad kui keskelt (82. joonis). Vaatame, kuidas murduvad kiired kumerläätses läbi minnes.

Laseme langeda kumerale läätsel  $L$  kimbu rööbitisi päikesekiiri (83. joonis). Läätses läbi minnes koonduvad nad ühte punkti  $F$ . Seal edasi minnes lähevad nad jälle laiali.

Kiirte koondumispunkti  $F$  nimetatakse läätses **fookuseks** ehk **tulipunktiks**. Nimetis on tulnud sellest, et ühes valgusega koonduvad fookusesse ka soojuse kiired. Neid koguneb sinna nii palju, et võib koguni süüdata tulipunkti asetatud esemed, näiteks paberi. Seepärast nimetatakse säärast kumerat läätses vahel ka tuleklaasiks. Teda tarvitatakse tulesüütamiseks.

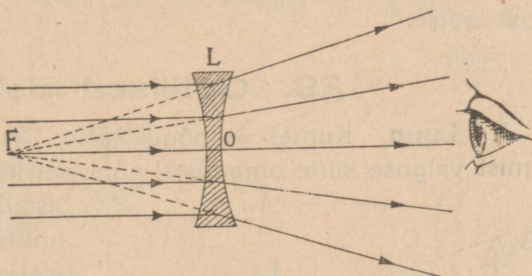
Kui kumerlääts tugevasti koondab kiiri, siis asub fookus läätse lähedal; on läätse koondamisvõime nõrgem, siis on vastavalt suurem ka fookuse kaugus. Seepärast hinnatakse kumer-



83. joonis. Kumerlääts koondab kiiri.

läätse kiirte koondamisvõimet fookuse kauguse järgi. Ta suurst on kerge määrata päikesekiirte abil. Kuidas?

2. Nagu nägime, koondab kumerlääts kiiri. Samalaadilist katset nõgusläätsesega tehakse (84. joonis) näeme, et sellest läbi minnes kiired lähevad laiali. Nõguslääts hajutab kiiri. Silma

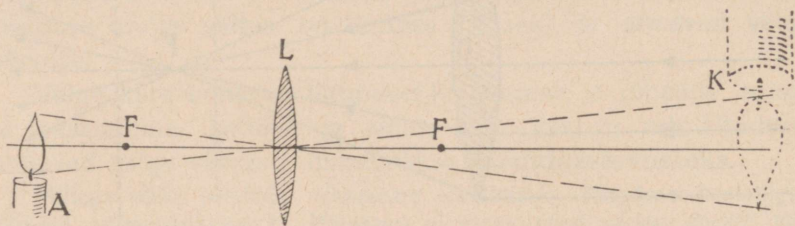


84. joonis. Nõguslääts hajutab kiiri.

kiirtele vastu asetades paistab, et kiired tulevad välja punktist  $F$ , mis on selle nõgusa läätse fookuseks. Siin on aga suur vahe kumerläätse fookusega. Kumerläätse juures kiired tõepoolest lõikuvad fookuses, nõgusläätse puhul nad aga ainult näivad fookusest väljuvat. Seepärast nimetatakse nõgusläätse fookust ebafookuseks.

3. Kujutised kumerläätse abil. Asetame põleva küünla veidi eemale kumerläätse fookusest. Teisele poole läätse asetame paberist sirmi ehk ekraani. Ekraani edasi-tagasi nihuta-

des leiame varsti küünla ümberpööratud ja suurendatud kujutise (85. joonis). Küünalt kumerläätsse suhtes kaugemale ja lähemale nihutades näeme, et vastavalt sellele nihkub ka kujutis, nimelt: mida kaugemale läätsesest liigub ese, seda lähemale fookusele liigub eseme



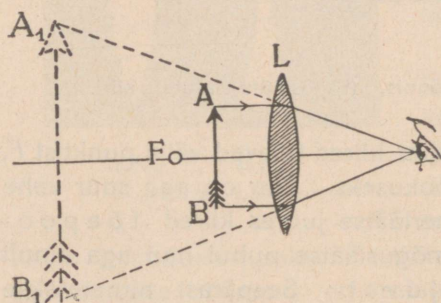
85. joonis. Küünla kujutis.

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

Vaatle esemeid läbi nõguslääts. Missuguseina nad paistavad? Katsu saada nõgusläätsse abil esimest kujutis teisel pool läätsse.

## 29. Optilised riistad.

1. **Luup.** Kumer- ja nõgusläätsed leiavad laialdast kasutamist valguse kiirte omadustel põhjendavate ehk nn. optiliste riistade ehitamisel. Siia



86. joonis. Luup ehk suurendusklaas.

kuuluvad luup, mikroskoop, teleskoop ja mitmed teised. Asetades vaadeldava eseme kumerläätsse ja fookuse vahele näeme, et sel juhul ei saa me teisel pool läätsse mingisugust kujutist. Küll aga näeme samal pool, kus esegi, selle eseme suurendatud kujutist (86. joonis). Esimest

esimest kiired murduvad läätses ja lähevad laiali ilma lõikumata. Nende pikendised pahemal pool läätsse lõikuvad ja annavad noolest AB suurendatud päripidise kujutise  $A_1B_1$ . Et siin ku-

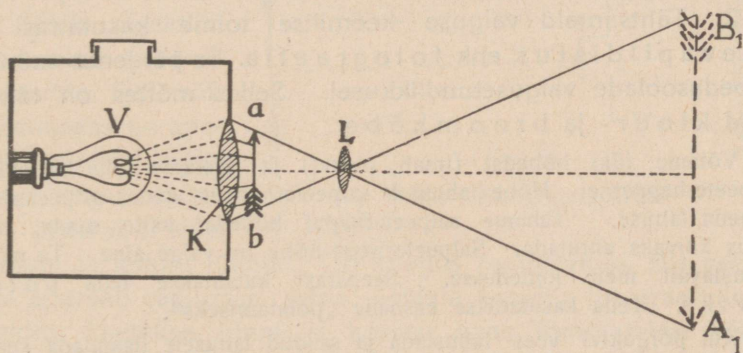
jutis on märksa suurem kui ese, siis näeme seetõttu temas ka rohkem peenusi, kui eset ennast otseselt vaadates. Seepärast tarvitatakse kumerat lääts **suurendusklaasina** ehk **luubina**.

2. **Mikroskoop.** Luubiga saame võrdlemisi väikese suurenduse — harilikult 5—8 korda. Suurema suurenduse annab meile **mikroskoop**. Siin asetatakse vaadeldav ese kumera lääts ehte fookuse lähedusse. Sel teel saame esemest suurendatud ümberpöörduv kujutise (tuleta meelde katset küünlaga). Saadud kujutist vaadeldakse teise kumera lääts 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 põhjendab samuti läätsede tarvitamisel. Vaadeldava eseme poole pöörduv lääts (objektiiiv) annab kaugest esemest fookuse lähedal väikese ümberpöörduv kujutise; seda vaadeldakse teise, silma poole pöörduv lääts (okulaari) abil kui luubiga. See võimaldab näha kaugel asuvate esemete peenusi, mis muidu palja silmaga vaadates sulavad ühte.

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

4. **Projektsioon- ehk valguspildilatern.** Projektsioon- ehk valguspildilatern on seestpoolt mustaks värvitud kinnine kast, mille



87. joonis. Projektsioonilatern.

keskel asub tugev valguseallikas, näit. hõõg- ehk karbiitlamp. Tugev valgus langeb kasti esiseinas olevale suurele kumerale läätsle, nn. **kondensaatorile (K)**. Kondensaator koondab tema peale langevad kiired ja juhib nad projektsioonilaternast tugeva kimbuna välja. Saadud tugevat kiirtekimpu võime kasutada väga mitmeks otstarbeks: füüsikaliseks, kino- ja valguspiltide näitamiseks jne.

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

Võrdle kirjeldatud projektsioonilaternat oma kooli proj.-laternaga.

### 30. Valguse keemilisest toimest.

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

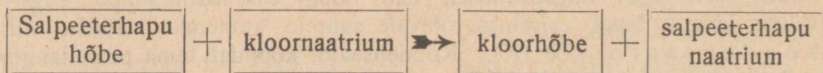
Värvainete pleekumine valguse käes on enamalt jaolt meile ebasoovitav nähtus. Meie tahaksime, et meie riidevärvid oleksid püsivad valguse vastu. Kuid kollaka linase kanga pleekumist valgeks näeme meelsasti. Me kasutame seda. Kuidas?

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

2. Tähtsamaid valguse keemilise toime kasutamisi on päevapildistus ehk fotograafia. Ta põhjeneb mõnede hõbedasoolade valgusetundlikkusel. Selles mõttes on tähtsamad kloor- ja broomhõbede.

Võtame tüki hõbedat (traati, plekki) ja asetame selle katseklaasi salpeeterhappesse. Hõbe lahustub salpeeterhappes, andes salpeeterhapu hõbeda lahuse. Tahame salpeeterhaput hõbedat kätte saada, tuleb lahus kuivaks aurutada. Salpeeterhapu hõbe on valge aine. Ta mõjub purustavalt meie kudedesse. Seepärast kutsutakse teda põrgukiviks. Teda kasutatakse käsnade „põletamiseks“.

Kui põrgukivi vees lahustada ja saadud lahusele lisandada keedusoolalahust, saame valge sademe. Keedusool on oma koostiselt metalli naatriumi ja gaasilise aine kloori ühend. Ta on kloornaatrium. Põrgukiviga ehk salpeeterhapu hõbedaga annab ta kloorhõbeda:



Valmistame kloorhõbeda paberi järgmiselt: kastame filtrimispaberi keedusoolalahusse ja selle järel põrgukivilahusse. Paberile tekib vees lahustumatu kloorhõbe. Saadud kloorhõbepaberi kuivatame pimedas. Asetame nüüd kloorhõbepaberi kahe lauakese või papi vahele. Pealmsel

lauakesel või papil olgu mingisugune väljalõige. Asetanud selle valguse kätte, näeme pea, et väljalõikekohtades kloorhõbepaber muutub lillaks ja kauema seismise korral koguni mustaks. Kloorhõbe on valgusetundlik. Must aine, mis tast valguse toimel tekib, on hõbe.

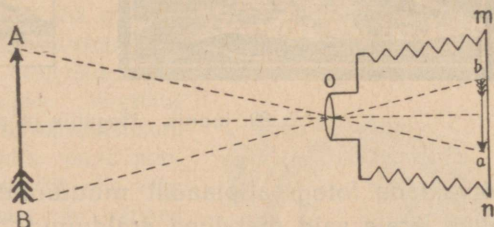
Veel valgusetundlikum on broomhõbe. Broomhõbeda saamine sarnaneb kloorhõbeda saamisega. Keedusoola asemel tuleb võtta broomnaatriumi.

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

Fotograafiaparaat kujutab endast pimedat kasti — pimikut (88. joonis). Seestpoolt on ta mustaks värvitud. Miks? Kasti esiseinas asub kumerlääts ehk objektiiv (o). Tagumiseks seinaks on tuhm- ehk mattklaas (mn). Sellel võime näha objektiivi ees asuvate esemete (AB) kujutisi (ab). Missugused nad on võrreldes eseme endaga?

Mitte iga kauguse juures pole võimalik saada esemest selget kujutist tuhmklaasil.

Selge kujutise saamiseks tuleb objektiivi ja tagaseina kaugust reguleerida. Selle võimaldamiseks on aparadil säärased küljesinad nagu lõõtspillil. Neid võib välja

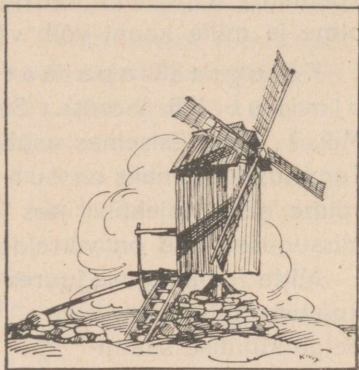
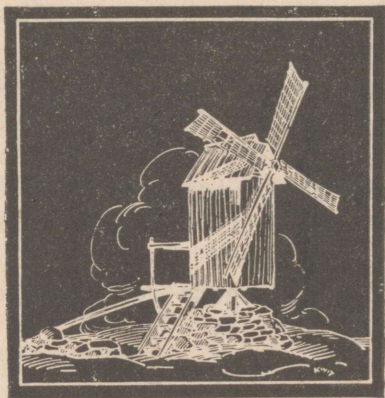


88. joonis. Fotograafiaparaat.

tõmmata ja kokku lükata. On kaugus reguleeritud, siis asetatakse aparadi tagumise seina ligidale kassetis fotograafiaplaat. Objektiiv kaetakse kinni ja kasseti kaas tõmmatakse välja. Ülesvõtte teostamiseks on kõik valmis. Nüüd avatakse lühikeks ajaks objektiiv. Objektiivi läbi lähevad valgusekiired ja tekib kujutis fotograafiplaadile. Toas pildistamine nõuab objektiivi avamist mõneks sekundiks. Väljas täielise valguse puhul on selleks küllalt ühest kümnendikust sekundist või veelgi vähemast.

Pärast ülesvõtmist on pilt plaadil varjatud kujul. Et pilt 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 toimet eraldub hõbe neile kohtadele, mida valgustati. Mida tugevamini mingit kohta plaadil valgustati, seda rohkemal määral eraldub sinna hõbedat. Nii tuleb ülesvõtt nähtavale. Oma värvustoonilt erineb ta aga ülesvõetud esemest. Ta on otse vastandiks sellele. Valged kohad on siin mustad, mustad — valged. Seda ülesvõttu plaadil kutsutakse **negatiiviks**. Et negatiiv valguse käes ei muutuks, tuleb teda kinnistada. Kinnistamise otstarbeks on



89. joonis. Negatiiv ja positiiv.

kõrvaldada fotograafiplaadilt muutumatuksjäänud hõbedasoola, jättes järele vaid metallina eraldunud hõbeda osakesi. Kinnistina tarvitatakse naatriumtiosulfaadi- (*Natr. hyposulfurosum*) lahust. Selles lahustub broomhõbe.

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

Kinnistatud negatiivi tuleb hästi pesta ja kuivatada. Soojendada teda seejuures ei või, sest soojendamisel läheb želatiini kiht vedelaks ja tõmbub kokku. See rikub ülesvõtu ära.

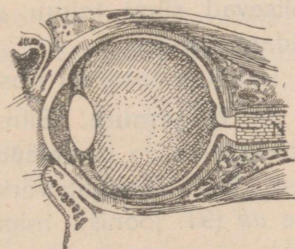
Et saada päevapilti (**positiivi**), tuleb seda negatiivilt kopeerida. Seda tehakse paberile, mis kaetud kloorhõbedat sisal-

dava kihiga. Need paberid pole nii valgusetundlikud kui plaadid. Negatiiv asetatakse päevapildipaberi peale ja pannakse valguse kätte. Negatiivi tumedamad kohad lasevad vähem valgust läbi kui heledamad. Seetõttu on ka paberil värvustoonid vastupidised negatiivi omile. Nad vastavad ülesvõetud esemele. Paberile kopeeritud päevapilt tuleb kinnistada. Seda tehakse samuti kui negatiivigi puhul. Sellele järgneb pesemine ja kuivatamine, ning päevapilt ongi valmis.

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

### 31. Silm ja nägemine.

1. **Silma ehitus.** Silm ehk silmamuna asub sügaval silmakoopas. Ta on ümbritsetud kõva läbipaistmatu valge kestaga, mida kutsutakse silmavalgeks. Selle eespoolne hästi kumer ning läbipaistev osa kannab sarvkesta nime. Järgmine kiht seespool silmavalget on läbipaistmatu kõldekst. Selle eesmine pool moodustab vikerkesta, mis võib olla väga mitmevärvuline. Nimeta, mis värvust silmi tunnud. Pane tähele oma kaasõpilaste silma värvust. Vikerkesta keskel on ümmargune auk, mida kutsutakse silma-avaks ehk silmateraks, kust kaudu valgus pääseb silma.



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

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.

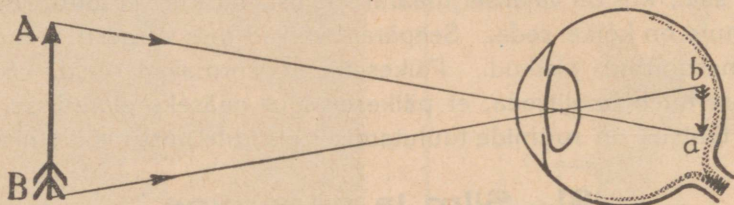
Silma tagumisest seinast tuleb sisse nägemis-erk (N) ja haruneb silma tagumisel seinal nn. võrk- ehk erkkestaks.

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

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

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

Pilgutades pesevad laud silma pisarveega ja hoiavad ta puhta. Pisaraid eritavad pisarnäärmed, mis asuvad silmakoopa välises nurgas.



91. joonis. Kujutiste saamine silmas.

Kulmud takistavad higi silma sattumast. Ripsmed 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 silmatagaseinas olev võrkkest. Ese AB annab võrkkestal ümberpööratud vähendatud kujutise *ab* (91. joonis), mida me silmaerkude abil vastu võtame

selle eseme valgusmuljena. Eseme kujutis võrkkestal on ümberpööratud; meie aga näeme esemeid siiski päripidi, sest lapsest



92. joonis. Pime tähn.

saadik oleme harjunud teiste meelte abil ümberpööratud kujutisi päripidiseina seletama.

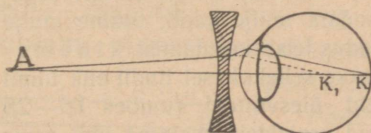
Võrkkest ei ole mitte igas kohas ühte viisi tundlik tema peale sattuvaid valguse kujutisi vastu võtma. Kõige tundlikum koht on otse silmatera vastas, nn. **kollane tähn**; kõige vähem tundlik on see koht, kus silmaeraksoonkesta vahel silma sisse tulles harunema hakkab, nn. **pime tähn**. Vaatlemisel peame püüdma, et vaadeldava eseme kujutis silmas langeks kollasele tähnile. Langeb aga kujutis pimedale tähnile, kaob ta meil silmist hoopis ära. Sellele tõenduseks tee järgmine lihtne katse.

Pigista pahem silm kinni ja vaata paremaga teraselt 92. joonisel olevat ringi. Muuda joonise kaugust silmast. Teatud kaugusel kaob ruut joonisel hoopis ära. Mispärast?

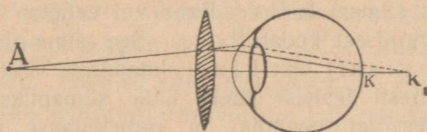
**4. Silma kohastumine.** Ese on selgesti näha, kui ta kujutis tekib just võrkkestal. See toimub silmaläätse abil. Ta võib vajaduse järgi oma kumerust, ühes seega kiirte koondamisvõimet muuta. Läheneb ese silmale, muutub lääts kumeramaks; kaugeneb ese, siis läheb lääts lamedamaks. Seda silmaläätse omadust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

Samal ajal võib silm ainult ühele kaugusele kohastuda, mis selgub järgmisest katsest. Pane sõrm silma ja raamatu vahele umbes keskpäika. Kui vaatad teraselt sõrme peale, siis paistavad tähed segaselt; vaatad teraselt tähtede peale, siis paistab sõrm segaselt.

**5. Nägemise puudused. Prillid.** Harilik ehk normaalsilm võib lugeda ilma tunduva kohastumisväsimumeta, kui raamatu kaugus silmast on **25—30 cm**. Seepärast nimetatakse



93. joonis. Lühinägija silm.



94. joonis. Kaugenägija silm.

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

Silma, mis suuremaile kaugustele ei suuda kohastuda, nim. **lühinägijaks**. Niisuguses silmas on võrkkest läätsesest liiga kaugel (silmamuna on liiga piklik või koondab silmalääts kiiri liiga tugevasti) ja eseme kujutis tekib võrkkesta ees (93. 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 silmaläätsti kiiri liiga nõrgalt ja eseme kujutis tekib võrkkesta taga (94. joonis). Et kiired enam lõikuksid ja võrkkestal kujutise annaksid, selleks tarvitame silma ees **prillina kumerat läätse**. See koondab kiiri ja kujutis tekib erkkestal ning ese on selgesti näha.

6. **Silma eest hoolitsemine**. Silm on õrn organ, seepärast tuleb meil tema eest hästi hoolitseda. Ära hoia lugedes raamatut liiga ligidal silmile. 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. Selle läbi 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 helenduvat joont. Kõigi selliste nähtuste põhjuseks on järgmine silma omadus: valguse mulje 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 o m a t o g r a a f i** ehk **k i n o** ehitamisel. Tehakse sellekohasel lindil ehk filmil kiiresti üksteise järele hulk silmapilkseid ülesvõtteid (umbes 16—25 ülesvõtet sekundis) ja projektitakse nad projektsioonlaterna abil sama kiiresti ekraanile. Muljed kiiresti üksteisele järgnevaist ülesvõtteist, mida näeme ekraanil, liituvad ühte ja annavad meile nn. kino pildi.

## 32. Magnetinähtusi.

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

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

Magnetinähtuste tundmaõppimisel tarvitatakse loomulikude 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 käepärastolevaid esemeid (paber, kriit, puu, sulg jne.) ta külge tõmbab, milliseid mitte.

