

A-13806 II

J. PÕRT / H. RIIKOJA
P. KOGERMAN / A. KEPP
E. KILKSON

LOODUSE ÕPETUS

VI ÕPPEAASTA

K. OÜ „LOODUS”

A- 13806 II

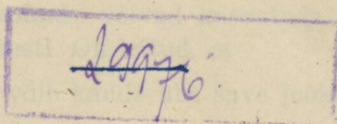
J. Port — H. Riikoja — P. Kogerman
A. Kepp — E. Kilkson

Looduseõpetus

Algkooli VI õppeaasta

Teine trükk.

Haridusministeeriumi poolt koolidele
tarvitamiseks lubatud



KIRJASTUS OSAÜHING „LOODUS“
TARTU 1939 TALLINN



2-63856

A-13806 II

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

O.-ü. „Ilutrükk“, Tartu, 1939.

Loodus ja inimene.

Umbrohud.

Põld- ja aedvilja kasvatamisel on meil suurimaiks vaenlasiks umbrohud. Need on kultuurtaimedest vähem nõudlikud ja seepärast ei suuda viimased nendega inimese kaasabita üldse võistelda. Peale selle on umbrohtudel hiiglasuur sigimisvõime, mis pärast on väga raske nende levimisele piire panna.

Umbrohtude mõju kultuurtaimedele on mitmekülgne: nad varjavad noort orast ja noori aiataimi, tarvitavad ära mullast kultuurtaimede vajalised toitesoolad ja niiskuse; umbrohtunud põldu ja aeda on raske harida, puudulikult haritud mullas aga kasvavad kultuurtaimed halvasti. Lõpuks on nad aga ka veel taimemhaiguste levitajad.

Umbrohud jagunevad paljunemisviiside poolest kahte rühma: ühed, mis paljunevad ainult seemnete abil (malts, põldsinep), on seeme-umbrohud; teised, mis peale seemnete ka veel maaaluste osade abil paljunevad (orashein, paiseleht), on juur-umbrohud.

Seeme-umbrohud võivad kasvatada arvutu palju seemneid ja levida imekiiresti. On leitud, et

1 hiirekõrv	võib kanda ühe suve jooksul kuni	37 500	seemet.
1 põldohakas	„ „ „ „ „ „	36 000	„
1 põldsinep	„ „ „ „ „ „	21 000	„
1 rukkilill	„ „ „ „ „ „	7 000	„

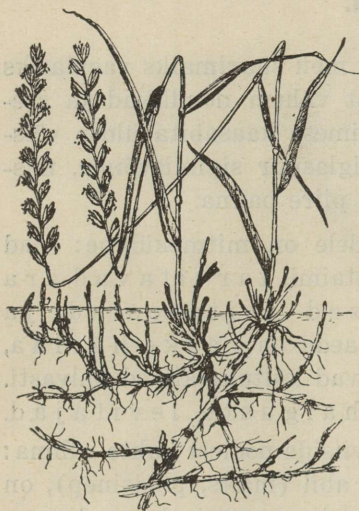
jne.

Tähtsamad seeme-umbrohud on: põldsinep, põld-rõigas, hiirekõrv, luste, väike oblikas, rukkilill, nisulill, karikakar, kirburohi jt.

Nende vastu võitlemisel tuleb 1) viljaseeme umbrohuseemneist puhastada; 2) kesa ja kõrt koorida ja mustana hoida (miks?); 3) tarvitada vahelduvat külvikorda, kus umbrohtunud põllud satuksid järgmisel aastal laialeheliste (juurviljad) või tiheda juurestikuga taimede (ristikheina) alla.

Ü. — Korja aia- ja põlluumbrohte ühes õite ja viljadega ning

kleebi tabeliks! Valmista umbrohuseemnete kogu! Võta mullapinnalt 5 cm ja 15 cm sügavuselt mullaproove, pane need sooja kohta, niisuta tarbe järgi mulda ja määra tõusvate umbrohtude järgi, müssuguses mullas on rohkem idanevaid umbrohuseemneid!



Joon. 1. Orashein.

Juur-umbrohud on: orashein, põldohakas, põldosi, paiseleht, tõlkjas ehk rakvere raibe jt. Nad paljunevad peale seemnete veel juurikate ja juurte abil. Need osad asetsevad aga sügavas muldas, mispärast juur-umbrohtude hävitamine on väga raske. Sügav künd ja põhjalik

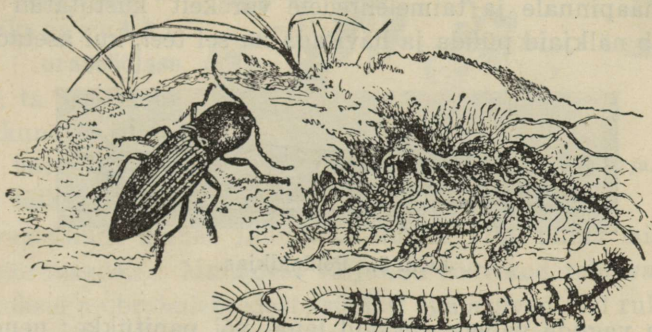
maaharimine on siin tähtsamaks võitlusvahendiks. Väljaküntud ja kokkuäestatud või -riisunud umbrohujuurikad tuleb kokku koguda ja koha peal ära põletada. Loomade aluspõhuks neid tarvitada ei või, sest nad mädanevad aeglaselt ja võivad seepärast sattuda ühes sõnnikuga uuesti põllule.

Ü. — Kaeva välja põllult mõned juur-umbrohud, kuivata ja kleebi tabeliks! Mõõda ära, kui pikk on orasheina juurikas ja kui sügavale tungivad tõlkja juured!

Kahjureid aias, põllul ja metsas.

Aias, põllul ja metsas elutseb rohkesti putukaid ja nende vastseid, kellega inimesel tuleb pidada alalist võitlust, sest muidu võivad nad hävitada suure osa aed- ja põldvilja saagist ning metsapuudest.

Keeduvilja-aia kahjureid. a) Juurekahjurid. Juurviljaaia suurimaiks vaenlasiks on traatussid. Need on mullas



Joon. 2. Viljanaksur ja traatuss.

elutsevad naksurite tõugud, kes toituvad taimejuurtest. Traatussidest puretud juurviljad (missugused?) lähevad hõlpsasti mädanema ega kõlba siis enam toiduks. Ka hävitavad traatussid aias kaunvilja juuri.

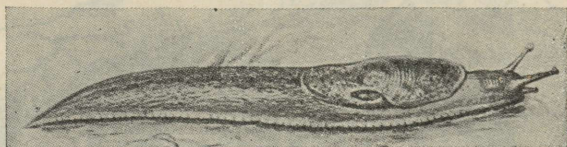
Traatusside eluiga mullas (nukkumiseni) kestab 5 aastat. Raske on neid mullas üles leida ja hävitada. Kergem on aga rikkuda naksurite mune mulla kaevamisega ja selle pinnase kohendamisega; sel viisil satuvad munad päikese kätte ja kuivavad ära.

Umbes samasugust kahju, nagu traatussid, valmistavad aia- taimedele veel mõningate kärbeste (porgandikärbe) tõugud ja tuhatjalalised.

Ü. — Püüa leida aias kuivama hakanud taimi, kaeva nad juurtega üles ja katsu kindlaks teha kuivamise põhjused!

b) Lehekahjurid. Nendest on keeduviljaaias üks hädaohtlikumaid põldnälkjasi. See on pehme limune, kes aegla-

selt roomab oma talla abil, jättes sealjuures järele limase raja. Silmad asetsevad tal tumedate täppidena tundlate otsas, mida ta võib välja sirutada ja kokku tõmmata. Kareda viilisarnase keele abil sööb ta aplalt noori ja pehmeid aedviljalehti. Põldnälkjate kahju on nende suure sigivuse tõttu (emanälkjase muneb kuni 200 muna korraga!) väga suur. Ja et nende keha on kaetud mürgise limaga, siis linnud neid ei söö. Nad on ööloomad ja ilmuvad saagile öösiti. Põldnälkjate hävitamiseks külitakse kuiva ilmaga vara hommikul või hilja õhtul, kui nälkjad on väljas toidu kallal, maapinnale ja taimelehtedele värskest kustutatud lupja. Aias võib nälkjaid püüda ja hävitada ka sel teel, kui asetada pee-



Joon. 3. Põldnälkjas.

narde ja vagude vahele niiskeid laua- või papitükke: nende alla poevad nälkjad varju ja sealt on neid võimalik kergesti kätte saada.