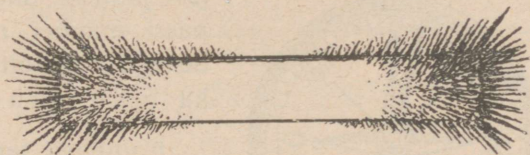
Katsu järele, kas magnet ka läbi paberi, papi, puu jne. esemeid külge tõmbab. Kuidas muutub magneti külgetõmbamisvõime kaugusega?

Kuidas oleks võimalik segisegatud vase- ja rauapuru teineteisest eraldada?

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

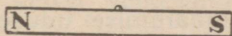
**2. Poolused ja nende omadused.** Võtame magneti ja asetame ta rauapurusse. Välja võttes näeme, et rauapuru ei hakka

magnetile igas kohas ühteviisi külge(95.joonis). Kus kohas on rauapuru külgehakkamine kõige suurem? väiksem?



95. joonis. Rauapurusse kastetud magnet.

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



96. joonis. Magnet nõela otsas.

Asetame magneti teravikule nii, et ta saab sellel vabalt pöörduda (96. 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*).

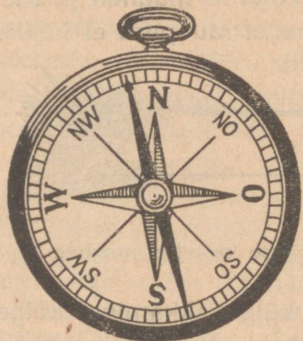
Võta kaks teravikul pöörduvat magnetit, millele poolused märgitud. Lähenda nad teineteisele põhjapoolustega, lõuna-

poolustega. Mida märkad? Lähenda ühe põhjapoolus teise lõunapoolusele. Kuidas mõjuvad nad vastastikku? Kõiki katsete tulemusi kokku võttes võime öelda: Samanimelised magnetipoolused tõukuvad, erinimelised poolused tõmbuvad.

1. Kuidas on võimalik 96. 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. Sellekohaselt ehitatud riista nimetatakse **kompassiks**. Kompass pole muud midagi kui teraviku otsas vabalt

pöörduv magnet, paigutatud karpis, millele märgitud ilmakaarte jaotised (97. joonis). Sagedasti tehakse kompassi magnet nõelataoliselt teravate otstega; seetõttu nimetatakse teda ka magnetnõelaks.



97. joonis. Kompass.

Kompassi tarvitasid hiinlased juba 1000 a. e. Kr. reisi suuna määramiseks. Euroopas võeti kompass tarvitusele itaallase Flavio Gioja poolt alles a. 1300 p. Kr. Iseäranis suur tähtsus on kompassil meresõidus laeva suuna (kursi) määramisel uduse

ilmaga ja öösi. Ka kuival maal ja võõras kohas reisides on kompassil suur tähtsus. Too näiteid.

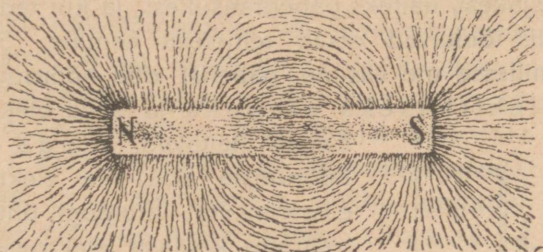
Kahjuks ei näita kompass põhja-lõuna suunda mitte täpselt, vaid harilikult kaldub tast mõne kraadi võrra ida või lääne poole kõrvale. Kompassi magneti kõrvalekaldumist põhja-lõuna suunast nimetatakse **magnetikäändeks** ehk **deklinatsiooniks**. Tahame kompassi abil põhja-lõuna suunda antud kohas määrata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

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

4. **Magnetiväli. Tungjooned.** Võtame tugeva magneti ja hoiame tema ümber mitmesuguses kauguses tundlikku magnetnõela (kompassi). Siis võime tähele panna, et magnetnõel asub magnetitungide mõjul igas kohas eri suunas (98. joonis). Piirkonda, kus antud magnetitungid veel mõjuvad, nimetatakse selle **magneti väljaks**. Mida tugevam magnet, seda suurem ning tugevam on ta mõjupiirkond ehk väli.

Magnetnõela abil otsustame magnetitungi suuna üle igas magnetivälja punktis. Sedaviisi magnetitungi suunda jälgides põhjapoolusest alates jõuame kõverjoont mööda lõunapooluseni. Kõverjoont, mis näitab magnetitungi mõjumise suunda, nimetatakse **magneti tungjooneks**. 98. joonis kujutab näitlikult magneti tungjooni magneti *NS* väljas.

Magneti tungjooni saab rauapuru abil kergesti tähele panna. Selleks võtame magneti (mida tugevam, seda parem) ja katame paberiga või õhukese papiga. Raputame paberile võimalikult ühtlaselt rauapuru. Magnetivälja mõjul muutuvad rauapuru osakesed väikesteks magnetnõelakesteks, mis kõik, kui paberile veidi külge koputada, asetuvad ketina magneti tungjoonte suunas.



98. joonis. Magneti tungjooned.

Tekita eelpoolkirjeldatud viisil kahe erinimelise ja kahe samanimelise magneti tungjoonte käik. Võrdle neid omavahel.

5. **Maamagnetism.** Eespool nägime, et tugeva magneti lähedal tundlik magnetnõel asub igas kohas selle magneti tungjoonte suunas. Kompass näitab igal pool Maa peal kindlat suunda, järelikult ta peab asuma mõne tugeva magneti väljas, mis Maad ümbritseb. Kõik vaatlused ja tähelepanekud näitavad, et see tugev magnet on meie Maa ise. Maa kui magneti lõunapoolus asub Põhja-Ameerikas (umbes  $70^{\circ}$  p.-l. ja  $96^{\circ}$  l.-p. Gr.), põhjapoolus aga lõunapoolkeral Lõuna-Viktoorias (umbes  $72^{\circ}$  l.-l. ja  $154^{\circ}$  i.-p. Gr.). Sellest siis tuleb, et kompass ei näita just täpselt põhja-lõuna suunda, vaid kaldub temast teatud nurga

võrra kõrvale. Kõrvalekaldumise suurust nimetasime käändeks ehk deklinatsiooniks. Kompassi näitamissuunasse mõjuvad häirivalt veel Maa sisemuses leiduvad raudained, samuti ka Päikese pinnal tekkivad tormid.

### 33. Lihtsamaid elektrinähtusi.

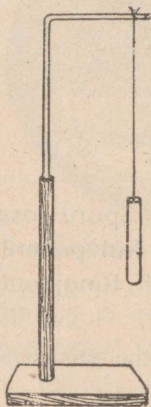
1. **Elektri tekkimine hõõrumisel.** Võtame riba harilikku ajalehepaberit, paneme sooja ahju vastu ja hõõrume teda riideharjaga. Kui ahi on küllalt soe ning tuba kuiv, siis võime tähele panna, et juba mõne harjatõmbe järele paber jääb ahju külge kinni ja iseendast maha ei lange. Paberi ahju küljest äratõmbamisel kuuleme nõrka raginat. Kui teha seda pimedas toas, siis võime äratõmbamiskohal tähele panna koguni väikesi sädemekesi. See pole veel mitte kõik. Hõõrumisel on ajalehepaberist riba mitmed teised uued omadused saanud: ta jääb seina külge igas kohas kinni, tõmbab endale külge kergeid asjakesi, näiteks paberiraasukesi, ja kui teda käes hoida keskel, siis tõukavad otsad teineteist eemale. Seda iseäralist olekut, millesse me viisime paberist riba hõõrumise abil, nimetatakse elektriliseks olekuks ja selle oleku põhjust **elektriks**.

Katsed näitavad, et iga keha on võimalik hõõrumise abil viia elektrilisse olekusse ehk elektrida, muidugi üht kergemini kui teist. Iseäranis kergesti elektruvad hõõrumisel villase või siidriidiga 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 kreeka keelse nimetise järgi (elektron) elektrilisteks.

Nimetame elektrilise keha külgetõmbamise põhjust **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.



99. joonis.  
Elektripendel.

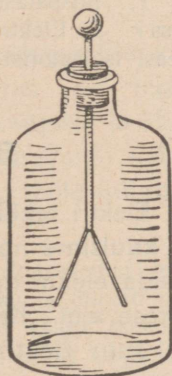
Edasi kasutame elektri põhiomaduste selgitamisel elektripendlit (99. joonis). Selleks riputame siidniidi otsa õhukesest värvilisest paberist tehtud torukese. Toeks võtame kõverakspainutatud klaastoru, mis kinnitatud puust alusele.

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

Laeme ühe pendli klaas-, teise eboniitpulga abil. Pendleid teineteisele lähendades näeme, et nad vastastikku tõmbuvad külge ja pärast kokkupuutumist, kui laengud olid enam-vähem ühetugevused, oma elektrilise oleku hoopis kaotavad. Nõnda mistahes viisil saadud elektrit pendlite abil järele katsetes saame alati kas külgetõmbamis- või eemaletõukamisnähtuse. 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, erinevse elektriga laetud kehad tõmbuvad.

3. **Elektroskoop.** Elektrinähtuste tundmaõppimisel tarvitatakse sagedasti nn. **elektroskoopi** (100. joonis). See on riist, mille abil saab kergesti otsustada, kas antud keha on elektritud või mitte. Elektroskoobe võib valmistada väga mitmel viisil. Üks lihtsamaid on kujutatud 100. joonisel. See on klaaspurk, mille kaelas olevast korgist läheb läbi metallvarb. Varva ülemises otsas on metallkuulike, alumises kaks õhukest kergest lehekest. Lehekesed tehakse harilikult alumiiniumist, paberist jne.

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



100. joonis.  
Elektroskoop.

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

Kirjeldatud elektroskoobi tühjendusviisi nimetatakse **maasse juhtimiseks**. Maasse juhtimise katsest järeldub, et on kehi (metallvarb, inimese keha, maa) mida mööda elekter ülikiiresti edasi läheb. Niisuguseid kehi nimetatakse elektri **juhtideks**. Et kehi elektri juhtivuse suhtes järele katsuda, seks võtame laaditud elektroskoobi ja katsume talt elektrit mitmesugusest materjalist esemete abil (puu, kivi, kriit, riie, jne.) maasse juhtida. Katsed näitavad, et **head elektri juhid** on kõik metallid, maa, süsi, loomad, taimed jne.

**Halbade elektri juhtide** ehk **mittejuhtide** hulka kuuluvad: klaas, kautšuk, kirjalakk, merivaik, siid, parafiin, pigi, väävel, õlid, portselan, tühi ruum, destilleeritud vesi jne.

Mittejuhte nimetatakse teisiti **isolaatoreiks**. Tahame elektri laengut 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?

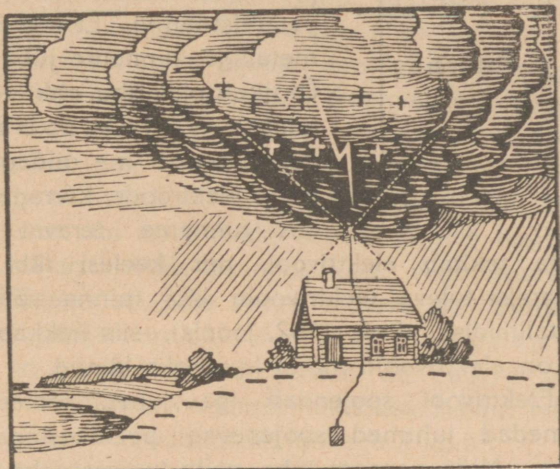
## 34. Välg ja piksevarras.

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

Et äike elektrinähtustega tõepoolest on seotud, seda näitas esimesena ameeriklane Benjamin Franklin (1752). Ta võttis siidist lohe, mille külge oli kinnitatud metallteravik, sidus kanepist nõõri otsa ja laskis äikesel läheneda üles. Nõõri alumise otsa külge sidus Franklin

võtme, mida ta siidist nõõri abil kinni hoidis. Mispärast just siidist? Kui vihma sadama hakkas ja nõõr märjaks sai, võis Franklin võtmest tugevaid 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 elektrisädemega ehk välgu näol. Õhku läbides



101. joonis. Maja piksevardaga.

soojendab välg äkki õhu läbimiskohast ja paneb ta võnkuma, mis tekitab müristamist.

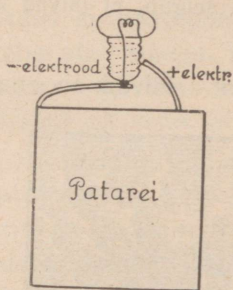
Et maju kaitsta välgu ehk pikse eest, tarvitatakse Franklini poolt leiutatud piksevardaid. Piksevarras on terava otsaga metallvarb, mis kinnitatakse püsti maja katusele ja ühendatakse juhi abil maaga (101. joonis). Ühe piksevarda kaitsepiirkonnaks loetakse ümber varda olev koonus, mille külgpind moodustab vardaga nurga  $45^\circ$ .

Pilve positiivse elektri mõjul maja ülemisse ossa kogunenud negatiivne elekter voolab piksevarda teravikust välja õhku ja ühineb pilve positiivse elektriga, vastastikku hävides, nõndaviisi välgu tekkimise põhjust kõrvaldades. Kui aga sellest hoolimata välg peaks majja sisse lööma, siis läheb ta juba mööda piksevarrast maasse, jättes kahju tegemata. Piksevarda teravikud olid varemalt vasetatud või kullatud, et kaitsta neid roostetamise eest. Nüüd on selgunud, et seda pole sugugi vaja.

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

## 35. Elektrivool ja selle tekitamine.

1. Elektritaskulamp on väga vajaline ja mõnus asi pime-



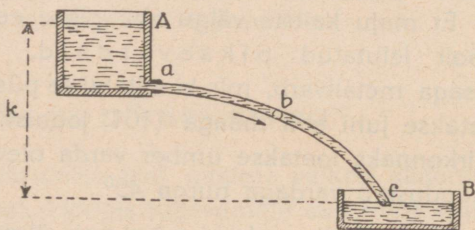
102. joonis.

das liikumisel. Vaatame lähemalt, kuidas ta on ehitatud. Plekist karbi sees on nn. patarei. Sellest väljuvad kaks vaskplekiriba. Nende kaudu voolab elekter patareist lampi. Et siin pole tegemist palja metalliga, tunneme juba keelega katsudes. Üksikult plekiribu ehk — nagu neid nimetatakse — elektroode keelega katsudes ei tunne me midagi iseäralist. Mõlemaid elektroode korraga keelega ühendades tunneme teravat hapukat maitset.

Seda tekitab elektrivool, mis keelest läbi läheb. Laseme patareist tuleva elektrivoolu läbi minna väikesest peenikesest metallniidist pirnis (102. joonis), siis hakkab see helenduma. Ta on elektrivoolu mõjul kuumaks läinud.

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



103. joonis. Veevool.

### 2. Elektrivoolu võrd-

lus veevooluga. Kergemaks arusaamiseks võrdleme elektrivoolu veevooluga. Me teame, et vesi voolab ainult kõrgemast kohast madalamasse (103. 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. elektrootide elektrilise oleku „kõrguste“ vahe. Veevoolu kõrguste vahet mõõdame meetritega, elektrootide „kõrguste“ vahet, pinget — **voltidega**. Taskulambi patarei pinge on harilikult 4,5 volti. Riista, mille abil mõõdetakse pinget, nimetatakse **v o l t m e e t r i k s**.

Veevoolu juures on tähtis teada **voolu tugevust**. Seda mõõdab voolu läbilõikest 1 sekundis läbiminev vee hulk. Voolu tugevusest oleneb töö hulk, mida suudab vool teha. Samuti ka el-voolu juures kõneleme voolu tugevusest. See oleneb juhtmest 1 sekundis läbivoolanud el-hulgast. El-voolu tugevust mõõdetakse **amprites** erilise riista — **a m p e r m e e t r i** abil. Jätkaes 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 mm<sup>2</sup>.

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

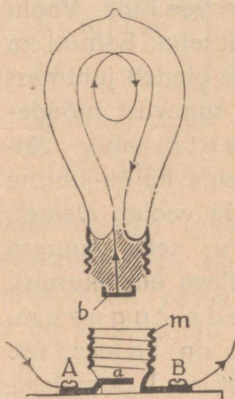
Sääraseid elektri- ehk galvani elemente võib ehitada väga mitmesuguseid, kuivi ja märgi. Kõigi nende ühiseks omaduseks on võrdlemisi madal pinge (umbes 1—2 volti).

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

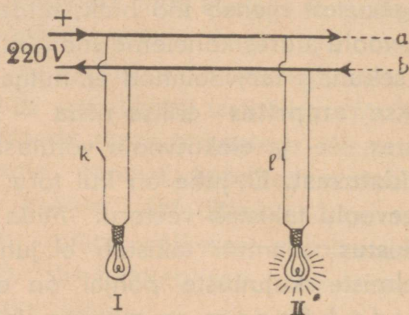
## 36. Elektrivalgustus.

**1. Hõõglamp.** Taskulambiga saame võrdlemisi väikest valgust. Tugevama, kestvama valgustuse saamiseks tarvitatakse suuremat pinget (110 või 220 volti) ja suuremaid pirne. Muidu on harilik **h õ õ g l a m p** ehitatud samal viisil kui taskulambi pirngi (104. joonis). Õhust tühjendatud pirnitaolisel 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.



104. joonis. El.-pirn pesaga.

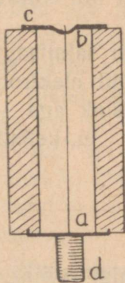


105. joonis. Voolu juhtimine.

**2. Voolu juhtimine. Kaitsjad.** Vool juhitakse majja peaaegu magistraaljuhtmete abil (105. 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 põletaks), tarvitatakse erilisi kaitsevahendeid — kaitsjaid. Kaitsjaks on vooluahelasse lülitatud peenike traat (106. joonis, *ab*), mis ainult teatud tugevuseni voolu välja kannatab. On vool antud määrast tugevam, sulab traat läbi — ja vool katkeb. Et kergem oleks

kaitsjat vahetada, on kaitsetraat tõmmatud isoleerivast ainest punni ehk korgi sisse. Seepärast nimetatakse teda ka **k a i t s e k o r g i k s**.



106. joonis. Kaitskork.

Peale valgustuse leiab el.-voolu soojuslik tegevus veel laialdast rakendamist el.-triiakraudade, -keetjate, -ahjude jne. näol.

3. **El.-energia mõõtmine.** Kui palju el.-voolu energiat on ära tarvitatud, seda näitab eriline arvestaja ehk mõõtja. El.-energia mõõtitühikuks on kilovatt-tund. See tähendab, et on arvestatud el.-voolu töö ühe tunni jooksul, kui voolu võimsus on 1 kilovatt. Kilovatt on umbes  $1\frac{1}{3}$  hobusejõudu. Praegu maksab 1 kilovatt-tund elektrienergiat valgustuse jaoks Tartus 24 senti.

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

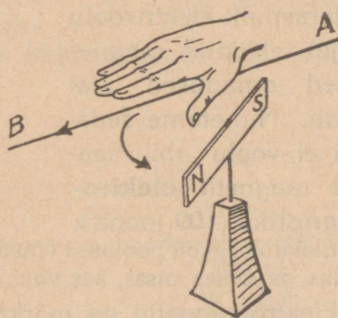
1. Mis maksab 25-vatilise elektripirni põlemine 1 tunni jooksul?  
2. Projektsioonlatern töötab 500-vatilise hõõglambiga 40 min. Kui palju kulus energiat?  
3. Vaata järele, missuguse võimsusega el.-lambid ja teised riistad on sul kodus, ning arvuta nende kasutamise kulu tunnis.

## 37. Elektrivoolu magnetiline mõju.

1. Juhe, millest vool läbi läheb, soojeneb voolu mõjul. Juhtme ümber aga võime tähele panna magnetilisi nähtusi. Seda näeme järgmisest katses (107. joonis).

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

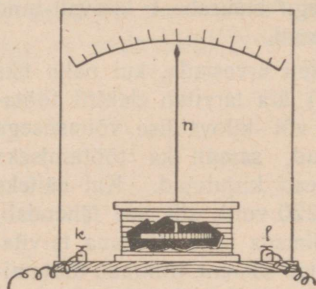
Magnet kaldub kõrvale juhtme ümber tekkinud magnetvälja mõjul. Kõrvalekaldumise suuna võime kergesti määrata reegli abil: paneme parema käe sõrmed voolu suunas juhtme peale nõnda, et pihk oleks pöördunud magneti poole, siis kaldub magneti põhjapoolus alati



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

sinnapoole, kuhu poole näitab põial. Üldse aga võime öelda, et magnet püüab asetuda voolu suunaga risti.

2. Katsed näitavad: magnetnõela kõrvalekaldumine elektrivoolu mõjul on seda suurem, mida tugevam on vool ja



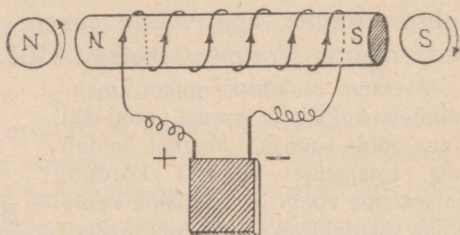
108. joonis. Galvanomeeter.

mida rohkem keerde teeb juhe ümber magnetnõela. Sellel nähtusel põhjeneb riistade ehitamine, mis näitavad voolu suunda ja tugevust. Neid kutsutakse galvanomeetreiks.

108. joonisel kujutatud galvanomeetris on rõhtsa telje ümber vabalt pöörduda andev magnet paigutatud raami sisse, mille ümber on mähitud isoleeritud traat. Mähisest voolu läbi lastes püüab magnet asetuda voolu suunaga risti. Kõrvalekaldumise suu-

rust 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. Nimetame seda viisi el.-voolu abil saadud magnetit **elektromagnetiks** (109. joonis).



109. joonis. Elektromagnet.

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

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

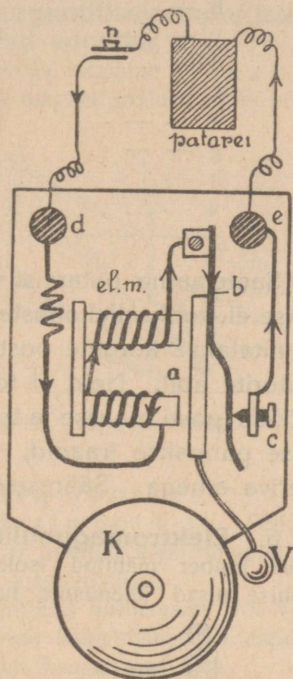
Elektromagnet leiab laialdast praktilist tarvitamist mitmesuguste riistade ja masinate ehitamisel, nagu elektrikell, telegraaf, telefon, elektrimootor jne.

4. **Elektrikell.** Elektrikella ehitus ja töötamine selgub 110. joonisest. Elektromagneti (*el. m.*) otste lähedal oleva vedru *b* külge on kinnitatud ankur *a*, mis on varustatud vasaraga *V*. Ühendame elektrikella juhtmed nupu *n* abil mõne patareiga. Vool läheb läbi elektromagneti mähise, vedru *b* ja kruvi *c* kaudu patareisse tagasi. Nüüd tõmbame elektromagneti (*el. m.*) ankru *a* ühes vedruga enda poole ja vasar *V* annab kellale *K* hoobi, pannes teda kõlisesema. Ühes sellega aga läheb vedru kruvist *c* eemale, ühendus kaob ja vool katkeb; elektromagnet kaotab oma magnetilised omadused ja vedru puutub uuesti kruvi, voolu ühendades, jne.

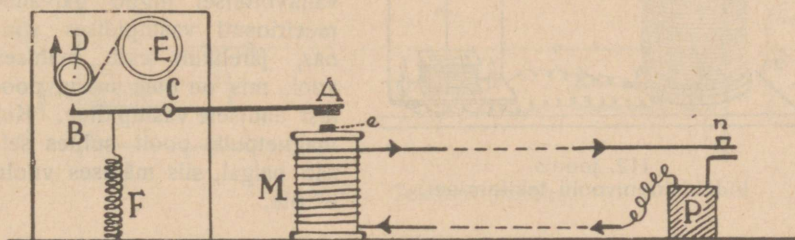
Niikaua kui elektrikell on ühenduses vooluga, käib ankur edasi-tagasi ja vasar *V* paneb kella *K* kõlisesema.

5. **Telegraafi** kasutame sõnumite edasiandmiseks kauge maa taha. Ta töötamise põhimõte selgub 111. joonisest.

Elektromagneti *M* otsa läheduses on kang *AB*, mis annab pöörduda toetuspunkti *C*. Kangi ühes otsas (*A*) on raudplaadike ehk nn. ankur, teises otsas (*B*) kirjutamisvahend (pliiats). Vedru (*F*) hoiab kangi vabas olekus elektromagnetist veidi eemale. Nupu (*n*) peale vajutades läheb patareist (*P*) tulev vool elektromagnetist läbi ja kangi



110. joonis. Elektrikell.



111. joonis. Telegraafi skeem.

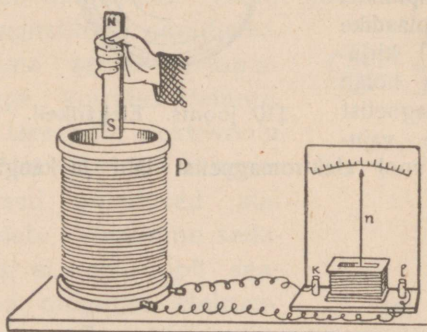
ots *A* tõmbub külge. Kangi teine ots aga surub vastu rulli *D* liikuvat linti ja jätab sinna jälje. Voolu pikemat või lühemat aega elektro-

magnetist läbi lastes, saame lindil kriipsud või punktid, millest telegraafi leiutaja ameeriklane S. Morse (a. 1832) koostas järgmise tähestiku :

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

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

6. **Elektromagnetiline induksioon.** Võtame seest õõnsa rulli, mille ümber mähitud isoleeritud traat. Nimetame ta pooliks. Pooli mähise otsad ühendame tundliku galvanomeetriga (112. joonis).



112. joonis.  
Induksioonivoolu tekitamine.

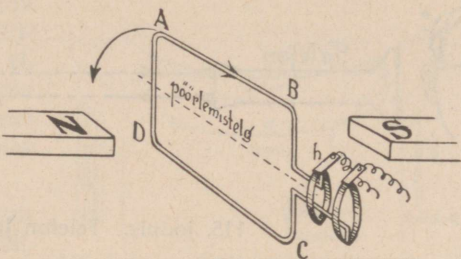
tame pooli sisse magnetipulga. Nüüd võime tähele panna, et magnetipulga pooli panemisel galvanomeetriosuti hakkab teatud suunas liikuma, tähendab, pooli mähises tekkis elektrivool. Magnetipulga poolist väljavõtmisel liigub galvanomeetriosuti vastupidises suunas, järelikult tekib mähises vool, mis on oma suuna poolest endisele vastupidine. Kui magnetipulk pooli suhtes seisab paigal, siis mähises voolu ei ole.

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

Need ja teised samalaadilised katsed näitavad, et mähises tekkinud voolu põhjuseks on mähise ümber oleva magneti tungivälja

muutumine. Mida tugevam on see muutumine, seda tugevam on ka mähises tekkinud vool. Nähtus, kus juhis (mähises) tekib elektrivool, kui selle juhi ümber olev magneti tungiväli muutub, nimetatakse **elektromagnetiliseks induksiiooniks**, saadud voolu aga **indutseeritud vooluks**.

Induktsiooninähtusel põhjeb elektrivoolu saamine **dünamo**masina ehk **dünamo**abil. Kahe tugeva magnetipooluse vahel pöörleb kiiresti isoleeritud juhtmest koosnev ankur. Ankrumähisesest läbiminev magnetiväli muutub järjest pöörlemise tõttu. 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.

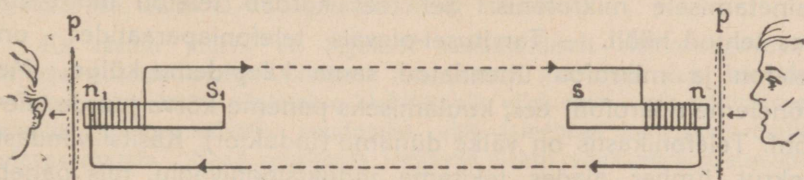


113. joonis. Dünamo skeem.

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

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

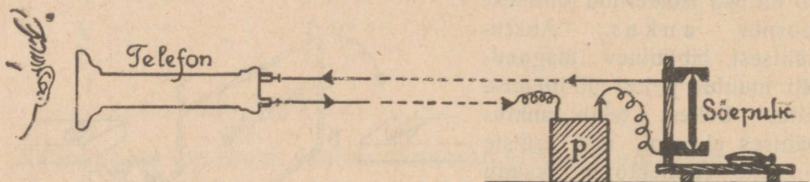
7. **Telefon ja mikrofon.** Telefoni tarvitatakse hääle edasiandmiseks kauge maa taha. Telefoni töötamine selgub skeemaatilisest joonisest 114. Magnetite  $ns$  ja  $n_1s_1$  ümber on mähis-



114. joonis. Telefoni skeem.

sed, mis 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 induksiioonivool. See vool

läheb läbi magneti  $n_1 s_1$  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.



115. joonis. Telefon ja mikrofon.

Kaugema maa taha hääle edasiandmiseks ühendatakse telefon nn. mikrofoniga (115. joonis). Mikrofoniks lihtsamal kujul võime kasutada puust alusele kinnitatud sõepulki, millest patareist tulev vool läbi läheb. Püstpulk oma teravate otstega on ainult õrnas kokkupuutumises rõhtpulkadega. Mikrofoni ees kõneldes panevad häälelained sõepulgad värisema. Värisedes puutuvad pulgakesed tugevamini või nõrgemini üksteist, seega ka telefonist tugevamat või nõrgemat voolu läbi lastes. Voolu tugevuse muutumine telefonimähises kutsub esile selle magnetitungivälja muutumised. Need telefoni magnetivälja muutused panevad võnkuma telefoni raudplaadi vastavalt hääle lainetamisele mikrofonis. Sel teel kordab telefon mikrofoni ees tehtud häält. — Tarvitusel-olevais 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 induktsoonivoolu, mis paneb kella kõlisma ja sedaviisi annab kõnele väljakutseks märku.

**8. Elektromagnetilised lained. Raadio.** Lainete tekitamiseks veepinnal on vaja kulutada tööd; samuti sisaldavad veelained endas omakorda energiat, sest nad võivad teha tööd, näiteks kaldaid lõhkudes. Hääleenergia on õhuvõnkumine ehk -lained. Lähem uurimine näitab, et ka valgus on eriline lainetusnähtus väga lühikeste ja ülikiiresti üksteisele järgnevate lainetega. Samuti andub el.-energia edasi mitte üksnes juht-

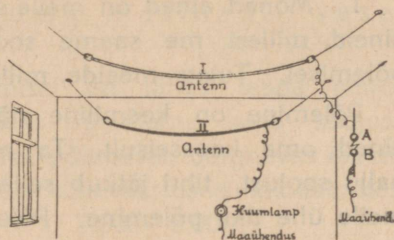
meid mööda el.-voolu näol, vaid ka otseselt läbi ruumi eriliste võnkumiste ehk lainete kaudu. Kuidas toimub see?

Magneti ümber olevat ruumi, kus mõjuvad magnetitungid, nimetasime magneti tungiväljaks. Elektrilaengu ümber olevas ruumis mõjuvad elektritungid. Seepärast võime öelda, nagu magnetigi kohta, et elektrilaeng tekitab enda ümber elektri tungivälja. Magneti tungivälja saime nähtavaks teha rauapuru abil. Elektri tungivälja nähtavastegemine pole nii kerge. Lihtsamal juhul kasutame siin elektripendlit. — Elektrivool on liikuv elekter. Tähendab, ka elektrivoolu ümber peab olema el. tungiväli. Kui muutub voolu tugevus, siis ühes sellega peab muutuma ka voolu ümber olev elektri tungiväli.

Varemini nägime, et elektrivoolu ümber tekib magnetiväli. Kui kaob vool juhtmes, kaob ka juhtme ümber tekkinud magneti-

väli. Mõnes juhtmes väga kiiresti el.-voolu tekitades ja kaotades, saame selle juhtme ümber elektri- ja magnetivälja muutuse ehk lainetuse, mis nn. elektromagnetiliste lainete näol ümber ringi ruumi laiali läheb. Kui säärane magnetivälja muutus kokku puutub mõne juhtmega, siis tekib selles induktsoonivool. Näitena vaatame elektri-voolu tekkimist isoleeritud juhtmes — antennis. Võtame 2 isoleeritud juhti ja tekitame ühes neist (I) elektrivoolu muutused (võnkumised), ühendades ta elektrimasina konduktoriga või induktoriga. Teise, eemaloleva antenni (II) ühendame huumlambi kaudu maaga. Nüüd näeme, et esimeses antennis voolu võnkumist tekitades hakkab huumlamp hõõguma. Elektrivoolu võnkumine esimeses antennis tekitab tema ümber muutuva elektri- ja magnetivälja. Lõikudes teise antenniga tekitab see temas el.-voolu, mida näitab huumlamp.

Ka raadio juures on tegemist samalaadiliselt elektromagnetiliste lainete edasiandmisega ruumis. Saatejaamas mikrofoni ees kõneldes või muusikat tehes tekitatakse elektrivoolu võnkumisi, mis põhjustavad elektri- ja magnetivälja muutumise ehk lainetuse saatejaama ümber olevas ruumis. Need omakorda tekitavad elektri võnkumise vastuvõtteantennis ja aparaadis, mis raadiolampide ja telefoni abil muudetakse häälelaineiks. Hääle kõvendamine toimub valjendaja ehk valjuhääldaja abil.



116. joonis. Voolu tekkimine antennis.

# Tähtsamaid keemilisi nähtusi meie majapidamises.

## 38. Aine energia-allikana.

1. Mõned ained on meile suureks energia-allikaks. Nimeta aineid, millest me saame soojust. Soojus tekib kütteainete põlemisel. Tuleta meelde, milleks põleb süsi, vesinik.

Põlemine on keemiline nähtus, sest seejuures muutuvad ained oma koosseisult. Ta algatamiseks me ei vaja kuigi palju soojust, tihti jätkub sellest soojuse hulgast, mida annab meile ühe tiku põlemine. Põlemise juures tekib soojus kütteaines peituvast keemilisest energiast. Osa sellest muundub soojuseks.

Soojuse hulk, mis põlemisel tekib, oleneb ainest. Kõige rohkem soojust annab vesiniku põlemine. Mõõtmised on näidanud, et ühe kilogrammi vesiniku põlemine tekitab 34200 kilokalorit soojust; ühe kilogrammi puude põlemisel võib aga saada ainult ligikaudu 3000 kilokalorit.

2. Ka valguse-energiat võime saada ainete põlemisel. Tuleta meelde küünla leeki. Millest on tingitud leegi valgus? Mis põhjustab elektrivalguse? petrooleumilambi valguse?

Kõigi nende valguseallikate juures muutub osa soojust valguseks. See energia muundumine toimub aine kaastegevusel. Kuumuse mõjul hakkavad teatud ained helenduma ja läkitavad meile valgusekiiri.

3. Mõningate tähtsamate kütteainetega tutvusid eelmisel aastal. Millised need olid? Peale nende on tähtis nii kütteki kui ka valgustusainete saamiseks **maaõli** ehk **nafta**.

Maaõli on vedel kütteaine. Oma värvuselt on ta kollakas kuni tumepruun. Veest on ta kergem. Teda leidub mitmel pool. Rikkamaid leiukohti on Põhja-Ameerika Ühendriikides, Mehhikos ja Venes (Kaukasuses). Mõnel pool voolab ta ise nafta-allikana päevavalgele. Kuid harilikult tuleb teda välja pumbata vastavate puurkaevude kaudu.

Maapõues sisaldab nafta palju gaasilisi aineid. Neid on tihti nii palju, et nende rõhul nafta värskest puurkaevust purskub kõrgele välja.

Nafta pole oma koosseisult ühtlane aine. Ta koosneb paljudest ainetest. Need ained on peamiselt süsiniku ja vesiniku ühendid. Neid nimetatakse seepärast süsivesinikeks.

Naftast saadakse destilleerimise teel mitmesuguseid saadusi, nagu bensiini, petrooleumi, masinaõli, vase-liini ja parafiini.

Kütteinete väärtuse hindamisel on tähtis teada nende kütteväärtust. Kütteväärtuseks nimetame seda soojuse hulka, mis tekib 1 kg ainete täielisel põlemisel. Järgnevas tabelis on antud tähtsamate põletusainete kütteväärtused kilokalorites.

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

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

5. Ka meie keha energia-allikaks on ained. Need on meie toidud. Tähtsamaid aineid meie toitudest on valkained ehk valgud, süsivesikud ja rasvad.

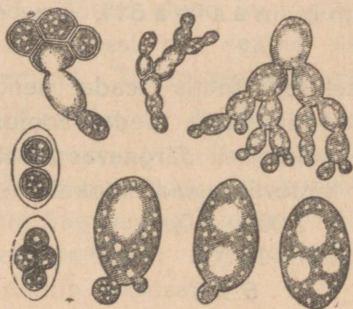
Tuleta meelde, mida õppisid eelmisel aastal inimkeha elutegevusest. Seeditud toit tungib meie kehas verre. Sinna läheb kopsude kaudu õhust ka hapnik. Hapnik ühineb seeditud toiduga. Seejuures tekib süsihappu gaas ja soojus. Nagu põlemiselgi. On kindlaks tehtud, et soojuse hulgad, mis 1 kg neid aineid hapnikuga ühinemisel kehas võib anda, on järgmised:

valgud	— 4 100 kilokalorit,
rasvad	— 9 300       "
süsivesikud	— 4 100       "

Neid energiahulki võib meie keha muundada ka teisiks talle vajaliks energiaiks.

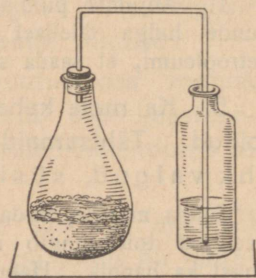
## 39. Käärimine.

1. Käärimine kuulub nähtuste hulka, mida me kodus majapidamises sageli võime tähele panna suhkrutsisaldavate 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.



117 joonis. Pärmseenekesed.

2. Lahustame 50 g mett või suhkrut 500 cm<sup>3</sup> vees. Saadud lahusele lisandame teelusikatäie peenteks tükkideks tehtud pärm, suleme kolvi, milles suhkrulahus asub, klaastoruga varustatud korgiga ja jätame selle sooja kohta seisma. Pea näeme vedelikust gaasimullikesi eralduvat: toimub käärimine. Juhime käärivast vedelikust eralduvat gaasi selgesse lubjavekke (118. joonis): lubjavesi muutub segaseks. Eemaldame kolvilt korgi ja vaatame, kuidas suhtub käärimisel eraldunud gaas põlevasse pihrusse. Me näeme, et käärimisel eralduv gaas teeb lubjavee segaseks ja ei toeta põlemist. Sellest järeldame, et käärimisel tekib süsihappu gaas.



118. joonis. Käärimisel tekib süsihappu gaas.

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

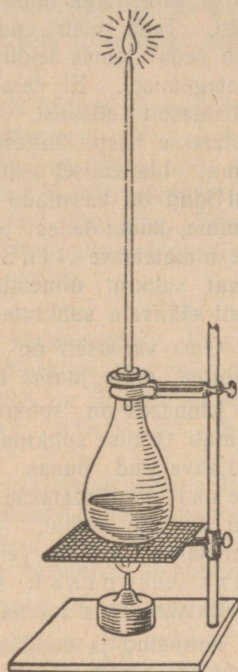
Asetame senise kolvikorgi asemele teise, millest läbi läheb 60—70 cm pikkune klaastoru. Soojendame kolvi väikesel tulel ja katsume torust väljuvaid aure süüdata. Pea õnnestubki see. Alkoholiaur põleb.

Katseid ja vaatlusi kokku võttes võime öelda, et käärimisel muutub suhkur alkoholiks ja süsihapuks 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 hukuvad 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 käärimisse. Käärimine võib enam-vähem korralikult toimuda 5—30° C piires. Vedeliku soojendamine kuni 70° C hävitab pärmseenekesed täielikult.

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



119. joonis. Käärimisel tekib alkohol.

## 40. Tähtsamaid käärimise saadusi.

1. **Vein.** Veini all mõistetakse puuvilja- ja marjamahla käärimisel saadud alkoholisisaldavat jooki. Parimaid veine valmistatakse lõunamail viinamarjamahlast. Viinamarjas leiduv suhkur — viinamarjasuhkur — käärib kergesti. Meie puuviljades ja marjades on suhkrut palju vähem kui viinamarjades. Seepärast lisandatakse veinitegemisel seda mahlale. Suhkur, mida me lisandame, erineb viinamarjasuhkrust. Meie harilik suhkur on saadud suhkrunaerist või suhkruroost. Ta ei kääri nii kergesti ja kiiresti kui viinamarjasuhkur. Seepärast

valmivad meie veinid ka palju aeglasemalt kui lõunamaa veinid. Alkoholi sisaldavad veinid ligikaudu 10<sup>0</sup>/o ümber.

2. **Õlu.** Õlle valmistamiseks tarvitatakse otri. Tähtis on siinjuures odraterades leiduv tärkelis. Tärkelis vees ei lahustu. Ta otseselt ei kääri. Teda tuleb enne muuta lahustuvaks suhkruks. Idanevas teras teeb seda temas leiduv aine — diastaas. Seda kasutatakse ka õlletegemisel. Et terad hakkaksid idanema, on vaja, et neis oleks küllaldaselt niiskust. Selleks leotatakse neid vees. Leotatud terad asetatakse hästi ühtlase soojusega keldrisse. Seal hakkavad nad idanema. Idanemisel tekib teras diastaasi. See muudab tärklist suhkruks. Kui idud on kasvanud ligikaudu  $\frac{3}{4}$  tera suuruseks, katkestatakse idanemine, kuumutades teri 70<sup>0</sup> C juures. Nii saadud ja idanenud odrateri nimetatakse linnaseiks. Linnas maitseb magus. Temas leiduvat suhkrut nimetatakse linnasesuhkruks. Ta kuulub kergesti-käärivate suhkrute hulka.

Oma värvuselt on linnas kollakas kuni pruun. See on temperatuurist, mille juures teda kuivatati.