Ü. — Katsu leida põldnälkja mune ja nälkjate puretud lehti!

Maakirbud ja naerimardikad on väga hädaohtlikud vaenlased noortele kapsa-, kaalika- ja naeritaimede lehtedele: nad võivad mõne päevaga juurviljapeenrad täiesti paljaks närida. Samuti hädaohtlikud porgandilehtedele on porgandlehekirbud. Nimetatud putukaid võib hävitada arseenlubbjaga, millega taimelehti tuleb tolmutada.

K. — Missugused röövikud hävitavad kapsa- ja kaalikalehti? Missuguseid hernekahjureid sa tunned?

Viljapuude ja marjapõõsaste kahjuritest on tähtsamad külmaliblika ja õiemähkuri röövikud ning õielõikaja tõugud, kes vigastavad ja hävitavad õiepungi, ühes sellega aga ka viljasaaki. Viljapuude ja põõsaste lehti vigastavad ka mitmesugused lehekirbud ja -täid. Kõigi nende kahjuritest hävitamiseks tuleb kevadel puid ja põõsaid karbolineumilahusega pritsida.

K. — Missuguseid kaitsevahendeid tarvitatakse külmaliblika vastu? Kuidas hävitatakse viljapuudel kahjurite mune? Missugused linnud puhastavad viljapuid ja -põõsaid kahjuritest? Missugused kahjurid vigastavad maasika ja vabarna vilju?

Põllukahjureid.

Suuremaks kõrsvilja — eriti rukki — kahjuriks on rukkiuss, oraseöölase röövik; ta on mõne cm pikkune ja tumepruuni värvi, vähese roheka läikega.



Joon. 4. Õunapuu-õielõikaja.

Oraseöölane muneb juunikuus umbes 1700 muna laialeheliste umbrohtudele. Munadest väljunud röövikud toidavad endid suve jooksul umbrohulehtedest; sügisel aga asuvad nad rukki-orase kallale ja närivad orasepõllu mõnikord täiesti paljaks. Rukkiusside sigimist ja levimist võime takistada kõigepealt umbrohtude hävitamisega. On aga rukkiussid tunginud orasepõllule, siis võib nende edasilikumist seal takistada, kui piirata järsuküljelise vaoga põllu terve osa. Vaosse tehakse sügavad augud ja sinna sattunud ussid hävitatakse aeg-ajalt.

Teiseks orase hävitajaks põllul on põldnälkjäs, kellega tutvusime juba aias. Peale selle vigastavad kõrsi kõrrelõikaja tõugud, juuri ja varre alust — traatussid, teri — teraöölase röövikud ja terakoid. Terakahjurid on hädaohtlikud just terade hoiukohtades — aitaides. Siit võib neid kangelõhnaliste ainetega (tökat, naftaliin) eemale peletada.

Odrapõldudele teevad suurt kahju veel odra-lehekärbse tõugud. Odra-lehekärbes muneb juunikuul odra lehtedele. Munadest väljunud tõugud tungivad lehtedesse. Lehed muutuvad selle järel varsti laigulisteks, koltuvad siis ja kuivavad

lõpuks. Kehvadel põldudel on odra-lehekärbse kahju õige suur; rammusal põllul, kus oder tugev ja vigastatud lehtede asemele ilmuvad varsti uued, on kahjuri mõju palju väiksem.

K. — Kuidas saame võidelda odra-lehekärbsega? Missugused on kahjulikud loomad aias ja põllul? Missugused loomad ja linnud aitavad inimesel põlde ja aedu kahjuritest puhastada?

Metsakahjurite hulk on ääretu suur: pole ühtki puutaimet osa, mida ei ründaks see või teine kahjur.

K. — Missugused metsloomad söövad puude lehti ja oksi? missugused puude vilju? missugused loomad vigastavad puid?



Joon. 5. Lehepõrnikas ja tema moone.

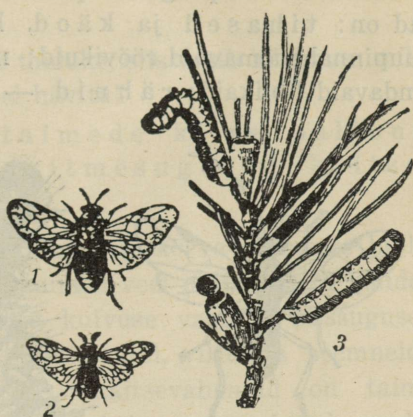
Kahjurite all kannatavad eriti noored puutaimed (miks?); vanematest puudest aga rohkem okas- (mänd) kui lehtpuud, sest lehtpuudel uueneb lehestik igal aastal, vigastatud kohad kasvavad kiiremini kinni kui okaspuudel, murtud latvade ja okste asemele tekivad uued jne.

Lehtpuu kahjureist on tähtsaim lehepõrnikas (maipõrnikas), kes aplalt sööb peaaegu kõikide puude lehti. Tema tõugud elutsevad mullas 4—5 aastat, hävitades nii leht- kui okaspuude juuri.

K. — Missuguseid sarapuukahjureid sa tunned? Kes hävitavad mullas lehepõrnika tõuke?

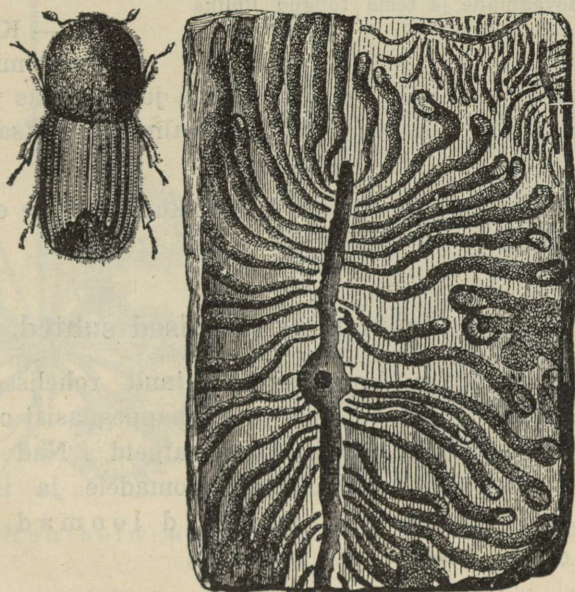
Millist kahju väikesed putukad ja nende tõugud metsapuudele valmistavad, võime jälgida männimetsas. Siin hävitavad liblikate (männikedriku, -öölase, -vaksiku ja -okkaliblika)

röövikud ja männi-lehevaablase tõugud mõnikord metsadel peaaegu viimase kui okka, mille tagajärjel puud ära kuivavad. Mitmesugused mähkurid õõnestavad männi pungi ja takistavad puude korralikku kasvu. Männi koore ja koore all elutsevad kooreüraskid ja kärsaklased, kes seal endale käike närides puudele suurt kahju teevad. Maa sees aga hävitavad männijuuri lehepõrnika tõugud.



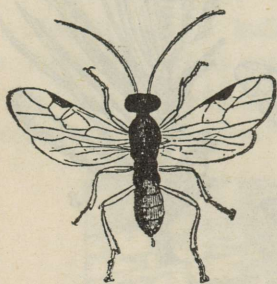
Joon. 6. Männi-lehevaablane ja selle tõugud.