Linnases on suhkruks muutunud ainult osa tärklist. Täielikumalt toimub tärklise suhkrustumine meskitõrtes, kuhu asetatakse jämedaltjahvatatud linnas. Seal valatakse talle vett peale ja saadud meski soojendatakse 50—75<sup>0</sup> C. Tärklise suhkrustumine toimub siin diastaasi mõjul. Tekkinud linnasesuhkur läheb lahusesse. Nüüd kurnatakse vedelik (virre) lahustumatuks jäänud jäägist ära. Saadud pära ehk praak sisaldab veel küllaldaselt toiteaineid. Seepärast tarvitatakse teda loomasöödaks.

Kurnatud ja soojale vedelikule lisandatakse humalaid. Humalad leiduvad ained teevad õlle püsivamaks ja annavad talle iseäralise mörkja maitse. Seejärel jahutatakse vedelik, lisandatakse õllepärimi ja lastakse tal sellekohastes käärimisnõudes õlleks käärida.

Õlu sisaldab 2,4—4<sup>0</sup>/o alkoholi. Toiteaineid on tas väga vähe.

3. **Alkohol ehk piiritus.** Piirituse valmistamisel on lähteaineks kartulis leiduv tärkelis. Kartulis on tärklisterad rakukeste sees. Et neid sealt vabastada, hautatakse kartuleid veega kinise katlas 4 atm. rõhu all (150<sup>0</sup> C). Sääraseil tingimusil purunevad tärklikerakud — ja tärklikerakesed pääsevad valla.

Et kartulitärklist käärivaks suhkruks muuta, seks lisandatakse talle peale vee ka linnaseid. Milline aine linnastes toimetab tärklise suhkrustumist? Tärklise suhkrustumist lastakse toimuda 60<sup>0</sup> C juures. Pärast seda lisandatakse vedelikule pärimi ja lastakse käärida. Käärimisel saadakse vedelik, mis sisaldab ligikaudu 10<sup>0</sup>/o alkoholi. See kurnatakse ja asetatakse destilleerimisaparaati.

Alkohol keeb 78° C juures. Millise temperatuuri juures keeb vesi? See temperatuuride vahe võimaldabki alkoholi eraldamise veest, kui seda keeta. Enne keeb alkohol ära ja alles siis hakkab vesi keema. Keemisel eraldunud alkoholiaurud lähevad läbi torude, mis ümbritsetud külma veega. Seal tihenevad alkoholi-aurud vedelaks alkoholiks.

Peale hariliku alkoholi ehk viinapiirituse tekib käärimisel veel teisi mürgisemaid alkohole. Need alkoholid on õlisarnased. Neid kutsutakse **p u s k a r - õ l i d e k s**. Puskar-õlid lahustuvad vees vähe, küll aga hästi piirituses. Seepärast eralduvad nad, kui alkoholi lahjendada veega kuni 50<sup>0</sup>/. Kurnates säärast lahjendatud alkoholi läbi sõe, jäävad puskar-õlid sütte peatuma. Puskar õlidest puhastatud piiritust destilleeritakse veel korduvalt ja lõpuks saadakse 96<sup>0</sup>% piiritus.

Vaatleme **alkoholi tähtsamaid omadusi**.

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

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 ligunenud.

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

Peale selle on alkohol organismile tugevaks mürgiks. TunGINUD verre, ühineb ta seal hapnikuga, tekitab süsihaput gaasi ja vett. See alkoholi põlemine veres mürgistab meie organismi ja halvab ta elutegevust.

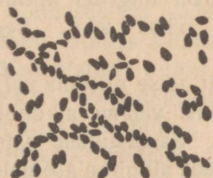
Tööstuses tarvitatakse alkoholi mitmeks otstarbeks. Lahustajana läheb teda lakkide valmistamiseks. Ta on lähteaineks ka paljude arstimite valmistamisel. Tähtsamaid alkoholist valmistatavaid aineid on **eeter**, mida tarvitatakse operatsioonide juures haige uinutamiseks.

Ka kütteinena on alkohol sageli koduses majapidamises tarvitusel. Et ta kasutamist selleks otstarbeks õhutada, on

ta müügil odavamalt. Et teda aga seejuures ei saaks kasutada maitseainena, lisandatakse talle mitmesuguseid vastiku maitse ja lõhnaga, ühtlasi ka mürgiselt mõjuvaid aineid. Sel kujul nimetatakse teda denatureeritud piirituseks.

## 41. Hapnemisest ja happeist.

1. Ka mitmed hapnemisnähtused meie koduses majapidamises põhjenevad käärimisel. Üks sääraseist on piima hapnemine. Tuleta meelde, mida piima üle oled õppinud. Piimas leidub keskmiselt 4,6% suhkrut. Seda suhkrut nimetatakse piimsuhkruks. Piimhappe bakterite (120. joonis) toimel käärib ta piimhappeks.



120. joonis. Piimhappe bakterid (mikroskoobis vaadatuna).

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

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

2. Seni oled tundma õppinud mõningate suhkrut-ümber töötavate bakterite tegevust. Kuid pisikuid on väga palju. Mitmekesine on ka ainete hulk, mida nad tarvitavad. Leidub sääraseidki baktereid, mis alkoholi töötavad ümber happeks. Tähtsamaid neist on äädikhappe bakterid (121. j.). Nad muudavad alkoholi äädikhappeks. Seejuures ei või alkohol kangem olla kui 10% — muidu mõjub ta neisse hävitavalt.

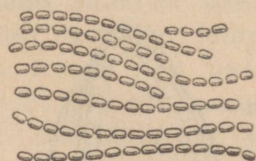
Väga soodsaks keskkonnaks nende arenemisele on veinid. Sattunud lahtiselt seisvasse veini, arenevad nad jõudsasti, moodustades selle pinnal naha. Pinnale kogunevad nad seepärast, et nad oma tegevuses tarvitavad õhu hapnikku. Teotsedes veinis muudavad nad selle varsti veiniaädikaks.

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

3. Toiduaineis puutume kokku ka teiste hapetega kui äädikhape ja piimhape. Happeid me võime tunda hapu maitse järgi. Hapult maitsevad paljud meie puuviljad ja marjad. Öunas leiduvaist happeist on tähtsaim õunhape, hapuoblikas — oblikhape, sidrunis — sidrunhape, viinamarjades — viinhape. Kuid kõigest sellest ei tohi siiski järeldada, et igal puuviljal ja marjal on oma hape. Sidrunhapet leidub peale sidrunite ka vabarnais, karusmarjades, mustikais; õunhapet — kirssides, rabarberis; oblikhapet — jānese kapsas ja viinhapet väga paljudes puuviljades ja marjades.

4. Kõik need happed, mis eespoolvaadeldud käärimisnähtuste juures tekivad, on tublisti lahjendatud. Ka marjades ja puuviljades esinevad nad lahustunud. Lahjendamata on paljud neist väga mürgised ja ohtlikud. Siia kuuluvad äädikhape ja piimhape. 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 lakmuslõhusega värvitud paber. Katsu sellega mitmesuguseid hapult maitsevaid aineid.

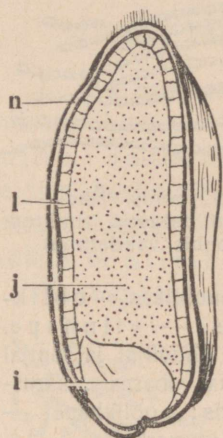


121. joonis. Äädikhappe bakterid (mikroskoobis vaadatuna).

## 42. Meie igapäevane leib.

1. Meie tähtsamaid toite on leib. Nimeta, milliseid leivaliike sa tead. Rukkileiva tegemiseks tarvitame rukkijahu. Seda saame rukkiteradest. Tuleta meelde, mis oled neist õppinud. Rukkitera sisemuse moodustab jahumik, mis koosneb tärglisteri sisaldavaist rakkudest. Jahumiku ümber on kest. Kesta moodustab tselluloosist välisnahk ja selle all olev valkude liiki

kuuluv liimjas aine — taimeliimis. Taimeliimis sisaldab lämmastikku nagu kõik valgudki. Peale nende ainete leidub rukkiteras, eriti kestas, ka rasva. Samasuguse ehitusega kui rukkitera on peajoontes ka nisutera (121-a joonis).



121-a joonis. Nisutera läbilõik: n — välisnahk, l — taimeliimis, j — jahumik, i — idu.

Meie tähtsamate toitainete: 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. Filtrimis saadud selge vedeliku jagame kaheks osaks. Ühele osale lisandame lahjendatud soolhapet. Teist keedame. Toitainetest õppides nägime, et valgud sadestuvad lahusest hapete toimel (hapu piim!); soojendamisel kalgastuvad nad. Mida märkad siin?

Rasva 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.

Korda eelmise aasta õpperaamatu järgi rukis. Märgi endale üles rukkitera koostis.

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

Seejuures jääb sõeladele tera kesti ja ühes sellega ka rohkesti valke ja rasva. Neid sõeladele jäänud kest-aineid nimetatakse kliideks.

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

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

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

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

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

4. Saiataina tõstmiseks lisandatakse pärimi. Seal toimub selle tõttu peamiselt alkoholiline käärimine.

Peale juuretise ja pärimi tarvitatakse mõnikord, eriti kookide tegemisel, mitmesuguseid küpseta mispuldreid. Üheks nende koostisaineks on söögisooda, teiseks aga mingi happeline aine, nagu viinhape või viinakivi. Söögisooda sisaldab süsihapet. Taina happeliste ainete mõjul ja samuti ahju kuumuses eraldub soodsast süsihapu gaas. 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?

### 43. Toiduainete säilitamisest.

1. Kõigest sellest, mida eespool oled õppinud, on selge, et meie toidud on väga heaks söödaks mitmesuguseile pisikuile. Sealtpoolt varitsebki neid suurim hädaoht. Tahame meie oma toite alal hoida, tuleb neid kaitsta pisikute eest. Selleks on olemas mitmesugused abinõud. — 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 nad õhukindlalt vastavasse nõudesse. Nii toimetatakse konservide\*) valmistamisel. Nimeta, milliseid konserve sa tead.

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

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

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

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

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

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

## 44. Mõningaid mineraalest saadavaid happeid.

1. **Väävel ja väävli happed.** Oma värvuselt on väävel kollakas. Teda leidub rikkalikult Sitsiilias ja Luisiaanas (Ameerikas). Õhus väävliit plekitükikesel kuumutades hakkab ta  $260^{\circ}$  C juures põlema. Vaatle, missuguse leegiga väävel põleb.

\*) *Conservare* tähendab ladina keeles alal hoidma, säilitama.

Nuusuta ettevaatlikult. Sa tunned teravat lõhna. See lõhn kuulub väävlishapule gaasile, mis väävli põlemisel tekib. Väävlishapu gaas on väävli ja hapniku ühend, nagu süsihapu gaas on süsiniku ja hapniku ühend. Taimedele on väävlishapu gaas tugevaks mürgiks. Eriti ruttu hävivad tema mõjul mitmesugused hallitusseened. Seepärast tarvitataksegi teda keldrite puhastamiseks, kui sinna on tekkinud hallitus.

Võtame mõne lilleõie, asetame selle kõrvale portselanikillukesel või plekitükikesel põlevat väävlit ja katame kõik mõne suurema klaasiga või kupliga. Varsti märkame, et lilleõied muutuvad kahvatuks ja kaotavad koguni oma värvuse. Sellest järeldame, et väävlishapu gaas mõjub pleekivalt tema värvidesse. Seda väävlishapu gaasi omadust kasutatakse siidi, villa ja tselluloosi pleegitamiseks.

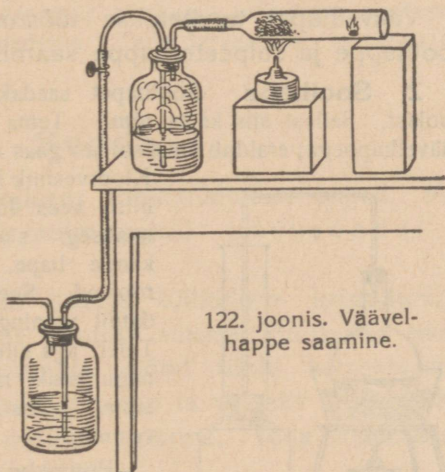
Väävlishapu gaas lahustub vees. Lahust sinise lakmuspaberiga katsudes näeme, et lakmuspaber muutub punaseks. Sellest järeldame, et lahustudes vees väävlishapu gaas tekitab hapet. Seda hapet nimetatakse väävlishappeks.

Väävli tähtsamaid happeid on siiski väävelhape. Väävelhapet saadakse väävlishapu gaasist. Juhtides väävlishapu gaasi ja õhu segu üle kuumutatud asbesti, mis sisaldab plaatinat või rauahapendit, ühineb väävlishapu gaas hapnikuga. Seejuures tekib suitsev väävlihapend, mis vees lahustudes annab väävelhapet (122. joonis).

Puhas väävelhape on raske õlitaoline vedelik.

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

Väävelhappe tung veega ühinemiseks on suur. Ta võtab endasse ka veeaurud, niipea kui puutub nendega kokku. Seda omadust kasutatakse tihti topeltakende vahe kuiva hoidmiseks, et vältida klaaside



122. joonis. Väävelhappe saamine.

jäätumist. Selleks asetatakse akna vahele pooleni väävelhappega täidetud klaasid. Mispärast ei või klaas olla täis?

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

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

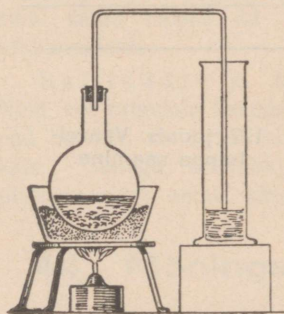
Palju paha võib endale teha, kui väävelhapet lahjendada oskamatult. Ei tohi millalgi lahjendamisel väävelhappesse valada vett. Väävelhape on raske vedelik: ta erikaal on 1,84. Vesi on tast ligikaudu 2 korda kergem. Vesi ei segune seetõttu nii kiiresti, tekib palju soojust ja selle tagajärjel võib koguni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

Väävelhapet lahjendades tuleb ikka toimetada vastuoksa, nimelt — väävelhapet valada vette.

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

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

**2. Soolhape.** Soolhapet saadakse meile hästi tuntud keedu-soolast. Sellest siis ka ta nimi. Tema saamiseks kuumutatakse soola väävelhappega; eraldub õhus suitsev gaas – kloorvesinik (123. joonis).



123. joonis. Soolhappe saamine.

Kloorvesinik lahustub vees hästi ja nimelt ühes liitris vees 450 liitrit. Saadud lahust nime-tataksegi soolhappeks. Soolhape on kange hape. Temas lahustuvad metallide roosted. Seepärast tarvitatakse teda lahjendatult mõningate metallasjade puhastamiseks. Tuleb aga silmas pidada, et ka palju metalle, nagu tsink, raud, alumiinium, tina, magneesium, lahustub temas. Seejuures eraldub vesinik.

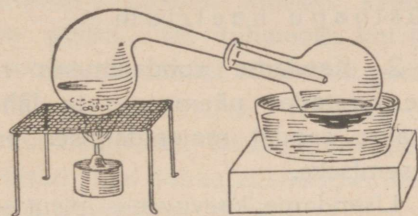
Pruunkivi ehk mangaanülhipendit soolhappele lisandades ja soojendades saame kollakasrohelise väga terava lõhnaga gaasi — **kloori**. Klooril on pleegitavaid ja pisikuid hävitavaid omadusi.

Lubjaga ühineb kloor **kloorlubjaks**. Sellest eraldub kloor kergesti hapete toimel. Koguni säärane nõrk hape, nagu seda on süsihape, vabastab tast kloori. Kloorlubja tarvitatakse pesemise juures

pleegitamishahendina. Tema tarvitamisel tuleb aga silmas pidada, et ta mõju on purustav, kui ta jääb pikemaks ajaks pesu. Pesu tuleb hästi veega loputada, millele on lisandatud veidi naatrium-tiosulfaati (*Natrium hyposulfurosum*). — Ka desinfitseerimiseks ehk pisikute hävitamiseks tarvitatakse kloorlupja.

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

Teda väävelhappega kuumutades eraldub tast salpeeterhape (124. joon.). Salpeeterhape on puhtal kujul värvusetu vedelik. Temas lahustuvad peaaegu kõik metallid, välja arvatud kuld ja plaatina. Kuid kui salpeeterhappetele lisandada veel soolhapet, ja nimelt vahekorras 1 : 3, siis lahustuvad needki. Seda hapete segu nimetatakse kuningveeks.



124. joonis. Salpeeterhappe saamine.

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

## 45. Sooda.

1. 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 süsihappu 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 niipalju 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 jäeldame, et soodas oli naatriumi. Hoides keedusoola värvusetus leegis (piirituse leek) näeme, et leek värvub kollaseks. See on naatriumi tunnus. Ka sooda annab kollase leegi. Peale naatriumi on soodas veel süsihapet. Millest jäeldame seda?

Need ja teised tähelepanekud kinnitavad, et sooda on süsihapi naatrium.

2. 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 süsihapi 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 katseklaasi söögisoodat. Suleme katseklaasi korgiga, mis varustatud klaastoruga, nagu see on kolvil 118. joonisel. Kuumutades söögisoodaga katseklaasi, võime kindlaks teha, et tast eraldub gaas. Ligem uurimine näitab, et see on süsihapi gaas. Kui kuumutamisel gaasi enam ei tule, laseme katseklaasil jahtuda. Lisandame nüüd soolhapet. Näeme, et katseklaasis olevast ainest eraldub kihisedes mingi gaas. Seegi osutub ligemal vaatlusel süsihapi gaasiks.

Söögisooda erinebki pesusoodast selle poolest, et ta kuumutamisel annab süsihapi gaasi; pesusooda annab seda vaid hapete (soolhappe) toimet. Ligemad katsed on näidanud, et pesusoodalahusesse süsihapi gaasi juhtides, muutub pesusooda söögisoodaks. Seejuures ühineb ta süsihappiga. Nii on siis söögisooda süsihapperikkam kui pesusooda. Pesusoodat nimetatakse keemias, nagu juba öeldud, süsihapi gaasiks; söögisooda on aga hapi süsihapi naatrium. Et söögisooda on süsihapperikas ja osa süsihapi juba kuumutamisel ära annab, siis tarvitatakse teda mitmesuguseis küpse-

tamispulbreis. Mis tähtsus neil on? Soodat tarvitatakse ühes süsihapu gaasiga ka mõnede jookide, nagu soodavee ehk seltersi valmistamiseks.

4. **Tuhaleelis ehk libe.** Pesusoodale lähedal on tuhaleelis. Seda saadakse tuha leotamisel vees. Osa tuhaineid lahustub vees. Seda leotist nimetatakse tihti libedaks, sest ta tundub näppude vahel libe nagu pesusoodagi lahus. 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 süsihaput gaasi.

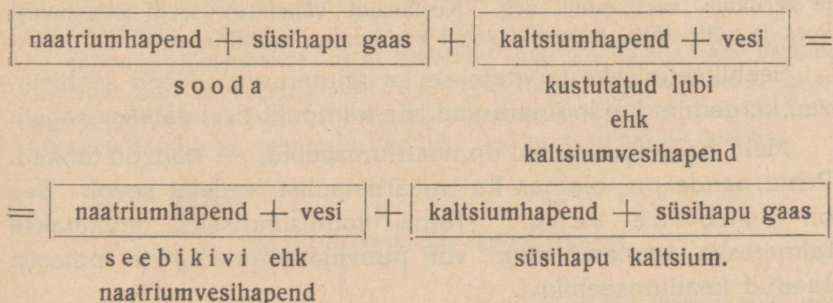
Potas on keemiliselt süsihapu kaalium. Kaalium on samasugune pehme metall kui naatrium. Kaaliumiühendeid leidub taimedes. Põlemisel jäävad nad tuhka süsihappeühendina. Kaaliumiühendid annavad lillaka leegi värvuse.

## 46. Seebikivi ja seep.

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

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

Lühidalt võib seda keemilist protsessi kujutella järgmiselt:

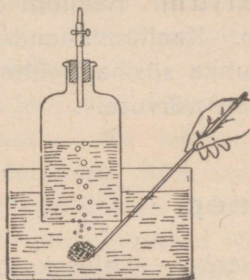


2. Seebikivi ehk naatriumvesihapend tekib ka metall naatriumist vee toimel. Naatrium on hõbedase läikega pehme metall: teda saab noaga lõigata. Hapnikuga ühinemiseks on tal suur tung. Ta võtab seda ka teisilt aineilt, nagu veelt, ära. Seepärast hoitakse teda petrooleumis, sest petrooleum ei sisalda hapnikku.

Võtame väikese tükikese naatriumi. Mähime ta traatvõrku ja hoiame siis veega täidetud nõu all, nagu seda näha 125. joonisel. Me näeme, et naatriumi mõjul eraldub veest gaasiline aine. See aine on vesinik. Teda välja voolata lastes, võime ta põlema süüdata. Kui hoida vesiniku leegi kohal mingi külma asi, näeme sellele kogunevat veepiisku. Millega seda seletada?

Vesi on vesiniku ja hapniku ühend. Veega kokku puutudes ühineb naatrium selle hapnikuga, vabastades vesiniku.

3. Seebikivi mõjub paljudesse ainetesse sööbivalt. Veel rohkem kui kustutatud lubi. Ta sööb läbi riide, paberi ja naha. Paljaste näppude vahel teda hoida ei või.



125. joonis. Naatrium vabastab veest vesiniku.

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

4. **Seebi valmistamine.** Seebi valmistamiseks võtame 100 cm<sup>3</sup> vett ja lahustame selles 5–6 grammi seebikivi. Kaalume 30 grammi rasva (soolamatut), lisandame sellele 25 cm<sup>3</sup> seebikivilahust ja keedame nõrgal tulel, seejuures hästi segades. Aeg-ajalt lisandame väikeste osade kaupa kõik seebikivilahuse. Ligikaudu poole tunni järel on seebikivi rasvaga ühinenud seebiliimiks. Seepi saab seebiliimist keedusoola abil eraldada ehk välja soolata. Selleks lisandame ligikaudu 10 grammi keedusoola seebiliimile ehk seebilahusele ja keedame veel mõni aeg. Keedusool vähendab seebi lahustuvust vees ja selle tõttu toimubki seebi eraldumine seebiliimist.

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

Meie harilikud seebid on naatriumseebid, — nad on tahked. Peale nende on olemas ka määrdataolist, vedelat seepi. See on roheline seep. Tema valmistamiseks tarvitatakse taimerasva (kanepi-, lina- või puuvillaseemneõli) ja potasist saadud kaaliumseebikivi.

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

Võta destilleeritud vee asemele kaevuvett ja lisanda sellele veidi seebilahust. Loksuta hästi segi. Sa näed sadet tekkivat, kuid vesi ei

vahuta. Lisanda väikeste osade kaupa niipalju seebikivilahust kaevu-veele, et see hakkab vahutama.

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

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

**6. Alus ja sool.** Naatrium-, kaalium- ja kaltsiumvesihapenditel on palju ühist. Nende lahused muudavad kõik punase lakmuspaberi siniseks.

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

Ka teiste hapetega, nagu väävelhape, salpeeterhape, võime leida, et seebikivi ühineb nendega teatud soolaks. Neid sooli nimetatakse keemias vastava happe ja sellega ühineva vesihapendi metalli järgi. Seebikivi on naatriumvesihapend. Väävelhappega temasse mõjudes saame väävelhapu naatriumi. Kuidas nimetada soola, mis saadakse kaltsiumvesihapendi ja väävelhappe ühinemisel? Looduses leidub see sool kipsina.

Üldiselt nimetatakse neid metallide vesihapendeid, mis hapetega ühinedes annavad sooli, alusteks. Neid aluseid aga, mis vees lahustu-vad ja punase lakmuse muudavad siniseks, kutsutakse leelisteks. Leeliselt toimib ka taimelehtede tuhk. Sellest ta nimi — leeline.

## 47. 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 nime-

tatakse neid **lihtaineiks** ehk **keemiliseks põhiaineiks**. Ka keemilisteks elementideks nimetatakse sääraseid aineid.

Lihtaineid pole palju. Neid on teada 89. Aineist, mida seni oled tundma õppinud, kuuluvad siia hapnik, vesinik, lämmastik, süsinik ja kõik metallid. Keemilisi põhiaineid märgitakse keemias sümbolite ehk märkida abil. Selleks on harilikult nende ladinakeelse nimetise esimene täht. Kui aga kaks elementi algavad ühe ja sellesama tähega, siis lisandatakse ühele neist mõni teine täht ladinakeelsest nimetisest.

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

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

Liitaineid märgitakse keemias vastavalt koostatud keemiliste valemite kaudu. Vett elektri abil lagundades nägime, et seejuures tekkis kaks osa vesinikku ja üks osa hapnikku. Selle põhjal ongi vee keemiline valem  $H_2O$ .

Palju aineid valmistavad taimed ja loomad. Suuremale osale neist on iseloomustavaks koostusaineks süsinik. Neid nimetatakse orgaaniliseks aineiks. Kui orgaanilist ainet põletada, siis tekib ikka süsihappu gaasi. Kuidas seda tõestada? Tihti võib orgaanilist ainet ära tunda selle järgi, et ta kuumutamisel süsistub. Katsu selgusele jõuda, kas suhkur ja paber kuuluvad orgaaniliste ainete hulka. Vastandiks orgaanilisele ainele on anorgaanilised ained. Siia kuuluvad eluta looduse ehk mineraalained. Nimeta mõningaid neist.

# Inimkeha ehitusest ja tegevusest.

## 8. Millest koosneb inimese keha.

1. Vahet pidamata kestab tegevus inimese kehas. Ka siis, kui me puhkame, on keha tegevuses. Palju toimub meie kehas meile endile tähelepandamatult. Isegi vastu meie tahtmist. Me ei saa käskida, et südame tuksumine jääks seisma või hingamistegevus pikemaks ajaks peatuks. Nagu korralikus riigis kodanikud, täidavad kehaosad neile määratud ülesandeid. Isegi see, mis õpitud ja kätte harjutatud, toimub sagedasti ilma meie teadliku osavõtuta. Katsu kord terasemalt panna tähele käe liigutusi kirjutamise puhul, siis näed kui keerukad nad on.

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



126. joonis. Inimkeha moodustavad koed.

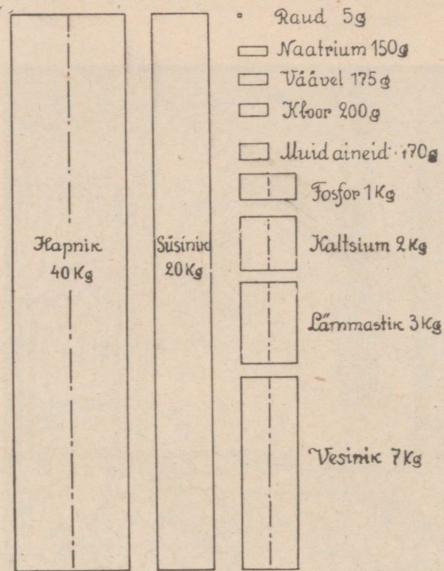
Ühiseid ülesandeid täitvad rakukesed on koondatud kudedeks. Tähtsamad koed on: lihased (1), luud (2), rasv-

kude (3), ergukude (4), veri (5), nahk (6), sisusekoed (7).

Koed omakorda ühinevad elunditeks ehk organiteks, millel täita igapähe eri ülesanded (kreeka *organon* — tööriist).

Milliseid organeid tunned möödunud aastast? Nimeta nende ülesandeid. Tuleta samuti meelde taimede organeid ja võrdle nende ülesandeid inimese omadega.

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



127. joonis. Millest koosneb inimkeha.

Kui palju üht või teist ainet sisaldab keskmise raskusega inimese keha, näitab kõrvalolev tabel (127. joonis).

Väljenda toodud arvud protsentides.

Kõik need ained on inimkehale vajalised. Nendeta ei saa me elada. Ometi ei jää nad püsivald keha. Järjest eritab inimkeha aineid. Neid asendatakse toitmisel teel.

Mõne aasta kestes uuendub sel teel keha kuni viimse osakeseni. Ainevahetus kestab kogu eluaja. Ta lõpeb alles surmaga.

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

Suur tähtsus ainevahetusel on veel. Temas peavad keha vajalised ained lahustuma. Vee kaudu kantakse neid kehas laiali. Kuidas?

Kogu elutegevus avaldub üksikute organite tegevuses.

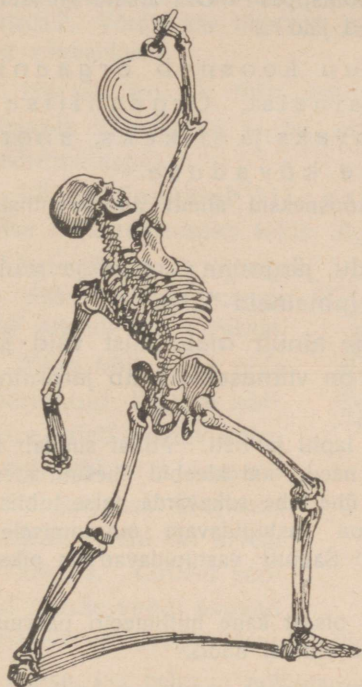
## 9. Luukere.

1. Kehale aluseks ja kuju andjaks on üksikuist luudest koosnev **luukere** (128. joonis). Koos lihastega moodustab luukere liikumis-elundid.

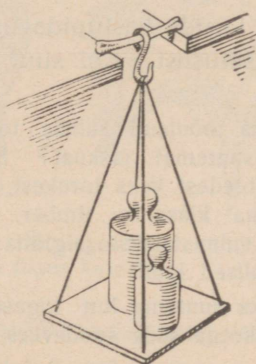
Peale selle on luukere kaitseks õrnadele elunditele, mis asuvad luude poolt moodustatud õõntes.

Et täita oma ülesannet, peavad luud olema vastupidavad.

Võta linnu tiivaluu ja niisama pikk puust kepik. Aseta nad teine



128. joonis. Luukere.



129. joonis.

teisele kaalukaasile. Kui puu on raskem, löigu talt laaste, andes luu kuju, kuni kaalud tasakaalustuvad. Nüüd asetage kepike kahe laua servale ja riputa keskkohale nõõri otsa lauake, millele pane vihte või kive (129. joonis), kuni kepike murdub. Sama katse tee ka luuga. Kui suurt raskust oli vaja kepi, kui suurt luu murdmiseks? Kumb on vastupidavam murdumisele? Siit näeme, kui vastupidav on luu.

2. **Millest koosneb luu?** Võta kaks väiksemat luukest või kaks üheraskust luutüki 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 luu sisalduvad orgaanilised ained teevad luu sitkeks ja painduvaks.

Teise luu asetame 10% soolhappesse. Paari päeva pärast loputame ja kuivatame. Kuidas muutus luu väliskuju? Katsume luud murda. Lõigata. Mis toimus luuga soolhappes? Osa aineid lahustus. Need on anorgaanilised ained. Millised jäid?

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

Mis juhtuks luudega, kui nad koosneksid ainult anorgaanilisest aineist? Ainult orgaanilisest?

Inimese luu koostis on ligikaudu järgmine: rasva ja muid orgaanilisi aineid 22%, vett 23%, lubiaineid 55%.

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



130. joonis.  
Õlaluu pikilõik.

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 jääda kõveraks.

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

**4. Kuidas luud on ühendatud.** Mitmes kohas saad kätt liigutada? Võrdle käe liigutusi jala omadega. Kuidas on need liigutused võimalikud?

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

Liigest ümbritseb liigesekihnn (liigesekapsel). Hõõrdumise vähendamiseks tekib liigesekapslis liigese-võiet.

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

Mitte kõik luud pole ühendatud liigeste abil. Keha püsti hoidev **selgroog** ehk lülisammamas koosneb üksikuist lülidest. Neid on arvult 33 või 34. Lülisid seovad nende vahel asuvad

elastsed (vetruvad) kõhr-plaadikesed. Seetõttu on selgroog painduv.

Katsu, kui palju ja millises suunas saad teda painutada.

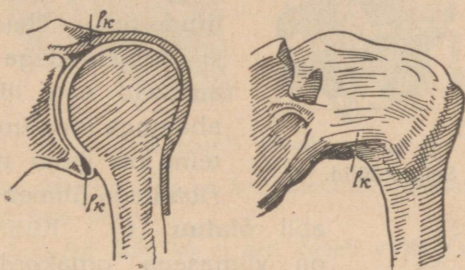
Selgroog on kere aluseks. Kuni osad pole veel täielikult luustunud, võib ta kergesti kannatada ühekülgsel asendi tagajärjel.

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

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

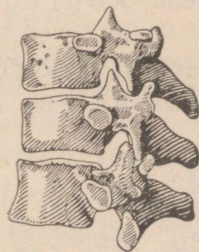
Selgroolülid on seest õõnsad ja moodustavad lülisamba kanali, milles asub selja-aju.

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



131. joonis. Õlaliiges: a) läbilõik, b) liiges kapslis.

Mis asub temas? Missugune tähtsus on sellel, et roided annavad liikuda?



132. joonis.  
Selgroolülid.



133. joonis.  
Jala luukond.

sääreluu (*s*), mille kõrval asub pindluu (*p*). Painuta jalga põlveliigeses. Kuidas saad teda liigutada? Ühel jalal seistes ja teist rip-

Kui istudes toetume rinnaga vastu lauda, surume rinnaõõne sisse. Pikapeale muutubki ta sisselanguks. 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.

5. **Jäsemete** luud on ühendatud selgrooga. Kahelpool selgroogu asuvad **abaluud** (*a*). Neid ühendavad selgrooga ja küljeluudega lihased. Selle tõttu annavad nad liikuda. Eespoolt ühineb abaluuga rangluu (*r*), mille teine ots liitub rangluuga.

Abaluuga ühineb õlaliigese abil **õlaluu** (*õ*). Künarliigeses on viimasega omakorda seotud **künar-** (*kn*) ja **kodarluu** (*kd*).

Viimasele järgnevad 5 randmeluud (*r*), edasi 5 kämbaluud (*km*) ja 14 sõrmeluud.

Võrdle, kuidas saad liigutada kätt õla-, kuidas künarliigeses (hoia teise käega kinni õlaluud). Kuidas saad liigutada labakätt, hoides kinni künarvart? Kuidas saad liigutada sõrmi? Võta kokku, mitu luud on käel.

**Jalaluud** on ühendatud selgrooga **vaagna** (*v*) abil, millega selgroog liikumatult kokku kasvanud.

Seistes ühel jalal ja liigutades teist, leia puusaliiges, mille kaudu jalaluud on seotud vaagnaluudega. Katsu, kuidas jalg annab liikuda selles liigeses. Reieluuga (*r*) ühineb põlveliigeses



134. joonis.  
Käe luukond.

puda lastes leia põlvekeder. Labajala moodustavad põia-pära (pp) ja põia-laba (pl) luud. Loenda joonisel, kui palju on esimesi, teisi. Võrdle jala luid arvult käe omadega. Kumbas on neid rohkem? Võrdle jala ja käe liigutusi üksikuis liigestes; kumb liiges võimaldab rohkem liigutusi, õla või puusa oma? Missugused ülesanded on täita käel? jalal? Kuidas sellele vastavad nende üksikud osad?

**6. Pea luud** moodustavad õone, milles asub kõige õrnem osa inimkehast — peaju. Õ m b l u s t e kaudu liikumatult kokku

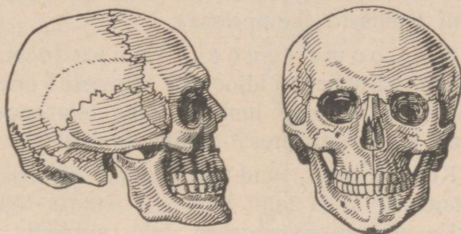
kasvanud luud on peajule parimaks kaitseks. Üldse on pealuus 29 üksikut luud. Ainult alumine lõualuu on liikuv. Milleks on see tarvilik?

Leia joonisel (135. joonis) silmakoobas, ninaõõs, kuulmeavaused.

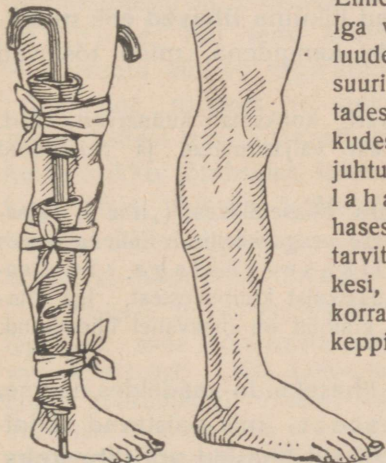
Ka pealuu on ühendatud selgrooga, nimelt viimase kaelalülidega. See ühendus on liikuv. Katsu, milliseid liigutusi saad teha peaga.

**7. Luumurrud.** Kui tugevad luud ka ei ole, ometi võivad nad murduda. Kõige sagedamad on jäsemete luude murrud. Luumurde korral on vajaline kiire arstiabi. Esialgne side tuleb teha aga kohe peal.

Enne ei tohi haiget paigalt toimetada. Iga väiksegi liigutamine võib murtud luude otsad kohalt nihutada, tekitades suuri valusid ja vigastades ümbritsevaid kudesid. Et seda ei juhtuks, pannakse liige lahasesse. Lahasessepanekul saab tarvitada kitsaid laukesi, pappi ja hädakorral isegi jalutuskeppi või vihmavarju. Enne mähitakse nad rõivaga ümber, et nad ei tekitaks valu. Kätt võib pärast lahasessepaneku



135. joonis. Pealuu.



136. joonis. Jalg lahases.



137. joonis. Käeside.

kut rätiga kaela siduda. Vilumata kas luu on murdunud või mitte.

inimesel on raske kindlaks teha, Seepärast tuleb murdunuks lugeda

iga liige, mis pärast kukkumist või lööki tekitab suurt valu ja on teo- võimetu. Lahasessepanekul ei tohi riideid maha kiskuda, vaid ettevaatlikult noaga õmblusi mööda lahti lõigata. Murtud kohal kasvavad luud uuesti kokku. Et liige saaks pärast luude kokkukasvamist täita oma üles- annet, seatakse ta enne sideme tegemist loomulikku asendisse.

Kukkumise ja löögi tagajärjel võib tekkida **n i k a s t u s**: üks luudest tuleb välja liigeselohust. Selle juures venitatakse harilikult välja liigese- kapsel ja sidemed. Ka nikastuse puhul on arstiabi möödapääsematu. Kuni arsti kohalejõudmiseni tuleb nikastatud liige paigal hoida ja teha külmi mähiseid (kompresse).

8. Looma luudest ja nende kasutamisest. Selgooliste luukere sarnaneb üldjoontes inimese omaga. Võrdle joonise põhjal hobuse ja inimese luukere ning leia erinevused. Millised osad puu- duvad konna luukeres? rästiku luukeres?

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

Ka praegu kasutatakse luid mitmeti. Luudest saadav rasv läheb seepide ja määrete valmistamiseks. Luusütt tarvitatakse filtrimisel. Luujahu leiab kasutamist lupja ja fosforit sisaldava väetusainena.

## 50. Lihased.

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.

Katsu leida lihas, mis tõstab õlavart, konksutab küünarvart, säärt. Leia kaasõpilase õlavarre ümbermõõt käe väljasirutatud ja painutatud seisangus. Millest tuleb vahe?

2. **Lihase ehitus**. Võtame kaks lihasetükikest („liha“). Kaa- lume nad ära. Ühe neist paneme vähese veega keema. Selle aja sees vaatleme teist. Pealt on ta kaetud lihase-kestaga. Selle ee- maldanud, leiame, et lihas koosneb üksikuist kimbukestest. Iga kim- bukest katab õhuke kest, mille kaudu kimbud on omavahel ühendatud. Katsu neid üksteisest lahutada.

Mikroskoobis võimalikult peent lihasekiudu vaadeldes näeme, et ta koosneb üksikuist kiukestest, mis paistavad vöödi- listena. Seepärast kutsutaksegi väliseid lihaseid **vöötilhasteks**. Vöötilhased on keskelt paksemad, otstelt õhemad.

Leiame, kui palju jäi keedetud lihas kergemaks. Mis on selle põh- juseks? Lahustusid peamiselt soolad. Peale selle lahkus keetes lihase- kestadest liimollust. Mis sünnib leeme jahtudes? Mis on „süldi“

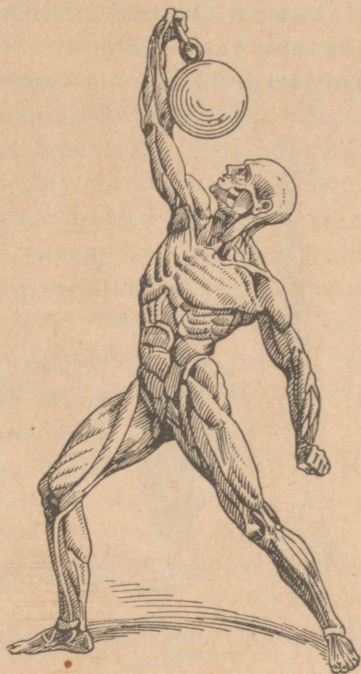
tekitajaks? Keetmisel lahustunud ained muudavad vee maitsvaks rammuleemeks. Küll pole ta toiteväärtus eriliselt suur, kuid ta annab kehale vajalisi sooli ja soodustab seedimisorganite tegevust. Seepärast antakse haigeile rammuleent (puljongit).

3. **Lihaste tegevus.** Vaatle konna sääremarja lihast. Hoi a teda sealjuures füsioloogilises lahuses. Missugune on ta kujult? Leia kohad, kus ta kinnitub luu külge. Mis värvus on lihase otsi luuga siduvail osadel? Need on **kõõlused**. Katsu, kui kõvasti nad on luuga ühendatud. Lahuta lihas luust. Kas ta ka kõõlusteta kohtadel on nii kõvasti luu küljes? Lõika kõõlused läbi ja aseta lihas lauakesele. Nüüd puuduta lihast ettevaatlikult füsioloogilisse lahusesse kastetud galvani elemendi elektrootidde külge kinnitatud traatidega. Mis toimub lihasega? Kuidas muutub lihase kuju? Korda katset.

Et luid liikuma panna, peavad lihased olema nende külge kinnitatud. Harilikult seovad lihaseid luudega kõõlused. Igal lihasekiukesel on omadus kokku tõmbuda, kui teda ärritada elektrivoolu läbi või ergu kaudu. Lühenedes muutub ta paksemaks. Lihast moodustavate kiudeste kokku tõmbudes lüheneb kogu lihas. Lihase kokkutõmbumine vältab ligikaudu 0,1 sekundit, siis lõtvub lihas. Kui ärritused järgnevad tihedasti üksteisele, ei saagi lihas lõtvuda.