Ülalnimetatud kahjurite ohvriks langevad iga aasta maakeral sajad tuhanded km² metsa. Inimene ei suuda üksi kaitseda metsi nende hulgaliste



Joon. 7. Kooreürask (tugevasti suurendatult) ja ta käigud.

pisivaenlaste vastu. Kui talle siin ei astuks appi teised abilised, häviksid metsad peagi maapinnalt. Need metsakahjurite hävitajad on: tihased ja käod, kes söövad loendamatul arvul puupinnal roomavaid röövikuid; nahkhiired — püüavad öösi lendavaid liblikaid; rähnid — otsivad tugeva noka ja terava



Joon. 8. Käovaablane ja tema tõugud liblika röövikul.

keele abil üles puu koore all elutsevaid röövikuid; sipelgad tassivad palju röövikuid oma pessa ja tarvitavad toiduks; käovaablased munevad oma munad lihakaissse röövikuisse, kes hiljemini hävitatakse munadest väljuvate käovaablase tõukude poolt.

Ü. — Katsu leida metsast mitmesuguseid metsakahjureid! Jälgi metsas, kodus ja kooliaias tihaste ja rähnide tegevust! Kui on võimalusi, valmista metsakahjurite kogu!

K. — Kuidas tuleb hoolitseda kasulikkude lindude eest kodu- aias ja metsas?

Taime- ja loomariigi vahelised suhted.

Elavatest organismidest omavad ainult rohelised taimed võimet valmistada veest, sooladest ja süsihappegaasist orgaanilisi aineid — tärklis, suhkrut, valke ja rasvaineid. Nad on seega ainukeseks valmistoitainete allikaks loomadele ja inimestele. Taimeriigi lõppedes sureksid loomad ja inimesed toitainete puudusel.

K. — Kus tekib taimedes tärklis? Kus säilitatakse taimedes tärklis, valgud, rasvained? Missugused on tähtsamad rohu-

sööjad mets- ja koduloomad? Mida eritavad rohelised taimed assimilatsiooni toimet? Mis põhjusel on osa inimesi taimtoitlased ega tarvita lihatoite?

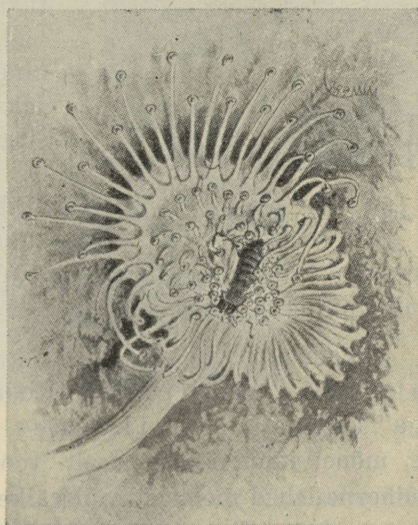
Et taimeriiik on loomariigile toiduks, siis tekib küsimus: miks loomad taimeriiiki lõplikult ära ei hävita?

Üheks põhjuseks on siin taimede kiire paljunemisvõime ja teiseks — mitmesugused kaitsevahendid loomade vastu.

K. — Tuleta meelde, kui suur on hiirekõrva seemnete hulk! Mille abil peale seemnete võivad taimed veel paljuneda? Kuidas kaitsevad endid taimed külma ja kuivuse vastu? Missugused metsloomad söövad taime juuri, lehti, varsi, vilju ja seemneid?

Millised kaitsevahendid on taime maa-alustel ja maapealsetel osadel loomade vastu?

Paljud taimed suudavad mitte



Joon. 9. Huulhein ja selle suurendatud leht kinnipüütud putukaga.

üksnes kaitseda endid loomade vastu, vaid nad võivad saada loomadele koguni hädaohhtlikuks.

K. — Missuguseid haigusi tekitavad bakterid loomariigis? Milliseid mürktaimi sa tunnend?

Putukasööjad taimed. Leidub hulk taimi, mis putukaid endale toiduks püüavad (lihasööjad taimed). Nii kasvavad meie rabadel ja soodes huulhein ja võipätkas — mõlemad „söövad“ putukaid. Huulheina lehtedel asetsevad isemoodi nupulised karvakesed, mis on kaetud kleepuva vedelikuga. Eemalt vaadatud tunduvad karvanupukesed kaste- või meetilkadena ja meelitavad putukaid juurde. Nende külge jäävad aga putukad kinni. Leht koolutab end aegamööda vangisattunud putuka ümber, eritab liha seedivaid mahlu, mis putuka keha pehmed osad lahustavad, ja imeb siis lahustunud toiteained endasse. On putukas tühjaks imetud, ajab leht enese jälle sirgu: algab uue saagi püük.



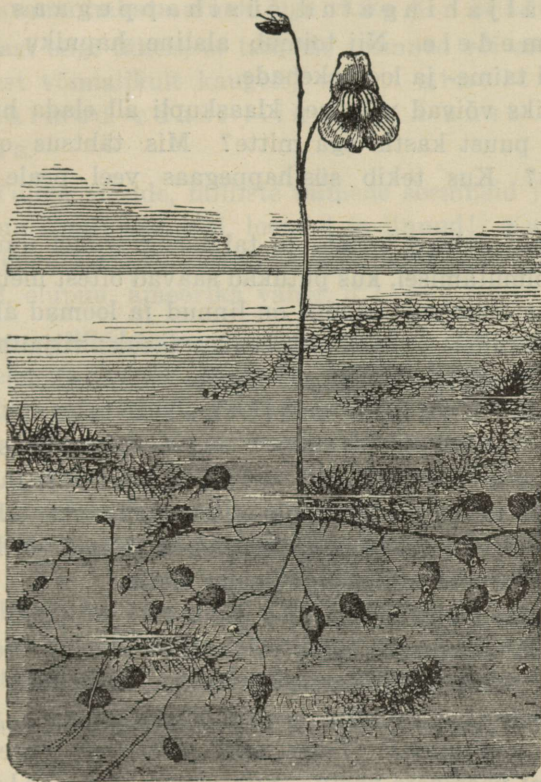
Joon. 10. Võipätkas.

Võipätkaka lehepind on ühtlaselt kaetud kleepuva ainega, kuhu putukad kinni jäävad ja surevad. Surnud putukad imetakse siin samuti tühjaks nagu huulheina lehtedelgi.

Välismaa taimedel on veel mitmesuguseid keerulise ehitusega putukate püüniseid. Kodumaa taimedest on sellise „lõksuga“ varustatud vesihernes. Ta kasvab tiikides ja järvedes, mõnel juhul ka aeglaselt voolavates ojades ja kraavides. Vesiherne lehed moodustavad väikese küljeavaga põiekese. Põieava on seestpoolt kaetud õrnade kilekarvakestega, mis avanevad ainult sissepoole. Veed ujuvad putukad tõukavad need karvakesed kergesti eest ära ja poevad põieavast sisse, ei pääse aga pärast siit enam välja. Põiekese seinad eritavad seedimismahlu, lahustavad nende abil putukate laibad ja imevad siis lahustunud toite-

ained endasse. Kõik mainitud putukasööjad taimed on rohelised ja võivad endile iseseisvalt orgaanilisi aineid valmistada; liha-toitu kasutavad nad peamiselt lämmastik-ainete saamiseks.

Ü. — Katsu leida samblasoos või rabas huulheinu ja võipätkaid ning jälgi nende lehtedel putukate püüdmise ja seedimise



Joon. 11. Vesihernes.

käiku! Otsi veest vesiherned, vaatle mikroskoobi abil selle põiekesi ja nendesse sattunud putukaid! Valmista putukasööjate taimede tabel!

Eespool-toodud juhtudel olid taime- ja loomariigi vahekorrad vaenulikud. Teiselt poolt võime looduses aga tähele panna ka sõbralikke suhteid taimede ja loomade vahel.

Nii leiavad metsas, põllul ja heinamaal endile toitu ja varju mitmesugused imetajad, linnud, putukad ja teised loomad. Nende väljaheited on aga maapinnale rammuks ja taimede toiduks.