Et kestev lihase pingulolek tekib üksteisele järgnevate ärrituste tagajärjel, näed sõrmeotste värisemisest, kui käe küünarliigeses tugevasti konsutad. Käe konsutamise küünarliigeses toimub kahepease lihase kokkutõmbel. Vaata 139. joonisel ta kuju ja kinnituskohti. Pane tähele lihase kuju muutumist küünarvarre konsutamisel ja väljasirutamisel. Kuspool peab asuma küünarvarre sirutaja-lihas?

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



138. joonis. Inimese muskulatuur.

Mitme lihase koostöötamisel saab teha palju liigutusi. Tuleta meelde, mida õppisid tungide liitmisest ja katsu leida, kuidas on see kehtiv siin.

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

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

4. Kokku tõmbudes teevad lihased tööd. Selleks vajavad nad jõudu. Möödunud aastal õppisid, et inimkehas toimub järjest süsinikku sisaldavate ainete ühinemine hapnikuga. Seejuures tekib soojust. Soojus muutub jõuks. Veri toimetab kohale põlemiseks vajalisi toitaineid ja hapnikku ning viib ära põlemissaadusi.



139. joonis. Küünarvarre kahepeane lihas.

Kui töö on jõukohane ja toimub vaheaegadega, läheb ka ainevahetus korralikult. Käib aga töö üle jõu või teeme seda liiga kiiresti ja kaua, siis ei jõua veri muretseda vajalisel määral hapnikku ja toitaineid ega ära viia lagunemisprodukte. Tuleb puudus hapnikust, keha koguneb „põlemissaadusi“. See mõjustab lihaste tegevust halvavalt — lihas väsib. Et muutuda töövõimeliseks, peab ta saama puhkust.

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-grammilise raskuse. Kui kaua jõudsid kätt hoida nüüd? Millest vahe?

Kauakestva raske töö puhul avaldab üksikute lihaste väsimus mõju kogu organismi. Seepärast ei suuda me kättegagi töötada, kui jalad pika maa käimisest on väsinud.

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

Jõukohase töö juures toob veri lihasesse isegi rohkem toitaineid, 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, rasvastuvad ta lihased. Tuleta meelde, mida möödunud aastal kuulsid südame rasvastumisest. Tööta muutub kogu inimkeha nõrgaks.

Aga töö peab olema jõukohane. Raske ja kauakestev töö kurnab keha ja muudab ta lõpuks tööle kõlbmatuks.

Võimlemisharjutused ja liigutused töö juures arendavad lihaseid. Lihaste töö mõjub isegi luudesse ja muusse kehasadesse. Tugevad ning terved lihased on ka terve keha tagatiseks. Seepärast tuleb hinnata jõukohast tööd ja sporti.

Milliseid lihaseid arendavad ujumine, jalarännakud, uisutamine, käsipall?

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

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

## 51. Närvisüsteem.

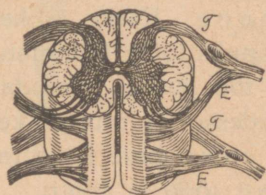
1. Tuleta meelde, mis juhtus, kui ärritasid konna sääremarja lihast galvani elemendi abil. Lihast saab veel teisiti ärritada. Iga lihase juurde tuleb valge niiditaoline erk, mis lihases hargneb üksikuiks ergukiududeks. Kui erku ärritada, tõmbub lihas kokku. Erk ise ei ole lihase ärritajaks, vaid ainult ärrituse edasiandjaks, nagu elektrielemendi traadid. Kui jälgida mõnes lihases lõppevat erku, jõuame pea- või seljaajju. Pea- ja seljaaju moodustavad **keskerkkonna**. Siit algavad kõik ergud ja ulatuvad hargnedes igale poole keha nagu veresoonedki. Nende kaudu ei toimu mitte ainult üksikute lihaste käsutamine, vaid kogu meie keha tegevuse juhtimine.

Harilikult ei pane me tähelegi, kui keerukas see on. Enamasti tuleb töötada mitmel elundil koos. Kui korralikult ja millise täpsusega see toimub!

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

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

2. **Seljaaju** asub lülisamba kanalis. Seega on ta hästi kaitstud välismõjude eest. Seljaaju seesmise osa moodustab hall ollus, mida väljastpoolt ümbritseb valge ollus. Kahele poole seljaajust läheb 31 paari erke. Need ergud lähevad kõigisse kehaosadesse, välja arvatud pea.



140. joonis. Seljaaju ristlõik.

Iga erk algab seljaajus kahe närvijuurena, mis väljaspool lülisammast ühinevad. Katsed näitavad, et tagumise (*T*) närvijuure läbilõikamisel loom kaotab tundlikkuse selles organ, kuhu läheb erk. Järelikult antakse tagumisest närvijuurest algavaid ergukiude mööda edasi ärritused sellest kehaosast, millega erk ühendab aju. Kui lõigata läbi sama ergu esimene (*E*) juur, kaotab organ liikumisvõime.

Läheb erk näit. looma tagumisse jalga, ei saa loom pärast esimese närvijuure läbilõikamist enam jalga liigutada. Ometi tunneb jalg valu: kui teda nõelaga torgata, jookseb loom minema, jalga järele vedades. Mõlemate närvijuurte läbilõikamisele järgneb täieline halvatus: liige kaotab tundlikkuse ja liikumisvõime.

Need katsed näitavad, et on kaht liiki erke. Esimesi nimetatakse **tunde-erkudeks**, teisi **liigutuse-erkudeks**. Tundeerke mööda tulevad ärritused ajju, liigutuse-erkude kaudu väljuvad nad ajust. Seljaaju ristlõiku mikroskoobis vaadeldes näeme, et ta hall ollus koosneb ergurakukestest (143. joonis), valge ollus aga ergukiukestest. Halli olluse ergurakukestest algavadki tunde- ja liigutuse-ergukiud, mis erkudeks ühinenult lähevad kehha laiali.

Katsed näitavad, et seljaaju kaudu me ei suuda mõista, mis toimub meie kehas ja ümbritsevas maailmas. Seda suudame vaid peaaju kaudu.

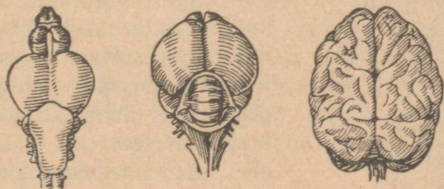
3. **Peaaju** on keskerkkonna tähtsam osa. Ta asub pealuuõõnes. Mida rohkem arenenud loom, seda suurem on ta peaaju võrreldes kehaga (141. joonis). Peaaju koosneb **suurest, väikesest ja piklikust ajast**. Suurem osa pealuuõõnest täidab suur aju (*s*). Tema all asub väike aju (*v*). Väljastpoolt on peaaju käärruline. **Käärud** suurendavad aju pindala. Madalamail loomadel puuduvad ajukäärud. Mida rohkem arenenud loom, seda käärrulisem on ta peaaju.



141. joonis. Loomade ja inimese peaaju võrdlev suurus.

Peaajus asub hall ollus väljaspool, valge ollus sees. Kuidas seljaajus?

Hallist ollusest koosneva **ajukoore** moodustavad ergurakukesed, valge olluse aga ergukiud. **Piklik aju** (*p*) asub suure aju all. Ta on õieti seljaaju laienenud jätk, mis läbi kuklaavause ulatub pealuuõõnde. Piklikus ajus asetuvad hall ja valge ollus nagu seljaajuski.



142. joonis. Forelli, tuvi ja orangutaniga peaaju.

Suure aju alusest väljub 12 paari erke. Neist on tunde-erke kolm paari: haistmis-, nägemis- ja kuulmisergud.

Kus nad lõpevad?

Teised on liikumis- ja segaergud, mis lähevad peasse ja kaela. Kehha viib peaajust üksainus erk. See algab piklikust ajast ning läheb rinna- ja kõhuõõnde, kus ta lõpeb seedimis-, hingamis- ja vereringvoolu-elundeis, mille tegevust ta reguleerib. Teda kutsutakse **uite-erguks** (u-e). Uite-ergu rikkele järgneb silmapilkne surm.

Pea- ja selja-aju ümbritsevaid luid vooderdavad seestpoolt **ajukelmed**, mis on luudega tihedasti seotud. Niiviisi moodustatud õõnes asub aju ajuvedelikus, mis kaitseb aju põrutuste ja löökide puhul. Kuidas?

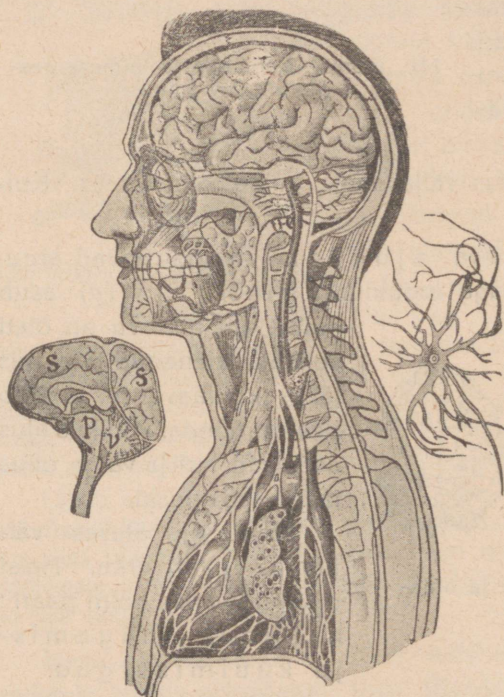
## 52. Kuidas töötab närvisüsteem.

1. Meie ees laual on raamat. Kuidas saime seda teada? Me nägime raamatut silmadega. Tuleta meelde, kuidas toimub nägemine. Kui lõigata nägemisergud läbi, ei näe me midagi, olgugi et silmad on terved. Samuti me ei näe, kui rikkuda peaaaju osa, kus algab nägemiserk. Järelikult

oleneb nägemine ajust. Silma võrkkestale langev raamatu kujutis tekitab ärrituse. See ärritus anti nägemisergu kaudu peaaaju. 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 liigutuse-erkude kaudu käsk käe lihastele vastavate liigutuste tegemiseks. Kuid peaajust ei lähe kätte erke. See-eest on peaaaju koor ergukiudude kaudu ühendatud seljaajuga. Vastav ärritus läks seljaaju kaudu.

Nii juhitakse peaajust kogu keha tegevust. Nagu telefoni keskjaama, tulevad

peaaju tunde-erkude kaudu teated sellest, mis toimub meie kehas ja ümbritsevas maailmas. Peaajus otsustatakse, mis vaja teha ühel või teisel juhul, ja saadetakse vastavad käsud välja liigutuse-erkude kaudu.



143. joonis. Peaaaju. Ergurakuke.

Seejuures on igal aju osal täita omad eriülesanded. Katsed loomadega ja tähelepanekud inimestest, kellel mõni aju osa rikutud, näitavad, et tähtsamaks osaks keskerkkonnas on **suure aju koor**. Tema abil tunneme ja mõistame, mis toimub meie kehas ja meid ümbritsevas maailmas. Tema kaudu toimub tahteline tegevus. Temas sünnib mõtlemine ja tundmine.

2. Ajukoore närvirakukesed on ergukiudude kaudu ühendatud omavahel ja seljaaju rakukestega, millest väljuvad tunde- ja liigutuse-ergud. Ajukoore rikete tagajärjel võib inimene kaotada mälu, kõneoskuse, mõtlemisvõime. Samuti võib tekkida halvatusi mitmesugustes kehaosades.

Kui loomal eemaldada suur aju, võib loom edasi elada, kuid ta kaotab võime otstarbekohaseks tegevuseks. Ta ei suuda ise süüa ega juua. Ainult siis, kui talle toit panna suhu, neelab ta selle alla.

Ajukeseta loom ei saa hoida keha tasakaalus. Samuti kaotab ta kõndimis- või lendamisvõime. Seega juhib ajuke keha tasakaalushoidmist ja keerukamaid liigutusi. Piklik aju, nagu nägime eespool, korraldab uite-ergu kaudu siseorganite tegevust.

3. Kuni keha on terve, töötavad elundid nagu iseendast, ilma et me paneksime tähelegi selleks tehtavaid pingutusi. Kiiresti toimub reageerimine ka erilistes olukordades. Olles teinud mõned sammud, et minna üle tänava, märkame äkki ligineva auto tuututamist. Otsekohe pöördub pea sinnapoole, kust ähvardab hädahoht. Silmad näevad liginevat autot. Jalad viivad meid mõne sammuga tagasi kõnniteele. Süda töötab kiiremini, kiireneb hingamine, et muretseda kehale kiiremaks tegevuseks vajalist hapnikku. Kui hädahoht möödunud, läheb kõik jälle oma loomulikku käiku. Katsu leida erkude osa eespool kirjeldatud juhul.

Samuti annavad ergud teada, kui kehas endas on midagi korrast ära. Ja aju teeb korraldusi vastavate abinõude tarvituselevõtmiseks. Kui haavame kustki nahka, tunneme valu, mis juhib tähelepanu tekkinud rikketele. Ühtlasi voolab haavatud kohta rohkem verd. Veri toob aineid haava parandamiseks. Kui haava satub pisikuid, suureneb veel rohkem vere juurdevool. Haavatud elund läheb kuumaks ja hakkab punetama. Tekib põletik. Seega pole põletik ise haigus, vaid organismi katse haigusest vabaneda. Nagu seda nägime palavikugi kirjelduse puhul.

4. **Refleksid.** Kui nõelakesega kätt torgata, tõmbub käsi otsekohe tagasi. Samuti kuuma rauda puudutades. Võime loendada terve rea liigutusi, mis toimuvad nagu iseendast

(automaatselt) vastuseks mõnele välisele ärritusele, ilma meie teadliku osavõtuta. Niisuguseid tahtmatuid liigutusi nimetatakse refleksideks, s. o. peegeldatud liigutusteks.

Kuidas nad toimuvad, aitab osaliselt selgitada kõrvalolev skeem (144. joonis). Selle mõistmiseks tuleta meelde, mida õppisid seljaaju ergujuurtest. Punktis 1 ärritame ergu otsa. Ärritus läheb tunde-erku (3) mööda tagumise närvijuure kaudu seljaaju tunderakukesse. See puutub oma harudega kokku teise ergurakukesega (5), millest algab samasse elundisse minev liigutuse-erk (4). Sellele antakse ärritus edasi. Erk ärritab omakorda lihaseid (2) ja need astuvad tegevusse. Nii toimub liigutus samal silmapilgul, millal tunne valu.



144. joonis. Refleks.

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

Agaga ka peaaegu kaudu juhitud tegevused võivad sagedate kordumiste puhul muutuda reflekside laadiliseks. Ergurakke ühendavaid teid kasutatakse nii palju, et üleminek tunde-ergult liigutuse-ergule toimub meie tahtelise osavõtuta. Sellel nähtusel põhjeneb kordamise teel õppimine. Kui meilt küsida, kui palju on  $9 \times 7$ , vastame mõtlemata — 63. Kõneldes, kirjutades, lugedes on niisuguseil sisseharjutatud liigutustel suur tähtsus. Kui palju kuluks aega, kui iga liigutuse puhul peaksite mõtlema!

## 53. Kuidas närvisüsteemi eest hoolitseda.

1. Närvisüsteemi moodustavad elundid on väga õrnad. Küll kaitsevad neid väljastpoolt kindlad katted, aga kergesti võime neid ise rikuda. Nägime, kuidas lihased töötades väsisid. Samuti väsib ka närvisüsteem. On ta ju alati tegevuses, ükskõik mis tööd keha teeb. Kuidas väsitab kehaline töö närvisüsteemi? Harilik väsimus pole kardetav. Ta näitab ainult, et keha vajab puhkust. Parimaks puhkuseks närvisüsteemile on korralik uni. Tuleb aga pidada silmas, et väsimus ei muutuks ületöötamise puhul liigväsimuseks. See on väga kardetav. Kui töötajal ei ole aega korralikuks puhkuseks, tal tuleb töötada ka öösi, ei suuda aju ja ergud väsimusest välja puhata. Selle tagajärjel jääb inimene nõrgaks, pea hakkab valutama, kaob söögiisu, kaob ka uni. Ainult pikemaajaline puhkus toob abi. Muidu võib järg-

neda tõsine närvisüsteemi haigestumine, mis avaldab mõju kogu keha elutegevusse. Seepärast tuleb tõsiselt hoolitseda närvisüsteemi eest. Rikkudes teda, rikume ka kogu oma keha.

Mõned ained, nagu alkohol, nikotiin tubakas, kofeiin kohvis, kaotavad lühikeseks ajaks väsimusetunde. Enesepettus oleks aga uskuda, et nad tõesti suudavad väsimust kaotada. Tõelikult mõjuvad nad erkudesse nagu piits väsinud hobusesse. Lühikese aja pärast järgneb kokkulangemine. 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, mil puhul tekib oksendamine? Samuti on lugu esimeste suitsetamiskatsetega. Alles pikkamööda harjub inimene alkoholi ja tubakaga. Siis aga on raske neist vabaneda: rikutud organismil tekib tarve nende järele. Seepärast on kõige kergem hoiduda algusest peale. Eespool kuulsid, missugust mõju avaldab alkohol seedimis- ja vereringvoolu-elundeisse. Veel rohkem rikub ta närvisüsteemi. Purjus inimesest näeme, et alkoholi mõjul keskerkkond korralikult ei suuda töötada. Joobnu liigutused toimuvad saamatult, ta ei saa arusaadavalt väljenduda, ärritub kergesti, teeb selle tagajärjel tegusid, mille eest pärast ei suuda vastutada. Enamik sõimamisi, haavamisi, tapmisi toimub alkoholi mõjul. Alalise alkoholi-tarvitamise tagajärjeks on kestvad närvisüsteemi rikked.

Seepärast on terve närvisüsteemi tähtsamaks eeltingimuseks karske elu.

## 54. Meeleorganid.

1. **Meeleorganite ülesanne.** Tunde-ergud juhivad aju väljastpoolt ärritusi. Ise ei saa nad aga kõiki 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 vae-seks jääks meie maailm, kui meie teda ei näeks. Veel kitsa-maks ja elutumaks muutuks meie ümbrus, kui me ka häält ei kuuleks. Seepärast loetakse silma ja kõrva õigusega täht-samaiks meeleorganeiks.

Võta lühidalt kokku, kuidas toimub nägemine, kuulmine. Mis tähendab „silm lööb tuld“?

Valguse-ergu ärritamine mehaanilisel teel kutsub esile valguse-aistingu, — me näeme heledat valgust. Samuti juhib kuulmis-erk iga ärrituse edasi kuulmis-aistinguna.

3. **Nahk meeleorganina.** Täieliselt me ei kaota ühendust välismaailmaga ka siis mitte, kui me teda ei näe. Naha kaudu saame pidada ühendust ligema ümbrusega. K o m p i d e s 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 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 vardakesege, nõelaotsaga, sulekesega. Esimesel tuleb iga kord öelda, millega teda puududati.



145. joonis. Naha ristlõik.

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

Puuduta sirkliotstega kaasõpilase nahka sõrmeotstel, huultel, otsmikul, käeseljal, käerandmel, sealjuures sirkli otsi pikkamööda laiemale lükates, alates ühest millimeetrist. Leia ja märgi üles iga eespoolnimetatud koha jaoks kõige väiksem sirkliotste vahe, mille juures selgesti on tunda kaks otsa.

Harilikud 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 ja sooja tajume siis, kui nahka puutuva asja temperatuur on madalam või kõrgem meie naha temperatuurist.

Pane natukeseks ajaks üks käsi 10-, teine 25-kraadilisse vette. Mida tunned? Seejärel pane mõlemad käed 18-kraadilisse vette. Mida tunned nüüd? Mitte kõigil kohtadel pole temperatuuri aistimine ühtlane. Kus on nahk tundlikum külma vastu, käeseljal või käsivarrel?

**4. Haistmis- ja maitsmiselundid.** Haistmisorganiks on nina. Ninaõõnes hargnev haistmiserk 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.

Maitsmisorganiks on keel. Maitset tunneme ta pinnal asuvate näsade kaudu, milles lõpevad maitsmisergu harud. Maitsmisel etendab suurt osa ka lõhnatunne.

Pigista nina kinni ja maitse sibulat, pipart, šokolaadi. Maitse neid veel kord, kui nina on avatud. Maitse kanget keedusoolalahust, seejärel puhast vett. Mida tunnend?

Harilikult ei anta teiste meelte kõrval kuigi suurt tähtsust maitsmisele ega haistmisele. Ometi asuvad haistmis- ja maitsmiselundid hingamis- ja toidu vastuvõtmise teedel. Nad hoiatavad meid ainete eest, mis lõhnavad või maitsevad halvasti ja on enamasti kahjulikud organismile. Meeldiva lõhna ja maitsega toit seevastu kutsub esile seedimiselundite elava tegevuse.

**5. Tasakaalu- ja liikumismeele.** Keha tasakaaluorganiks on sisekõrva poolringkanalid. Nad on täidetud vedelikuga, milles lõpevad ergud. Vedeliku liikumine ärritab ergutsi ja aju saab teateid pea liikumisest.

Üksikute organite liikumisest saame teateid liigestes ja lihas-tes lõppevate tunde-erkude kaudu.

Tee kokkuvõtte üksikute meeleorganite tegevusest. Märki iga organi kohta: ta ülesanne, kus asuvad erguotsakesed, mis neid ärritavad, milliseid muid ülesandeid organ veel täidab.

Seleta ja too näiteid, kuidas paremini arenenud peaauga ja meeleorganitega loomadel on suuremad võimalused leida toitu ja märgata vaenlasi.

## Tervishoiust.

### **55. Kuidas meie keha püsib tervena.**

1. Elu on igale inimesele kallis. Samuti tervis. Tervise eest hoolitsemine on meie kohus endi, aga ka oma rahva ja riigi vastu. Kes oma tervist rikub, vaimliste ja kehaliste jõududega pillavalt ümber käib, toob sellega kahju ka ühiskonnale. Seleta, kuidas. Et tervena püsida, vajab inimene ka tervet toitu ja küllaldaselt kaitset oma kehale.

Niihästi toitumine kui ka riietumine peavad toimuma tervishoiu nõuete kohaselt. Terve peab olema elamu ja korralikult peame elama ka ise, kui ei taha tuua kahju oma tervisele ega lühendada eluiga.

**2. Toitumisest.** Toitu me vajame keha uuendamiseks, soojuse tekitamiseks ja tööjõu saamiseks. Mis üle selle, panakse tagavaraks rasvana. Vaevalt aga maksab alati kanda kaasas leivakotti ja koormata tema täitmiseks seedimis-elundeid. Tarvitame ju toitu selleks, et elada. Liigsöömine on aga pillamine, ja tema tagajärjel võib tekkida seedimis-elundite rikkeid.

Vajadusest vähem süües jääb inimene kõhnemaks. Elutegevus toimub alul 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%.

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

**3. Riitusest.** Meie kehas tekib alaliselt soojust. Temperatuuri vahe tagajärjel annab keha seda järjest edasi ümbritsevale õhule. Millega kaitseme keha soojakaotuse eest? Peale selle on riided kaitseks vihma, lume ja tolmu vastu. Et nad täidaksid oma ülesannet, peame riituma aastaegade järgi. Kuidas? Ometi tuleb hoiduda talvelgi üleliigsest riitesse mähkimisest: see teeb keha õrnaks.

Riided katavad suurema osa kehast. Nad ei tohi olla tehitud liiga tihedast materjalist. Muidu ei lase nad õhku läbi ja takistavad higi auramist. Higiga ühes aga lahkub kehast osa kõlbmatuid aineid. Kitsad riided on raskuseks liikumisel ning takistavad vereringvoolu ja hingamist.

Iseäranis palju kannatavad jalad kitsaste jalanõude all. Seepärast tuleks kanda jala järgi valmistatud avaramaid jalanõusid ja võimalust mööda käia palja jalu. Nii saavad jalad õhku, mille ligipääs on nahast jalanõudes peaaegu täieliselt takistatud.

Kandmisel muutub riie mustaks, imbub läbi tolmuga ja higiga. Seepärast tuleb sagedasti vahetada pesu ja puhastada pealisriideid.

Mispärast on villane riie soojem kui linane? Mispärast suvel tuleb kanda heledaid riideid?

4. **Elamust.** Üle poole oma elueast veedab inimene elamus. Elamu annab küll varju ilmastiku muutuste eest, kuid temas on vähem õhku ning valgust kui väljas. Ja rohkem tolmu. Korralikus elamus peab inimese kohta olema vähemalt 20 kuupmeetrit õhuruumi. Klassis, kus viibitakse ajutiselt, ei tohi õpilase kohta tulev õhuruum olla alla 5 kuupmeetri.

Leia, kui suur on sinu korteri ruumala, kui palju tuleb õhuruumi elaniku kohta. Kas saadud arv vastab normile? Sedasama leia klassi kohta.

Ometi ei jätku õhust ka siis, kui õhuruum vastab normile. Keskmiselt hingab õpilane tunnis 18 liitrit süsihaput gaasi välja. Seega tõuseb juba tunni jooksul süsihapu gaasi hulk õhus nii suureks, et ta saab tervisele kardetavaks. Õhku tuleb uuendada. Küll toimub õhuvahetus ka läbi seinte ja lae, kuid sellest ei jätku. Tuba peab tuulutama.

Suure tervishoidliku tähtsusega on päikese valgus. Päikese kiired mõjuvad paljudesse pisikutesse surmavalt. Seepärast on tähtis, et elamud saaksid võimalikult rohkem päikest.

Millise maailmakaare pool peaksid asuma eluruumid? Leia akna- ja põrandapinna vahekord klassitoas, kodus. Klassis peaks see olema 1 : 5, kuidagi aga mitte alla 1 : 8.

Bakterite sigimist takistab ka kuivus. Kuivas elamus tekib aga rohkem tolmu kui niiskes. Kuidas selle vastu võidelda? Nimeta tolmukogujaid esemeid korteris. Missugune peaks olema korteri sisse-seade, et tube oleks kergem puhastada?

Kas elamu on kuiv või niiske, see oleneb ta asupaigast, ehitusmaterjalist ja ehitusest. Kuidas? Aga ka kütmise korralikkusest. Tuleta meelde, mida varem õppisid kütmisest.

Normaalne temperatuur elamus on 18° C. Ruumis, kus tehakse füüsilist tööd, võib leppida 15° C. Liiga kõrge temperatuur mõjub väsitavalt, teeb loiuks, liiga madalas aga kulub palju toitu keha kütteinena ja võib kergesti külmetuda.

Tähtsaks ruumiks elamus on köök. Ta peab olema puhas ja hästi valgustatud. Ainult puhtas köögis saab korralikult toitu valmistada. Samuti peab valgustatud olema ka toidu hoiuruum.

## 56. Kuidas hoidume haigustest.

1. Ka korralikult toitudes, aastaaja kohaselt riietudes ja terves elamus asudes pole inimene kindlustatud haiguse eest. Haiguse võivad kutsuda esile bakterid, ta võib tekkida aga ka õnnetu juhtumi tagajärjel. Haigestumist soodustab nõrk ja hellitatud organism.

Järelikult tuleb haigustest hoidumiseks hoolitseda, et keha oleks tugev, ja loobuda kõigest, mis võiks teda nõrgestada; pidada piinlikku puhtust toitumisel, riietuses ja elamus ning mitte unustada, et enamik haigusi on nakkavad.

Keha tuleb karastada külma ja niiskuse vastu. Küll pole külmetumine iseendast alati haiguse põhjuseks, aga nõrgestades organismi, võib ta teha seda vastuvõtlikumaks haigustele.

2. Kui võtad kokku, mida varemini õppisime seedimise, hingamise, vereringvoolu, liikumiselundite, närvisüsteemi ja meeleorganite tervishoiust, siis oled selgusel, kuidas saame hoolitseda, et keha oleks tugev, ning hoiduda ta nõrgestamisest.

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

3. Samuti pole raske mõista, missugune tähtsus on puhtusel. Eriti nakkushaigustest hoidumiseks.

Muidugi on paremaks teeks nakkushaigustega kokku puutumast hoidumine. Alati pole see aga 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 haigusepisikuid.

Haiguse edasikandjaks võivad olla ka need, kes haigega kokku puutunud. Seepärast eraldatakse, isoleeritakse neid, kuni selgub, et nad ei haigestu. Niihästi haige kui ka temaga kokkupuutunud isiku isoleerimise ajad on kauaste tähelepanekute põhjal kindlaks kujunenud ja neist tuleb kõikumata kinni pidada, — nagu teistestki haiguse eest hoidumise nõudeist. See on meie kohus meie endi ja teiste vastu. Seda täites saame takistada haiguste levimist ja võime loota, et ise ei haigestu.

Ruumi, kus nakkushaige viibinud, ja asju, mida ta tarvitanud, desinfitseeritakse pisikuid surmavate vedelikude või gaasidega. Esimestest tarvitatakse harilikult 5% karboolhappe või 2% sublumaadi lahust, gaasidest formaliini-auru ja väävlisaput gaasi.

## 57. Keha karastamisest.

1. Et mõista keha karastamise tähtsust välismõjude vastu, peame enne ligemalt tutvuma naha tegevusega. Siia maale 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 tuel jalakontsalt võetud nahatükikest. Tee samuti juuksekarvakese ja küünetükikesega. Pane tähele lõhna. Mis aine see on? Marrasknahk kaitseb tema all olevaid kihte väliste mõjude eest. Tema all olevas **alusnahas** hargnevad veresooneid ning asuvad higi- ja rasunäärmed. Viimaste poolt eritata rasu hoiab pehmena pealishaha ja teda katvad karvakesed. Alusnaha rasvakiht on heaks keha kaitsjaks külma eest.

2. Soojusereguleerijana mõjuvad nahas hargnevad veresooneid. Missugune tunne on alul 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 veresooneid reflektorselt, naha alla voolas rohkem verd, ja külmatunne kadus. Kui olla aga vees edasi, hakkab jälle külm: keha annab liiga palju soojust ära, ja veresooneid tõmbuvad uuesti kokku, et kaitsta keha soojakaotuse eest. Nüüd on aeg veest lahkuda. Edasi vees olles nõrkevad veresoonte lihased, sooneid laienevad uuesti ja suure soojakaotuse tagajärjel võib kergesti külmetuda.

Kui ümbritsev õhk on väga soe, jaheneb keha aeglaselt. Nüüd laienevad veresooneid ja toovad keha pinnale palju verd, et see jahtuks. Ühtlasi eritub suurema veresurve tagajärjel palju higi. Aurates jahutab higi keha.

3. Niiviisi reageerivad veresooneid reflektorselt temperatuuri muutustele, kaitstes keha külmetumise eest. Inimestel, kellel kalduvus kergesti külmetuda ja nohuse jääda, toimuvad need refleksid nõrgalt ning aeglaselt. Et nahas olevad veresooneid korralikult töötaksid, tuleb keha karastada. Sagedasti lühikeseks ajaks nahka jahutades kutsume esile veresoonte ja nende lihastes lõppevate erkude intensiivse tegevuse. Selle tagajärjel hakkavad nad ka harilikus elus korralikult reageerima sooja ja külma vahetusele. Keha karastamine peab toimuma järjekindlalt. Kõige parem on alata suvel, pestes iga päev keha toatemperatuurilise veega ja kuivatades kareda rätiga. Järkjärgult võib hakata jahedamat vett tarvitama. Sealjuures tuleb siiski pidada piiri, sest nahk on elava organismi osa, millele ei tohi teha liiga. Niipea kui tunned, et külm vesi mõjub

halvasti, tuleb tarvitada soojemat. Kui ka sel puhul pärast kuivakshõõrumist veel on külm, tuleb pöörduda arsti poole.

Hästi mõjub suplemine. Ainult mitte liiga külmas vees. Seisev vesi olgu vähemalt 18<sup>o</sup> C, jooksev mitte alla 16<sup>o</sup> C. Vees tuleb tugevasti liikuda, — veel parem ujuda. Ujumine on ühtlasi ideaalseks kehaharjutuseks: ta arendab kõiki lihaseid. Seepärast peaks iga inimene oskama ujuda. Seda pole raske õppida, sest inimese keha on natuke kergem kui temale ruumalalt vastav veehulk.

Suplemisel ei puudu ka hädaohud: ligi 50<sup>o</sup>% uppumistest leiab aset suplemisel. Seepärast peab supeldes olema ettevaatlik. Võõras, tundmata kohas vette minnes tuleb pikkamööda tutvuda põhjaga ja vee sügavusega. Väsinult, täie kõhuga või liiga sooja ihuga ei tohi suplema minna. Vette ei tohi jääda kauaks, vaid enne lahkuda, kui jahe hakkab.

Teine keha karastamise vahend on õhu- ja päikesevannid. 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 alul 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.

4. Naha tähtsus ainevahetusel ja soojuse reguleerijana on suurem, kui harilikult arvatakse. Kui üks kolmandik nahast on rikutud põlemis- haavade läbi või muul teel, muutub küsitavaks inimese elu.

Seepärast on keha tervishoius väga tähtis, et nahk oleks puhas. Läbi musta naha on takistatud gaasidevahetus ja higistamine. Nahale koguneb järjest mustust. Rasunäärmete eritatav rasu kleepub koos tolmukübemetega nahale. Sinnasamma jätab aurav higi temas lahustunud aineid. 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 ainetevahetusse ja närvisüsteemi. Lõpeb ju nahas palju erke, mis otseselt või kaudselt seotud peaauga. Nende intensiivne tegevus ei jäta mõju avaldamata ka keskerkkonnasse.

Kuidas saab talvel väljas olles soojenduda? Mis tuleb teha, kui nina, kõrvad külmetavad? Mispärast märjad käed hakkavad kergesti külmetama? Mispärast higistamise järel võib kergesti külmetuda?

## 58. Kuidas hoolitseme haige eest.

1. Ka kõige korralikumalt elades ja keha karastades võib inimene ometi haigestuda. Ja siis ei suuda ta enam ise enda eest hoolitseda. Seda peavad tegema teised. Iga tõsisema haiguse puhul tuleb pöörduda arsti poole. Juba haiguse kindlaksmääramiseks on see vajaline, et arstiline toimuks haiguse kohaselt ja et saaks võtta tarvitusele ettevaatuse-abinõud, kui on tegemist nakkushaigusega.

Haige organism koondab kõik oma jõud võitluseks keha tunginud haigusepisikutega. Keha temperatuur tõuseb. Haige muutub nõrgaks. Ta vajab rahu.

2. Kui vähegi võimalik, tuleb haigele anda eraldi tuba. Nakkushaiguse puhul on seda tingimata vaja. 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. Ometi ei tohi talvel külma välist tuult lasta haigele puhuda. Tarbekorral tuulutatakse haigeruumi kõrvaltoa kaudu.

Haigetoas valitsegu piinlik puhtus. Põrand tõmmatagu iga päev niiske lapiga üle. Niiske lapiga eemaldatakse ka tolm toas olevailt asjadelt. Voodi- ja ihupesu tuleb sagedasti vahetada ning haige naha puhtusele tõsiselt rõhku panna. Selleks hõõrutakse keha äädikaveega, sidrunimahlagaga 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 ravitsedes kandku põetaja riiete peal käistega põlle, mis toast lahkudes eest ära võetakse.

3. Haige söögid olgu kergesti seeditavad. Odra- ja kaeratumm, rammuleem, pehmed munad, piim, keedetud puuvili on haige harilikumad toidud. Kõhu kinnioleku puhul, mis palaviku korral harilikuks nähtuseks, antakse haigele keedetud õunu ja ploome. Söögiaegadest tuleb kinni pidada; öhtusöök anda vähemalt 2 tundi enne arvatavat magamajäämist.

Juua tahab haige palaviku puhul rohkesti. Parimaks jookiks on puhas vesi, millele maitseks võib lisada marjakeedist või sidrunimahla vähese suhkruga.

4. Tõsisema haigusega kaasas käib palavik. Et palavik on tähtsamaid haigusekäigu tunnuseid, tuleb teda mõõta. Seda tehakse kaks korda päevas, harilikult kella 8 ja 17 ajal. Et saada pilti haiguse käigust, kirjutatakse mõõdetud temperatuur otsekohe üles. Veel parem on palaviku kõikumuste märkimine kõverjoonega.

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

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

5. Haige „vaatamaskäimisega“ oldagu ettevaatlik. Haige vajab enam rahu kui meelelahutust. Igasugune väline kära, uste kõvasti kinnilöömine, valjusti kõnelemine, naer jne. võib halvasti mõjuda. Seepärast ümbritsegu haiget vaikus. 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 tarvitavate vahendite vastu. Selles peab haiget ergutatama.

Temperatuuri normaalseksmuutumine ei näita veel, et haigus on täiesti möödunud. Paranev haige on nõrk. Ta peab jääma veel mõneks ajaks voodisse. Ainult lühemaks ajaks tohib ta alul tõusta. Muidu võib haiguse läbi nõrgestatud organismi haarata mõni uus häda. Tubli toitmine ja järkjärguline üleminek harilikule eluviisile hoiavad kõige kindlamini halbade tagajärgede eest.

## 59. Kuidas organism võitleb nakkushaigustega.

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

Juba ammu pandi tähele, et inimene, kes mingi nakkushaiguse kord läbi põdenud, sesse enam ei haigestu.

Pikkade uurimiste järel leiti, et bakterid tekitavad haige kehas mürkaineid — toksiine, mis kantakse vere kaudu laiali ja siis mürgistavad organismi. Iseäranis selgesti näitas seda järgmine katse. Kasvatati toitvedelikes difteriidi baktereid. Filtrimise teel eraldati nad vedelikust. Kui seda vedelikku, milles bakterid olid elanud ja mis sisaldas nende eritisi, süstiti hobusele, lõppes see. Tema surmasid difteriidi bakterite tekitatud mürkained.

Vähesel määral difteriiditoksiini korduvalt hobuse kehha süstides leiti, et hobune igakord küll haigestus, aga uuesti paranes. Mõne aja pärast ei jäänud hobune ka siis enam haigeks, kui talle süstiti difteriidibakterite toksiini suuremal hulgal. Siit järeldati, et hobuse veres tekkis vastumürk, antitoksiin, mis ei lase toksiinil pääseda mõjule.

Selle oletuse tõestuseks süstiti hobusevervedelikkku difteriidihaigele lapsele. Laps paranes.

Kokku võttes selgus neist katseist: Nakkushaiguse bakterid eritavad toksiine, mis mürgistavad organismi. Haige kehas tekitavad nende hävitamiseks antitoksiinid. Nõrk organism ei suuda toota vajalisel määral antitoksiine — ja sureb. Tugev organism võidab bakterid, paraneb ning muutub tekkinud antitoksiinide mõjul haigusele vastuvõtmatuks ehk immuunseks.

Selle põhjal hakati inimestele süstima loomade kehas tekkinud antitoksiine. Nii saab tõsta inimkeha nakkushaigustele vastupanu võimet.

Difteriidi vastu tarvitatakse seerumit hobuseverest saadud antitoksiinidega. Millise teise haiguse puhul tehakse veel süstimisi?

Samuti juhitakse inimkehha looma kehas nõrgestatud baktereid, mis kutsuvad inimeses esile antitoksiini tekkimise ja kindlustavad inimest haiguse vastu. Nii arstitakse rüugehaigust rüugepanemise teel.

Rõuged ei ole veisele nii kardetavad kui inimesele. Veise kehas nõrgenevad rüugehaiguse bakterid. Neid nõrgestatud baktereid juhitakse rõugeid pannés 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?

Rüugehaiguse lima kasvatatakse Üllkooli Seerumi-laboratooriumis.

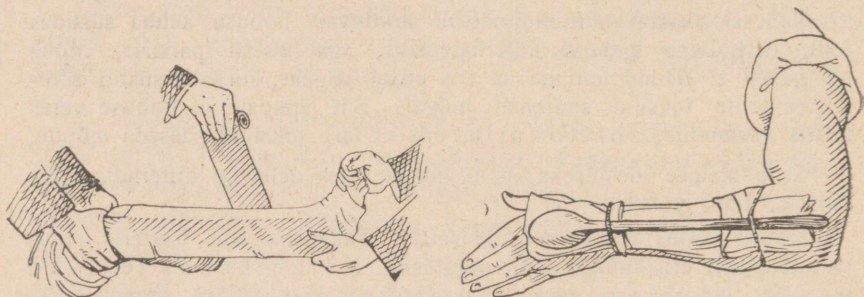
Rõugepanek kaitseb haiguse eest. Seerumi süstimine kiirendab paranemist.

Suu kaudu keha sattuvaid baktereid hävitab maomahla soolhape.

Vaatamata neile organismi kaitsevahendeile, peame ise alati olema valvel, et hoiduda nakkushaigustest. Kuidas seda teha, kuulsime eespool.

## 60. Esimene abi õnnetuse korral.

1. 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.



146. joonis. Lahasesse panek.

2. Tõsisema õnnetuse puhul tuleb otsekohe saata arsti järele, ühtlasi aga õnnetuseosaline asetada nii, et tal oleks vähem kannatada valu. Seda tuleb teha ettevaatlikult, asetades talle alla riideid ja rätte. Seejuures ei tohi unustada, et õnnetu püüab aitajate nägudelt lugeda oma seisukorda. Seepärast tuleb olla rahulik ja lohotada õnnetut arsti peatse kohalejõudmisega.

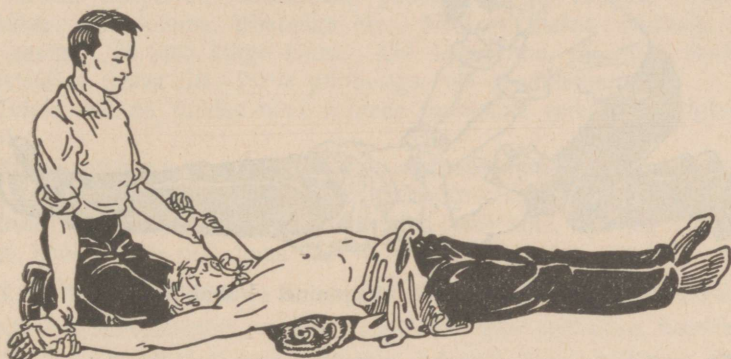
Kui õnnetu tuleb arsti juurde viia või teda õnnetuskohalt ära kanda, on vaja haavade puhul enne tõkestada verejooks. Samuti jõuda selgusele, kas pole tegemist luumurdega. Jaataval korral murtud liige enne haige tõstmist või kandmist lahasesse panna.