Ka toetavad taime- ja loomariik teineteist vastastikku sellega, et taimedest assimilatsioonil vabanev hapnik läheb hingamisel loomadesse, loomadest väljahingatud süsihappegaas aga toiduks taimedele. Nii toimub alaline hapniku ja süsiniku ringkäik läbi taime- ja loomakehade.

K. — Miks võivad valguses klaaskupli all elada hiir ja potilill, pimedas puust kastis aga mitte? Mis tähtsus on päikesel looduse elus? Kus tekib süsihappegaas veel peale hingamistähtuste?

Sõbralikud suhted looma- ja taimeriigi vahel ilmnevad veel õistaimede tolmutamisel, kus putukad saavad õitest mett ja kannavad õielt õiele õietolmu; samuti on linnud ja loomad abiks taimedele nende seemnete levitamisel, saades tasuks viljaliha.

Tuleb aga silmas pidada, et nendel vahekordadel looma- ja taimeriigi vahel puudub mõistuslik alus. Putukad ei lenda kunagi taimeõitele teadlikult õietolmu kaasa võtma ja tolmutamisülesandeid täitma. Samuti ei valmista taimed teadlikult mett ja taimemahla putukatele külakostiks. Ei saa ka ükski taim „omal tahtel“ kasvatada endale astlaid või hakata valmistama mürkaineid kaitseks loomade vastu.

Troopikamail elavad paljudel juhtudel putukad (sipelgad) taimeõontes ja tarvitavad sama taime leheosi oma toiduks. Nad saavad seega taimelt prii korteri ja toidu. Putukate väljaheited on jälle taimele toiduks ning taimed kasvavad koos putukatega paremini ja jõudsamini. Peale selle kaitsevad tugevalõualised sipelgad taimi vaenlaste vastu. Siin esineb kooselu taime ja looma vahel, millest on kasu mõlemal poolel.

Ü. — Tuleta meelde sõbraliku kooselu nähtusi loomariigist!

Taimeühingud.

Taimede paljunemine ja levimine. Igale elusolendil on tung oma elu alal hoida ja järeletuleva soo eest hoolitseda. Seda märkame ka taimeriigis. Nii hakkavad heina- ja karjamaal niidetud

ja äranäritud heina kontsud uuesti kasvama; aias ja põllul võrsub mullasse jäänud umbrohu osadest väga kiiresti jälle umbrohi; metsas ajavad mahalõigatud puude kändud võsusi, mis arenevad puudeks, jne. Peale selle aga valmib taimedel veel loendamatul arvul seemneid või eoseid. Kui kõik need seemned või eosed langetaksid maapinnale vaid emataimede alla, siis võiks nendest idanema ja kasvama hakata ainult õige väike %. Miks?

Seepärast ongi tähtis, et taimede seemned või eosed satuksid emataimedest võimalikult kaugele, sest ainult sel teel võivad taimed edasi liikuda ja uusi elukohti vallutada.

Ü. — Tuleta meelde, milliste taimede seemneid ja vilju kannab laiali tuul! milliseid vesi, loomad ja linnud! Kuidas on satunud meie kodumaale võõramaa taimed, nagu kartul, kurk, tomat, siberi mänd, elupuu, ameerika vaher jt.?

Võitlus sama liiki kuuluvate taimede vahel. On ühe taime liigi seemned (näit. maltsad) rohkem arvul sattunud kõlvulisele ja vabale maapinnale, hakkab nendest alul suurem hulk seal idanema ja kasvama. Hiljemini suuremaks kasvades tuleb neil puudus nii ruumist kui toiteainetest. Tugevamad taimed, mis teistest üle ulatuvad ja mille juurestik on rohkem arenenud, kasvavad edasi, nõrgemad aga hävivad valguse ja toidu puudusel. Siin on võitlus samasse liiki kuuluvate taimede vahel, kus võitjaks jäävad tugevamad. Sellist võitlust võime jälgida noores metsas (kaasikus, männikus, kuusikus), tiheda külvi puhul aga ka lavades ja peenardel.

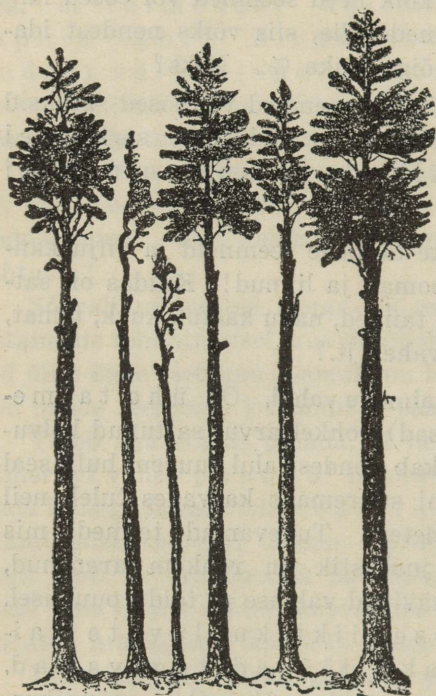
On leitud, et 1 hektaril ühtlase pinnasega maa-alal kasvab:

	mände	kuuski
20-aastasi	11 750	23 163
40 „	3 525	4 123
60 „	940	1 509
80 „	587	971
100 „	461	700

Siit näeme, kuidas mets iseenesest puude suuremaks kasvades harveneb.

Ü. — Selgita, mida näitavad antud arvud! Arvuta, mitu m²

pindala tuleb iga taime kohta mitmesuguses vanaduses kuuskedel ja mändidel ja jõua selgusele, miks on see pindala mändidel suurem kui kuuskedel! Joonesta nende arvude järgi metsa harvenemise diagramm!



Joon. 12. Võistlevad männid.

Puude omavahelises võistluses ja metsa harvenemises võime tähele panna kolme erinevat puude rühma. Kõige kõrgemad ja tugevamad puud, mis metsas täie võraga üles valguse kätte ulatuvad, on valitsevad puud. Nendest veidi madalamal ja osalt varjus kasvavad nõrgemad, ühekülgse ja puuduliku võraga — alistuvad puud. Veel madalamal ja täiesti eelmiste puude varjus asuvad pooleldi kuivanud ning arenemisvõimetute võradega puud, mis varemini või hiljemini ära kuivavad; need on rõhutud puud.

Ü. — Pane tähele jalutuskäigul neid kolme puuderühma puhtas männikus,

kuusikus ja kaasikus ning joonista igast puurühmast mõni valitsev, alistuv ja rõhutud puu ühes võraga oma töövihku! Loenda, kui palju ühel aaril kasvavatest puudest kuulub igasse rühma! Mida võid järeldada saadud arvudest?

Võitlus mitmetesse liikidesse kuuluvate taimede vahel. Satub vabale rammusale maapinnale mitmesuguste taimeliikide seemneid (nõges, nõmmenelk, võilill) ja hakkavad üheskoos kasvama, siis muutub taimede omavaheline võitlus siin palju keerulisemaks. Tekib võitlus kõige enne ruumi ja valguse pärast. Siin jäävad võitjaks need

taimeliigid, mis lepivad vähema valgusega (nõges). Valgusenõudlikud taimed aga (nõmmenelk), mis jäävad teiste varju, surevad varsti valguse puudusel.

K. — Kumb puu jääb okasmetsas koos kasvades võitjaks, kas mänd või kuusk? Miks?

Kuival pinnasel tulevad võitjaks need taimeliigid, mis lepivad väiksema niiskusehulgaga (nelgid, kassikäpad, kukeharjad), ja hedas niiskes paigas need, mis nõuavad vähe soojust (samblad, tarnad) jne.

Üldse jäävad võitluses olemise eest püsima alati need taimed, mis lepivad vähemaga ja mille kehaehitus vastab paremini kui teiste oma antud kasvutingimustele.

K. — Missugused taimed kasvavad kuival päikesepaistelisel nõlval, missugused metsa all varjus? Millised puutaimed võivad kasvada rabapinnal?