Õnnetu kandmiseks võib kahest teibast ja kotist või kahest kuuest valmistada kandraami. Kanda tuleb ettevaatlikult: raputamine võib teha valu.

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

3. Kui õnnetu on kukkumise või löögi tagajärjel kaotanud meelemärguse, tuleb ta otsekohe arsti juurde viia, kui arst lähedal, või arsti järele saata, sest et siin tegemist võib olla tõsiste seesmistega vigastustega.

4. Alul tuleb vaadata, milline on minestanu nägu. On nägu kahvatunud, 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.



147. joonis. Kunstlik hingamine. Sissehingamine.

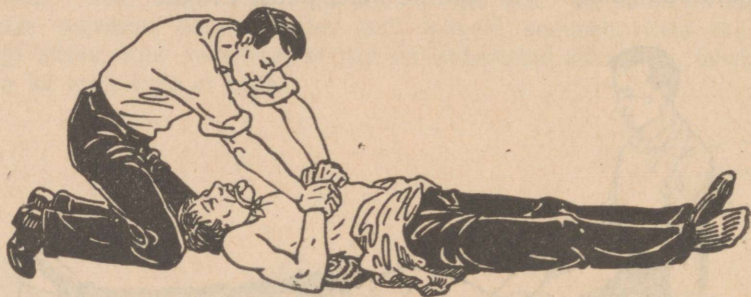
5. Mõistuse kaotamise põhjuseks võib olla ka l ä m b u - m i n e, mis kõige sagedamini esineb uppumise korral.

Lämbumise puhul tuleb teha kunstlikku hingamist.

Pärast uppunu maaletoomist olgu esimene asi ta suu ja nina mudast puhastada ja siis vesi kopsust kõrvaldada. Selleks asetatakse ta kummuli ja tõstetakse keskeha ülespoole. Samuti mõjub uppunu asetamine päästja põlvedele kummuli. Selle järel tehakse kunstlikku hingamist.

Päästetav pannakse allalaotatud riideile selili. Selja alla seatakse kokkurullitud riideid või midagi muud. Abiandja asub peaotsa, haarab uppunu käed käerandmeist ja viib nad pikka-mööda kaares üle pea (147. joonis). Selle tagajärjel laieneb rinnakorv ja värske õhk tungib kopsu. Siis viib päästja käed tagasi ja surub umbes rinna keskkohal nad tugevasti vastu

rinnakorvi, et tarvitatud õhku kopsust välja pressida (147-a. joonis). Selliseid liigutusi tehakse 15 kuni 18 korda minutis. Et seejuures keel kurku ei langeks, on kõige parem midagi keele ümber köita ja teda väljatõmmatult kinni hoida või siduda. Umbes iga 10 minuti järel võib pidada vahet kuni  $1\frac{1}{2}$  minutini ning hõõruda käsi ja jalgu väljastpoolt südame poole. Nii tuleb jätkata, kuni haige ärkab meelemärgusele ja ise hakkab hingama, või kuni arst konstateerib surma. Kannatanu meelemärgusele tulles antakse talle Hoffmanni tilku (15–20 tilka veega), sooja kohvi või teed ja kaetakse soojalt.



147-a. joonis. Kunstlik hingamine. Väljahingamine.

Ka süsihappu gaasi sissehingamise tagajärjel mines-tanule tuleb teha kunstlikku hingamist, viies kannatanu kõigepealt muidugi värskesse õhku.

Samuti saab pikselöögist tabatut aidata kunstliku hingamisega. Viimast tuleb teha vahel 4–5 tundi, enne kui haige meelemärgusele ärkab.

6. Suure soojakaotuse tagajärjel võib inimene külma. 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 meelemärgusele, 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.

7. Tuld ettevaatamatult käsitades või õnnetuse puhul võib saada põletushaavu. 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 läbi saadud haavu tuleb põhjalikult uhta puhta veega. Veel paremini mõjub soodavesi.

Kui hapet satub silma, tuleb otsekohe uhta silma puhta veega ja pöörduda arsti poole.

8. Väiksema lõigatud või lõõdud 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 triikrauga üle. Vatti ei maksa otsekohe haavale panna. Ta jääb külge kinni. Kui haava on sattunud mustust, puhastatakse haava 65—70% piiritusega, või joodtinktuuriga.

Tuleta meelde, kuidas tuleb talitada suuremate veresoonte vigastuse puhul.

Nina verejooksu vastu aitab haige istuli-asetamine ja külm kompress kuklal. Kui see ei mõju, pannakse ninasõõrmesse 3% vesinikülihapendisse või maarjajää-lahusesse kastetud vatitükike. Ei jää verejooks ikkagi järele, peab pöörduma arsti poole.

9. Mürgiste loomade hammustuste puhul on tähtis takistada mürgi laialikandumist vere kaudu. Selleks seotakse hammustatud liige südame poolt haava kõvasti kinni. Haava väljalõikamine või põletamine on raskesti teostatav ja ei aita igakord. Parem on vähemale mürgihaavale panna nõelaotsaga kanget salpeeter- või karboolhapet, aga nii, et põletav hape ümbrusele ei satuks. Kiire arstiabi on igal juhul hädavajaline.

Eespoolantud juhised on ainult esimeseks abiks. Igal vähegi tõsisemal juhul tuleb pärast esimese abi andmist pöörduda arsti poole.

## 61. Tervis ja ühiskond.

Üksiku inimese tervis ei ole tema ainuomand, mida ta vabalt võib rikkuda ja hävitada. Eeskätt tervise seisukorrast oleneb inimese töövoime 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 paremas 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 isiku tervis ja sellel põhjenev 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 kohustiseks hoolitseda oma töövõimetuks muutunud liikmete eest. Iga üksiku isiku kohustiseks aga on pidada hoolt oma tervise eest ja karastada seda iseenda ja omaste ülalpidamise tagatiseks. Kes hoolimatult rikub oma tervist ja vähendab töövõimet, teeb seega kahju ühiskonnale.

Suurimaks ühiskonna vaenlaseks seepoolest on alkohol.

Eespool nägime, kuidas alkohol mõjub üksikuisse organeisse. Tuleta seda meelde. Nõrgestades inimest kehaliselt ning vaimliselt, 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 töövõime kaotanud. Alkoholi arvele langeb ka enamik kaklusi, tapmisi, vargusi, riisumisi ja teisi kuritegusid.

Hoolekande-asutised, vaimuhaigetemajad, vangimajad ja politsei nõuavad ühiskonnalt suuri summasid. Suur hulk neist kuludest langeb alkoholi arvele. Alkoholitarvitamise vähenedes väheneksid ka kulud nende asutiste ülalpidamiseks, ja kokkuhoitud summasid võiks tarvitada kasulikumalt ühiskonnale.

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

## 62. Nakkushaigusi põdevate õpilaste eraldamise tähtajad.

Haigus	Haige laps võib kooli minna	Kui laps elas ühes korteris haigega, kes eraldati, võib ta kooli minna
<b>Sarlak</b>	6 nädalat pärast ohatise ilmumist, kui kõõmetamist ei ole, kolm korda vanni on tehtud, riided ja korter desinfitseeritud.	7 päeva pärast korteri ja riiete desinfitseerimist ja vannitamist.
<b>Difteriit</b>	4 nädalat pärast haiguse algust, pärast kolmekordset vannitamist, riiete ja korteri desinfitseerimist.	Nagu sarlaki korral.
<b>Kõhutõbi</b> (Dysenteria)	Pärast terveksaamist, see on 2 nädalat peale lima ja vere kadumist, pärast vannitamist, korteri ja riiete desinfitseerimist.	Nagu sarlaki korral.
<b>Rõuged</b>	Kui koorukesed ihu pealt on ära läinud (4 näd.), pärast 3-kordset vannitamist, korteri ja riiete desinfitseerimist.	Pärast riiete ja korteri desinfitseerimist, vannitamist ja kaitserõugete panekut.
<b>Leetrid</b>	Kolm nädalat pärast ohatise ilmumist, kui kõõmetamist ei ole ja laps vähemalt 2 vanni võtnud.	Kellel leetrid olnud, võib pärast vannitamist ja riiete tuulutamist kohe kooli minna. Kellel pole olnud, jääb kaheks nädalaks koju.
<b>Tuulerõuged</b>	Kui koorukesed ihu pealt kadunud (2 näd.) ja laps vannitatud.	Terved võivad koolis käia.
<b>Läka-kõha</b>	Kui kõhahood ära on jäänud. Mitte vähem kui 6 nädalat peale kõha hakatust.	Võib koolis käia.
<b>Epid. kõrva-näärme põletik</b>	Kaks nädalat peale näärme-paistetuse hakatust ja vannitamist.	Võib koolis käia.

## Inimene ja loodus.

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

Rasket võitlust oma olemasolu eest pidades, õppis inimene tundma loodust. Ühes teadmiste suurenemisega suurenesid ka ta oskused, ja inimene vabanes ikka enam ja enam looduse mõju alt. Ta hakkas juba looduse jõude rakendama oma 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 enda füüsiline jõud pole suur. Ta ei suuda seda ka kuigi suureks arendada. Küll aga oma vaimlist jõudu. See ongi teinud inimesest looduse kuninga.

Tuleta meelde, milliseid loodusevarasid meil leidub. Milliseid neist töötame ümber? Kust saame selleks energiat? Missugused energiaallikad on meie kodumaal?

2. Oma suure mõistuse abil on inimene vallutanud looduse ja selles läbi viinud suured muudatused: ta on loonud uued taimeühiskonnad, nagu põllud, aiad, heinamaad; arendanud koduloomad ja kultuurtaimed, mida ta tarvitab oma elu ülalpidamiseks ja elamute kaunistamiseks. Omalt seisukohalt jaotab inimene nii taimed kui loomad kasulikeks ja kahjulikeks.

Milliseid peab ta kasulikeks, milliseid kahjulikeks?

Kasulikkude eest hoolitseb inimene, kahjulikke aga hävitab.

Erilise hoole all on koduloomad ja aia- ning põllutaimed.

Mispärast hoolitseb inimene nende eest? Milles seisneb hoolitsemine? Valmista kordamiseks üks järgmistest referaatidest: „Põllu kahjurid ja võitlus nendega,“ „Puuvilja-aia kahjurid ja võitlus nendega,“ „Koduloomade kahjurid ja võitlus nendega“.

3. 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 sooli. Iga aastaga jääb vähemaks soolade hulk, ja kui uusi sooli 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. — Mis halbusi toob endaga kaasa vähenev heinasaak? Seepärast peab ka heinamaad väetama ja harima, et ei ilmuks sammal ega tekiks soostumine.

4. Metsa tähtsus tõuseb inimeste elus iga aastaga. Kui vanasti tarvitati puid peamiselt kütteks, mitmesugusteks ehitisteks, mööbliks ja tarberiistateks, siis on nüüd peale nende tarvitamisalade tekkinud veel suured tööstused, mis töötavad puid ümber teisteks tarbeaineteks. Tähtsamad neist on paberi-, kunstiidi-, suitsuta püssirohu, tselluloidi- j. t. tööstused. Meil on arenenud küll ainult paberitööstus, 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.

Meil on metsade all 946 000 hektarit ehk umbes 20% kogupinnast; neist riigimetsi 755 000 ha, linnametsi 13 000 ha, talumetsi 148 000 ha ja muid erametsi 30 000 ha. Suurem hulk metsi, umbes 70%, on okaspuu metsad. Need on kas männi- või kuusemetsad. Mänd ja kuusk on meie maa loomulikud okaspuud. Peale nende kultiveeritakse s u v i k u u s k e ehk l e h i s t. See on lõunast sissetoodud puu; ta okkad on kaetud õrna marrasknahaga ja on seepärast pehmed. Talveks langevad nad maha. Suuremal hulgal hakati meie maal lehist kasvatama umbes 130 a. tagasi.

Lehtpuumetsi on meil umbes 30%. Need koosnevad peamiselt kaskedest, haabadest, leppadest, vahtratest, saartest, tammedest, jalakatest, pärnadest j. t.

Määra kindlaks oma lähedal asuvas lehtpuumetsas sagedamini esinevad lehtpuud? Milleks tarvitatakse eespoolnimetatud lehtpuid?

Mitte üksnes puumaterjali saamises ei seisa metsa tulu; rahvamajanduslikult on suur tähtsus ka selle materjali valmistamisel, nagu puude raiumine, vedu, ümbertöötamine jne., mis annab ülalpidamist tuhandeile perekondadele ja teenistust raudteile, laevadele, saeveskeile, vabrikutele j. t. Kokkuvõttes on Eesti metsade aastane tulu eriteadlaste arvates umbes 60 miljonit krooni.

Metsa iseloom oleneb puudest, millest ta koosneb. Männimetsa iseloomuga tutvusid möödunud aastal. Sa nägid, et alusmets oli seal kehv. Millest ta koosnes? Palju rikkalikum on see lehtpuumetsas. Peale mitmesuguste põõsaste on seal tihedalt kasvamas palju rohttaimi, nende hulgas suurel arvul ilusate ja hästi lõhnavate õitega.

Milliseid põõsaid ja rohttaimi tunnend lähedalolevast lehtpuumetsast?

Tihedad ja mitmekujulised lehtpuude võrad (kroonid) ühes mitmekesise alusmetsaga annavad meie silmale armsaid pilte: lehtpuumetsad on ilusad. Võrdle nendega kuuse- ja männimetsi. Missugusele tulemusele jõuad? Metsa ilu ühenduses mõnususega, mida pakub mets omapäraselt igale aastaajale, on alati ligimeelitav ja rahustavalt mõjuv. Füüsilisest tervise mõjuvad metsad hästi. Neis on õhk hapnikurikkam. Niiskeis lehtpuumetsades rikuvad õhku taime- ja loomajäänuste roiskumisel alaliselt tekkivad gaasid; kuivades metsades, kus pole roiskumiseks nii suuri võimalusi, õhk on alati puhas. Iseäranis hea on ta kuivades männimetsades. Seepärast on männimetsad soodsaiks kohtadeks terviseparandajatele, eriti neile, kes kannatavad hingamiseldite haiguste all, nagu tiisikust ja bronhiiti põdejad.

Suur tulu, mida metsad pakuvad inimesele kas otseselt või kaudselt, peaks kohustama metsa eest ka hoolitsema ja eeskätt metsa kasvatama.

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

Korja eespoolnimetatud okas- ja lehtpuude seemneid ja jõua selgusele nende levimisviiside üle. Katsu vaatluste abil teha kindlaks, millised neist puudest paljunevad juurevõrsete kaudu.

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

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

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

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

5. Kahjulikke taimi ja loomi hävitab inimene järjekindlalt ja kõigi vahenditega, sellest hoolimata, kas nad on kahjulikud otseselt, nagu haigusitekitavad pisikud ning sise- ja välisparasiitloomad (millised?), või kaudselt, s. o. kahjulikud kasulikele taimedele ja loomadele. Hävitamise tagajärjel on paljude nende liigid jäänud õige väheseks. Nõnda näiteks metsloomad: vanasti olevat meil metsad otse 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 on moeks hävitada kulle, ja 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 see paljude teiste loomadega, nagu kasulikkude nastikute ja vask-usside hävitamisel mürgise rästiku pähe, jne.

Kas tead veel näiteid?

6. 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 toi-

mub hoolimatuse ja ulakuse tõttu, siis on see otse kuritegu. Ja kahjuks seda laadi hävitustöid on näha nii sageli. Neist olgu nimetatud: puude okste ning latvade murdmine ja koore kaapimine, rohu tallamine, linnupesade lõhkumine, lindude ja teiste loomade kividega loopimine, hooletu tule käitlemine; mille tagajärjel hävivad vahel paljud elamud ja metsad ühes loomadega, igasugune loomade piinamine jne. Samuti on hukkamõistetav, kui inimesed ahnuse tõttu ja silmapilgu mõnude rahuldamiseks laastavad loodust. Seda tehakse nii mitmel näol, nagu lillede noppimine, pähklite enneaegne korjamine, kaskede raiumine rohelise tuppatoomiseks, noorte kuuskede hävitamine jõulupuudeks, röövkalapüügid ja -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.

7. Niisuguste tegude vastu peab võitlema. Mõnel alal on pandud maksma kaitseeadused, nagu kalapüügi- ja jahiseadused, kuid neist on vähe. Kaitseeadusi oleks vaja palju enam, et kõiki looduserüüstajaid oleks võimalik viia vastava karistuse alla.

Aga veel enam kui kaitseeadusi on vaja, et inimestes ärkaks arusaamine loodus-esemete alalhoidmise tähtsusest ja et neis tekiks oskus ning tahe nende otstarbekohaseks käitlemiseks ja kokkuhoidlikuks kasutamiseks.

Säärane loodusearmastuse ja loodusekaitse vaim tärgaku kõigepealt Eesti koolinõorsoos, kes — olles noor — hoiab loodust ja, saanud täiskasvanuks, rakendab tööle kõik oma jõu ja teadmised,<sup>1</sup> et Eesti põllud ja heinamaad annaksid head saaki, et Eesti kari tasuks rikkalikult oma talitajate vaeva, et Eesti metsad oleksid tihedad väärtuslikest puudest ning praegused sood ja muud harimatud maad muutuksid tulutoovaks. Kõik see on võimalik nende käes, kes on terved, virgad ning targad ja kes armastavad oma väikest Eestit.

Seesuguseks kasvagu meie õppiv noorsugu!

# Sisukava.

## Umbrohud.

1. Põldsinep ehk telg . . . . . 3
2. Põldohakas . . . . . 4

## Vahekorrad looduses.

3. Taimed omavahel . . . . . 7
4. Loomad omavahel . . . . . 10
5. Taimede ja loomade vahekorrast 13

## Lihtsamaid füüsikalisi nähtusi tegelikust elust.

6. Liikumisnähtusi . . . . . 16
7. Inerts . . . . . 19
8. Raskustung. Püst- ja rõhtsiht 21
9. Kaal ja erikaal . . . . . 23
10. Hõõrdumine . . . . . 25
11. Raskuspunkt ja tasakaal . . . 27
12. Töö ja selle mõõtmine . . . . 30
13. Lihtsamad masinad . . . . . 31
14. Kesktõmbetung. Koorelahutaja 42
15. Töö ja soojus . . . . . 44
16. Soojuse muundumine tööks . 46
17. Võimsus ja energia . . . . . 50
18. Tuule- ja veejõu kasutamine 52
19. Õhurõhumise kasutamine . . . 55
20. Archimedese seadus . . . . . 57
21. Hääle tekkimine . . . . . 61
22. Hääle levimine . . . . . 63
23. Inimese hääl ja kuulmine . . 65
24. Valgusnähtused. Valguse  
levimine . . . . . 67
25. Valguse peegeldumisenähtusi . 68
26. Valguse murdumisenähtusi . 71
27. Valguse lahutamine . . . . . 73
28. Kumer- ja nõgusläätsed . . . 74
29. Optilised riistad . . . . . 76
30. Valguse keemilisest toimest . 78
31. Silm ja nägemine . . . . . 81
32. Magnetinähtusi . . . . . 84
33. Lihtsamaid elektrinähtusi . . 88
34. Välk ja piksevarras . . . . . 90

35. Elektrivool ja selle tekitamine 92
36. Elektrivalgustus . . . . . 93
37. Elektrivoolu magnetiline mõju 95

## Tähtsamaid keemilisi nähtusi meie majapidamises.

38. Aine energia-allikana . . . . . 102
39. Käärimine . . . . . 104
40. Tähtsamaid käärimise saadusi 105
41. Hapnemisest ja happeist . . . 108
42. Meie igapäevane leib . . . . . 109
43. Toitainete säilitamisest . . . 111
44. Mõnigaid mineraalest saada-  
vaid happeid . . . . . 112
45. Sooda . . . . . 115
46. Seebikivi ja seep . . . . . 117
47. Liht- ja liitained . . . . . 119

## Inimkeha ehitusest ja tege- vusest.

48. Millest koosneb inimese keha 121
49. Luukere . . . . . 123
50. Lihased . . . . . 128
51. Närvisüsteem . . . . . 131
52. Kuidas töötab närvisüsteem . 134
53. Kuidas närvisüsteemi eest hoo-  
litseda . . . . . 136
54. Meeleorganid . . . . . 137

## Tervishoiust.

55. Kuidas meie keha püsib tervena 139
56. Kuidas hoidume haigustest . 141
57. Keha karastamisest . . . . . 143
58. Kuidas hooliseme haige eest . 145
59. Kuidas organism võitleb nak-  
kushaigustega . . . . . 147
60. Esimene abi õnnetuse korral . 148
61. Tervis ja ühiskond . . . . . 151
62. Nakkushaigusi põdevate õpi-  
laste eraldamise tähtsajad . . 153

## Inimene ja loodus . . 154

**Hind kr. 1,00.**

Väike Looduse Sõber I, hind pappköites 85 senti.

” ” brošeeritult 75 ”

Väike Looduse Sõber II, hind pappköites Kr. 1,15.

” ” brošeeritult ” 1,00.

Väike Looduse Sõber III, hind pappköites Kr. 1,15.

” ” brošeeritult ” 1,00.

Väike Looduse Sõber I, II ja III osa on HSM Kooliraamatute  
Komisjoni poolt algkoolidele tarvitamiseks soovitatud.

Pääladu O/Ü. „Noor-Eesti“ juures Tartus, Rüütli tän. 4.