Tavaliselt suured ja kiiresti kasvavad taimed varjavad madalaid taimi ja võivad nende kasvu takistada. Mõnel juhul on aga kõrge kasv taimele ka kahjulik, näit. kõrgete mägede külgedel. Siin murravad kanged tuuled kõrged puud maha ja kasvada võivad siin ainult madalad ja maapinnal roomavad või polster-taimed, nagu kukeharjad, kanarbik, mäginelgid jt.

K. — Mille poolest erineb mäginänd harilikust metsamännist? Millised polstertaimed kasvavad meie kodumaal?

Taimeühingud. Elutingimused mitmesugustes paikades maa-kera pinnal on taimekasvule väga erinevad, näiteks vees, soodes, rabades, pae-, savi- ja liivapinnasel, orgudes, mäenõlvadel jne. Igal taimel on omad nõuded soojuse, valguse, niiskuse ja soolade suhtes. Iga taimeliik võib seepärast kasvada ainult tema elunõuetele vastavas kasvukohas.

Need taimed, mis sarnanevad üksteisega oma ehituselt ja elunõudeilt, võivad kasvada kõrvuti samal pinnal ja moodustada taimeühingu. Nii kasvavad järvedes osjad, kõrkjad, pillirood, vesiroosid; kuival nõmmel — kanarbik, pohl, nõmmetarn, hõbemaran, karvane hunditubakas, kassikäpp, kukehari, nõmme-liivatee, samblikud, männid; soodes — mitme-

sugused tarnad, ubaleht, soopihl, soo-kuuskjalg, pajud; r a b a s — rabasammal, kanarbik, küüvits, pohl, kuremari, murakas, villpead, tarnad, huulheinad jne.

Ü. — Korja suve jooksul ühe taimeühingu taimi, kuivata ja kleebi tabeliks, näit. liivakingu taimed, paepanga taimed, teeääre-



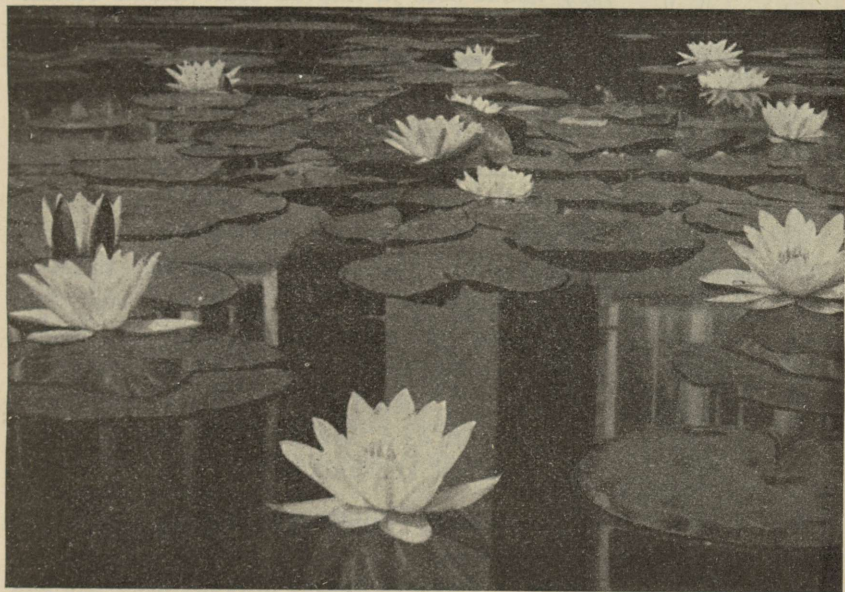
Joon. 13. Polstertaimed.

taimed, männimetsa taimed jne.! Õpi tundma ühes sellega nende taimede kehaehituse vastavust kasvutingimustele!

Ainult vähestel taimedel, nagu teeleht, käbihein, raudrohi jt., on suurem kohastumisvõime ja nad võivad kasvada mitmesugustel pinnastel ning esineda mitmesugustes taimeühingutes. Oma kujult aga on need taimed igas erinevas paigas isesugused. Nii on raudrohi niiskes ja poolvarjulises paigas võrdle-

misi kõrge taim laiade ja lopsakate lehtedega; kuivadel kinkudel on ta aga koguni pisike ja väikeste lehekestega taimeke.

Ü. — Katsu leida teelehti ja võililli niiskest, varjurikkamast ja kuivast, päikesepaistelisest kohast! võrdle nende kasvu! kuivata ja kleebi suuruselt tugevasti erinevad sama taime vormid kõrvuti tabeliks!



Joon. 14. Vesiroosid.

Üldiselt on taime väliskuju ja siseehitus alati kokkukõlas väliskeskkonna ja elutingimustega. Igas paigas esinevad vaid niisugused taimed, mis selle koha soojuse, valguse, niiskuse ja muldkonna tingimustega leppida võivad.

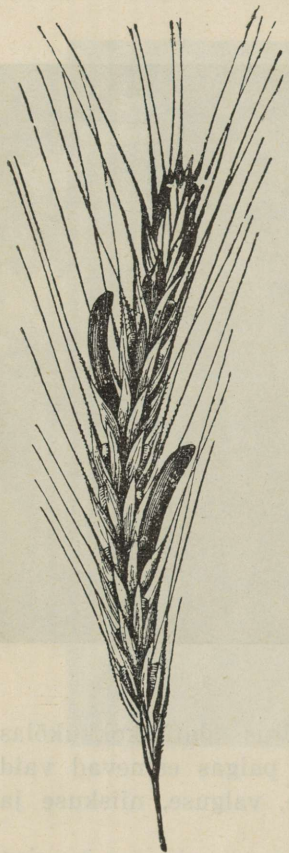
Taimede omavahelised suhted.

Taimede omavahelises võitluses valguse, ruumi ja toidu pärast väärivad erilist tähelepanu järgmised omapärased rühmad.

Parasiittaimed. Nende taimede hulka kuuluvad rohkearvulised seemned, mis tekitavad haigusi inimestes, loomades ja taime-

des. Tähtsamad põld- ja aedtaimede seenhaigused on: tungaltera, nõgipea, rooste, vähkhaigus, jahukaste, kärntõbi ja mitmesugused mädanikud.

Parasiit-taimed ei sisalda leherohelist ega või seepärast endale iseseisvalt toiteaineid valmistada. Nad elavad kas roheliste taimede pinnal või nende sees ja imevad sealt endale valmis-toitu.



Joon. 15. Tungaltera.

Tungaltera asub rukki peades mustade kõverate sarvedena. Ta on tihe seeneniidi põimik, mis kasvava tera asemele tekkinud. Mahakukkunud tungalteradel valmivad järgmisel kevadel eosed, mida tuul ja putukad rukkiõitele kannavad. Eostest arenenud seeneniidid tungivad rukkiõie sigimikku, hakkavad seal kasvama ja moodustavad uue tungaltera. Tungalterad on väga mürgised. Nendest valmistatakse ravimeid. Neid tuleb söögi- ja seemeviljadest kõrvaldada.

K. — Kuidas eraldatakse viljast tungalteri?

Nõgipea-haigus muudab kõrsvilja peades terad mustaks pulbriks (siit haiguse nimetus!). See pulber koosneb peamiselt seente eostest. Satuvad nõgipea-haiged viljaterad ühte tervetega (millal on see võimalik?), siis kleepuvad haigusidud (eosed) ka tervete terade külge. Külitakse nüüd niisugused terad põllule, siis haigustub vili: tekivad jälle „nõgipead“ ja seekord juba suuremal arvul. Miks?

Haiguse tõrjeks tuleb kahtlane seemevili seeneeoseid surmava mürkainega (formaliin, sublimaat, vasevitriol, germisaan, uspulun) läbi pritsida. Mürkainete koondis ei või olla aga kuigi kõrge, sest siis võib ta surmata seemnetes ka idud.

K. — Missugustel kõrsviljadel leidub nõgipead kõige sagedamini?

Roostehaigus tekitab kollakaid ja pruune plekikesi taime lehtedel ja vartel. Need plekid on seeneeoste kogumikud. Seeneniit ise elutseb taime kudedes ja kurnab faimi tugevasti. Saak roostehaigelt kõrsviljalt on palju väiksem kui tervelt taimelt. Roosteseene eostel on kolm põlve — kevad-, suvi- ja talieosed. Need ei elutse mitte ühel ja samal taimel, vaid tarvitavad mitut peremeest. Nii elutsevad rukki-kõrrerooste kevadeosed kukerpuul ja imikal, suvi- ja talieosed aga rukkikörtel; kaera-leherooste kevadeosed — tärnpuul, suvi- ja talieosed — kaera lehtedel. Roostehaiguse tõrjeks tuleb hävitada viljapõldude ligidalt need taimed, millel arenevad seenekevadeosed, antud juhul kukerpuud, tärnpuud, imikad.

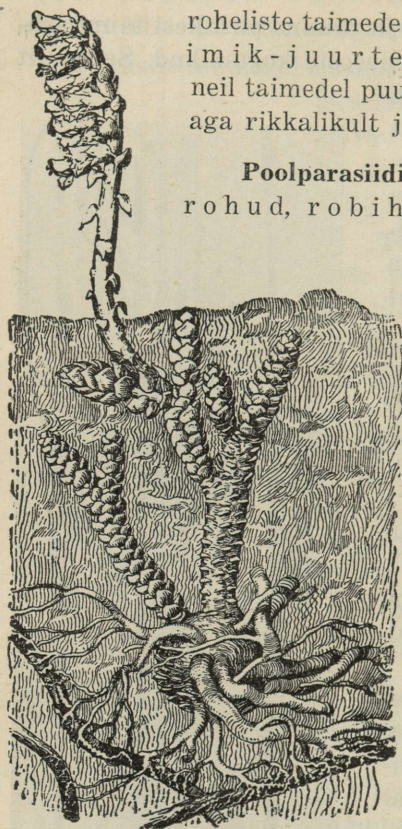
Väga hädaohtlikke teisi seenhaigusi on: v ä h k h a i g u s, — kartuli- ja viljapuuvähk, esimene hävitab kartuli mugulaid, teine — viljapuude tüvesid; puuvilja kärntõbi — rikub õunu, puuviljamädaniku mõjul hakkavad õunad puude otsas ja laos mädanema; marjapõõsaste ja hukaste katab taimelehed ja viljad valge eoste tolmuga, nagu jahuga (siit haiguse nimetus!). Jahukaste tõrjevahendiks on väävel; teiste haiguste vastu aitab pritsimine mürkvedelikkudega.

Ka mõningad kõrgemad taimed (õistaimed) elutsevad parasitidena teistel taimedel, nagu käopäkk ja soomukas. Nad tungivad oma juurtega põõsas- (sarapuu, kukerpuu) taimede juurtesse ja imevad sealt toiteaineid.



Joon. 16. Kaeranõgipea.

Võrmi elutsevad nõgestel, linal, ristikheinal jne. Nad keerutavad endid kollakate või pruunikate kiududena roheliste taimede ümber ning imevad sealt isesuguste imik-juurte abil valmis toiteaineid. Kõikidel neil taimedel puuduvad rohelised lehed; nad õitsevad aga rikkalikult ja valmistavad palju seemneid.



Joon. 17. Käopäkk.

Poolparasiidid. Siia kuuluvad kuupäeva-rohud, robihein ja silmarohud. Need on rohelised taimed, mis enestele ise orgaanilisi toiteaineid valmistavad. Oma juureharukestega tungivad nad aga ka naabertaimede juurtesse ja imevad sealt oma toiteainetele lisa. Nad on seega mitte päris-, vaid poolparasiidid.

Ü. — Kaeva üles mullamätas mõne poolparasiit-taimega ja haruta ettevaatlikult lahti taimede juurestik nii, et mõlema taime juure kokkukasvamise kohad ei puruneks! Kuivata mõned poolparasiit-taimed ühes nende kaastega ja kokkukasvanud juurtega ja kleebi tabeliks!

Märka, et kõik poolparasiit-taimed kuivatamisel muutuvad tumepruuniks ja kaotavad rohelise värvi!

Epifüüdid on teistel taimedel kasvavad ja endid iseseisvalt toitvad rohelised taimed, mis kõrgeid puid ainult alusena tarvitavad, et pääseda paremini valguse juurde. Siia kuuluvad puutüvedel kasvavad samblad ja samblikud.

Samblikud on omapärased taimed, mis tegelikult koosnevad kahest taimest: klorofüllita seeneniidi põimikust ja selles elutsevatest üherakulistest rohelistest vetikatest. Mõlemad taimed toetavad vastastikku

üks teist: seeneniidid imevad õhust ja mullapinnast niiskust ühes sooladega, millest siis osa saavad ka vetikad. Viimased — kui rohelised taimed — valmistavad päikeseenergia abil tärklis, suhkrut, valke ja õlisid, millest osa saavad ka seeneniidikesed. Siin esineb seega taimede vahel sõbralik koostelu (sümbioos). Peale puutüvede elutsevad samblikud veel kehval maapinnal, kividel ja katustel.

K. — Miks võivad samblikud elutseda kehval maapinnal? Mis tähtsus on sellel? Tuleta meelde, kus veel esineb sümbioos taimede juures!

Ü. — Kogu mitmesuguseid samblikke puutüvedelt ja maapinnalt, kleebi nendest väikesed pressitud osad tabelile ja kirjuta õpetaja abil nimed juurde!

Ronitaimed. Paljud nõrgavarrelised taimed ei suuda iseseisvalt püsti seista. Et pääseda valguse juurde, mässivad nad endid puutüvede või tugede ümber (lilluba, tapud, humal), või jälle kinnituvad köitragudega teiste taimede külge (lilhernes, hernes, koeranaeris). On ronitaimi vars puitunud, s. o. paljuaastane ja püsiv, siis nimetatakse selliseid taimi liaanideks. Liaane on väga palju troopikametsades, kus nad keerutavad endid köitena puutüvede ümber. Meil kasvab liaanina metsviinapuu. (Milleks teda kasutatakse?) Mõningatel liaanidel on isesugused haardejuured tugede külge kinnitamiseks, nagu näit. luuderohul, mis meil esineb Saaremaal.

Ü. — Vaatle luubiga humala vart ja pane tähele seal konksutaolisi haardekarvu! Mis tähtsus on nendel karvadel? Mõõda, kui pikaks kasvab humal!

Taimede vastastikune kaitse. Peale tavalise võitluse valguse, toidu ja ruumi pärast võime taimeriigis tähele panna aga ka üksteise toetust ja kaitset. Kaitset tuulte ja tormide vastu pakuvad väiksematele taimedele puud. Metsa all, kus puudub põletav päikesepaiste, aga ka kevadised ja sügisesed öökülmad, leiavad kait-



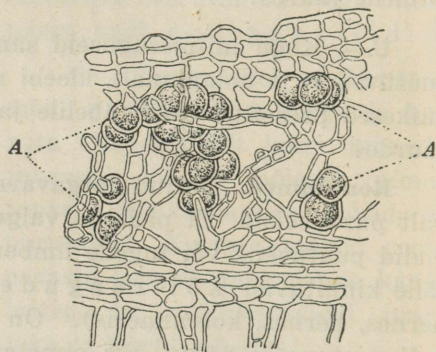
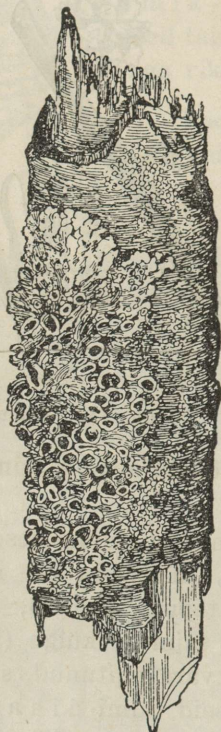
Joon. 18. Võrm.

set noored puud ja paljud väikesed taimed. Metsa all varjus leiame taimi, mis lahtisel kohal päikese ja tuule käes üldse ei kasva.

K. — Nimeta metsa all kasvavaid varjutaimi, mis raiesmikul ära kuivavad? Millised kevadlilled õitsevad varakevadel metsa serval?

Eriti vajavad tuulekaitset aias kasvavad kultuurtaimed, viljapuud ning põõsad. Neid ei saa kasvatada lagedal väljal, vaid neid tuleb piirata tuulepoolsetelt külgedelt kaitsepuudega.

K. — Missugused on tähtsamad kaitsepuud?



Joon. 19. Samblik ja selle suurendatud ristilõik; A — vetikad.

Taimerinded. Omapäraseks nähtuseks taimede ühiselus on nende rindelise asetuse. Kõige selgemini ilmneb see metsas, kus suured puud moodustavad ülemise ehk puurinde, põõsad ja noored puud keskmise ehk põõsarinde; sellele järgneb alumine rohttaimede ning kõige madalamal maapinnal pisitaimede rinne, mille moodustavad samblad ja seened. Rinnetesse asetuvad taimed nende valgusenõudlikkuse järgi: kõrgema rinde taimed nõuavad kasvamiseks alati rohkem valgust kui madalama rinde taimed.

Ü. — Pane tähele, missugused taimerinded esinevad aasal, soos, rabal!

Taimede vahelduvus aastaegade järgi. Suuremaarvulist taimede kasvu maapinnal võimaldab taimede vahelduvus aastaegade järgi. Varakevadel enne puude lehtimist õitsevad metsas taimed, millel on maa-alustes osades toidutagavarad. (Missugused?) Puude lehistudes hakkavad siin kasvama varjutaimed, mis õitsevad suvel (missugused?). Nende järel ilmuvad siis sügis-taimed (millised?). Samasugust taimede vahelduvust märkame ka aasal, soos, rabal ja põllul.

K. — Missugused taimed õitsevad esimestena aasal, missugused suvel, missugused sügisel?

Ü. — Korja ühelt kitsalt maa-alalt ühe aasta jooksul seal kasvavad ja õitsevad taimed, kleebi nad õitsemise järjekorras tabelele ja märgi juurde nende õitsemise aeg!

Loodusejõud inimese teenistuses.

Vesi.

Vesirattad. Millest on tingitud vee voolamine ojades, jõgedes? Vee voolamisjõudu kasutab inimene vesirataste käimapanemiseks. Vesirattaid on kaht liiki: ülaltlöödavad ja altlöödavad. Nad pöörlevad horisontaalse telje ümber ja on varustatud kühvlitega.

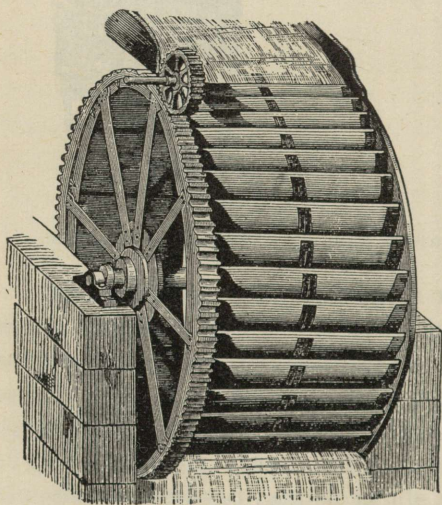
Altlöödavatel vesiratastel juhitakse vesi kitsa kanali kaudu vesiratta alla. Kiiresti voolav vesi lööb ratta alu-

miste kühvlite vastu ja paneb sel teel vesiratta käima.

Ülaltlöödaval vesirattal kasutatakse vee raskust. Vesi juhitakse kanali kaudu vesirattale, ta täidab ratta ühe poole kühvlid; vee raskuse mõjul hakkavad kühvlid vajuma ja panevad niiviisi ratta pöörlema. Kühvlid on nii ehitatud, et nad ratta alla jõudes tühjenevad veest.

Ülaltlöödav vesiratas tarvitab vähem vett kui altlöödav, kuid seevastu nõuab kõrgemat veelangemist. Altlöödav vesiratas töötab ma-

dalama veelangemisega, kuid tarvitab palju vett. Et vee langemise kõrgust suurendada, seks ehitatakse vee pais.



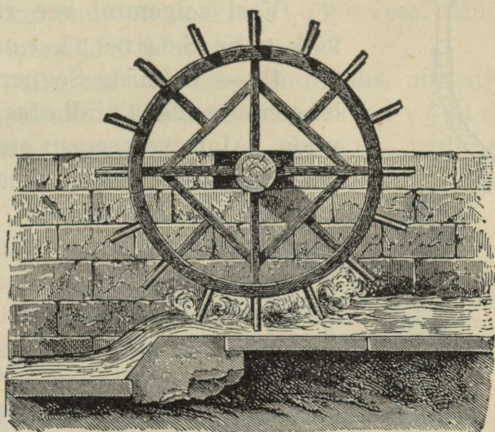
Joon. 20. Ülaltlöödav vesiratas.

Vesirattad omakord panevad liikuma mitmesuguseid masinaid jahu- ning saeveskites ja mujal.

Ü. — Kirjelda mõnd nähtud vesiveski paisu! Kirjelda mõnd nähtud vesiveski sisse-seadu!

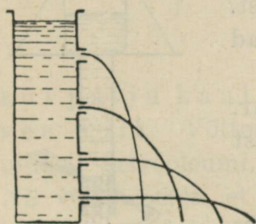
Vee rõhk. Kui palju kaalub 1 cm³ vett? Kui kõrge on veesammas, mis tasakaalustab normaal-õhurõhumist? Kui suur on selle samba rõhk 1 cm²-l?

Veel, nagu igal muulgi kehal, on raskus. Anumasse valatult rõhub ta oma raskuse tõttu selle põhjale ja seintele, mida selgitab järgmine katse.



Joon. 21. Altlöödav vesiratas.

Võtame kõrge anuma, mille küljesse on tehtud rida auke. Täidame ta veega. Siis näeme, et vesi voolab välja igast august seda suurema hooga, mida sügavamal veepinnast asetseb auk (21-a. joon.). Siit järeldame, et vee rõhk anuma põhjale ja seintele suureneb vee sügavusega.

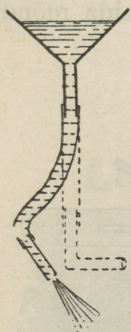


Joon. 21-a. Vedeliku rõhumine anuma seintele.

Vee rõhumine anuma seintele võib anuma isegi liikuma panna, kui ta vabalt seisab vee pinnal ja ta küljesse on tehtud auk. Mis suunas liigub ta siis? Miks? Sedasama tõendab veel järgmine katse.

Kinnitame lehtri külge õhukeste seintega kummitoru abil 90° kõveraks painutatud klaastoru (22. joon.). Suleme toru alumise otsa korgikesega ja kallame lehtrisse vett. Klaastoru jääb pea-aegu loodis rippuma. Võtame aga korgi eest ära, siis hakkab vesi toru kaudu välja voolama ja toru nihkub väljavoolavale veele vastupidises suunas.

See liikumine on seletatav järgmiselt. Vesi rõhub toru seinetele igas suunas. Korgi äravõtmisega sel kohal enam sein ei ole, seega puudub ka rõhk. Vastasolevale seinale on rõhk nüüd suurem ja toru liigub sinnapoole.



Joon. 22. Vee rõhumine klaastoru küljele.

Veel selgemini vee rõhumist anuma külgedele võib näha Segneri rattal.

Ü. — Valmista Segneri ratas lambiklaasist! Selleks riputa klaas niidi otsa, nii et ta vabalt võib pöörelda. Alumine peenem ots sule korgiga, millest läbi lähevad kaks kõverat klaastoru, nagu 23. joonisel näha. Vala lambiklaasi vett ja pane tähele, mis nüüd toimub! Kuidas muuta liikumise suunda?

Vesiturbiin. Vesirattad võimaidavad kasutada ainult väikest osa veejõust. Palju täielikumalt saab veejõudu ära kasutada vesiturbiinide abil. Vesiturbiin on ehitatud Segneri ratta põhimõttel. Ta koosneb reast erilise ehitusega kühvleist, kuhu juhitakse vesi (24. joon.). Turbiini alt kühvlistest välja voolates paneb vesi turbiini pöörlema.

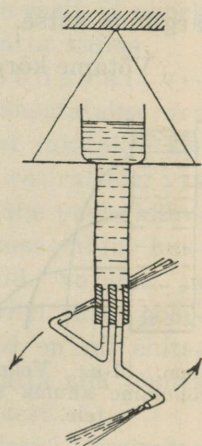
Turbiinid on palju ühtlasema käiguga kui vesirattad. Ka on võimalik nende pöörlemise kiirust muuta. Seetõttu leiab vesiturbiin uue- mal ajal ikka rohkem ja rohkem tarvitamist. Suurematest veskitest on vesiturbiin vesirattad peaaegu täielikult välja tõrjunud.

Veejõu tähtsus rahvamajanduses on suur. Teda nimetatakse sageli „valgeks sööks“, sest et ta jõuallikana võib asendada kivisütt.

K. — Miks meil on kasulikum oma tööstustes masinaid käima panna vee jõul, mitte aga kivisõega? Nimeta oma ümbruses ja kaugemal tööstusi, kus tarvitatakse veejõudu!

Archimedese seadus. Seo kivi nööri otsa ja lase ta siis vette, hoides seejuures käega nööri teisest otsast kinni! Kus tundub kivi kergem olevat, kas õhus või vees?

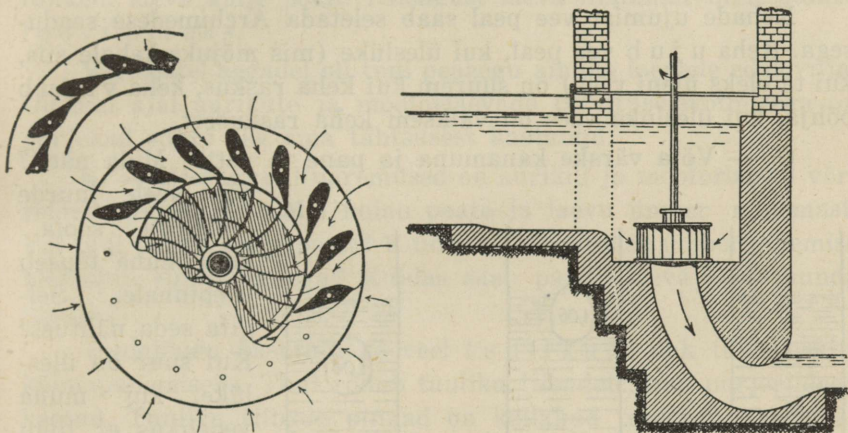
Riputame kaalukausi külge niidi abil mõne keha, näiteks kivitüki või mõne muu asja. Tasakaalustame kaalud vihtide või



Joon. 23. Segneri ratas.

muude raskustega. Selle järel võtame klaasi veega, asetame sinna kaalukaasi all rippuva keha, nii et see üleni vees oleks ja klaasi külge ei puutuks. Mida võime nüüd tähele panna? Tasakaalustame kaalud uuesti. Kuidas? Nii saame teada, kui palju keha läheb vees kergemaks või kui suur on ta üleslükke vees. Mõõdame ära nüüd ka keha ruumala. Kuidas seda teha?

Katse näitab, et kui palju cm^3 on keha ruumalas, niipalju gramme läheb ta vees kergemaks. Siit järeldame, et igavette lastud keha kaotab oma kaalust nii palju,



Joon. 24. Vesiturbiin.

kui palju kaalub selle keha ruumalaga võrdne vee hulk. Võttes katseks vee asemel mingi teise vedeliku — piima, petrooleumi, piirituse jne. — saame endise tagajärje. Nii võime öelda, et igas vedelikus kaotab keha oma kaalust nii palju, kui palju kaalub selle keha ruumalaga võrdne vedeliku hulk. Selle seaduse avastas vanal ajal kreeka kuulus teadlane Archimedes. Seepärast tuntakse seda seadust Archimedese seaduse nime all.

Archimedese seaduse abil võime hõlpsasti leida keha ruumala ja erikaalu. (Tuleta meelde, mis on keha erikaal!) Näiteks, kui kivi kaalub õhus 54 g, vees aga 34 g, siis on ta kaalu kaotus vees: $54 \text{ g} - 34 \text{ g} = 20 \text{ g}$. Nii palju kaalub keha ruumalaga võrdne veehulk. Et 1 g vee ruumala on 1 cm^3 , siis 20 g vee ruumala on

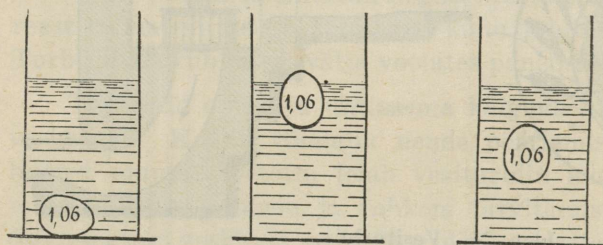
20 cm³, see ongi keha ruumala. Tahame ta erikaalu leida, siis tuleb kivi kaal õhus, väljendatud grammides, jagada ta ruumalaga, mõõdetud kuupsentimeetrites: $\frac{54}{20} = 2,7$.

Ü. — Kui suur on keha erikaal, mis õhus kaalub 10 kg, vees 7,5 kg? Kui suur on üleslüke vees tinatükile (erikaal 11,3), mis kaalub õhus 113 g? Palju kaalub see tinatükk vees? Kui palju kaalub vees kivi, mis õhus kaalub 10,4 kg ja mille erikaal on 2,6?

Ujumine. Nimeta kehi, mis ujuvad vee peal! mis vajuvad põhja!

Kehade ujumist vee peal saab seletada Archimedese seadusega. Keha ujuv vee peal, kui üleslüke (mis mõjuks kehale siis, kui ta oleks üleni vees) on suurem kui keha raskus, keha vajub põhja, kui üleslüke vees on väiksem keha raskusest.

Ü. — Võta värske kanamuna ja pane ta vette! Mida näed?



Joon. 25. Kanamuna magedas ja soolases vees.

Lisa veele juurde niipalju soola, kuni muna tõuseb veepinnale. Selgita seda nähtust! Kui suur on üleslüke, kui muna vedelikus ei liigu üles ega alla?

Kehi, mis on veest raskemad,

võime panna ujuma sel teel, et teeme nad seest õõnsaks. Nii ujub plekktoos vee peal, niisama raske rauatükk aga vajub põhja. Ehitades raudlaevu antakse neile võimalikult suur ruumala, mistõttu üleslüke (kui tühi laev oleks ääreni vees) on palju suurem laeva kaalust. Seepärast on võimalik laevale laadida ka veel suuri raskusi. Koorma pealevõtmisega vajub laev sügavamale vette. Miks?

K. — Kus vajub laev sügavamale vette, kas soolases merevees või magedas jõeveses? Kas inimesel oleks petrooleumis niisama kerge ujuda kui vees (petrooleumi erikaal on 0,82)? Mis võimaldab kaladel vees põhja laskuda ja ülespoole tõusta?

Ü. — Laeva raskus on 1000 registertonni. Palju m³ surub see laev vett välja? (1 registertonn = 2,8 meetertonni.)

Õhk.

Tuulejõu kasutamine. Kuidas tekib tuul? Mis tähtsus on tal looduses?

Inimene paneb tuule jõul liikuma p a a d i d, l a e v a d (purjekad), kasutades selleks tuule rõhumist laeva purjedale. Seejuures ei ole vajalik, et alati puhuks pärituul. Tuule suund võib olla ka risti laeva liikumise suunaga, ainult siis tuleb laeval sõidusuunda muuta kord ühele, kord teisele poole, nii et tuul puhuks rohkem laeva külje poolt. Niisugust laeva liikumist nimetatakse loovimiseks.

Varematel aegadel oli tuul peaaegu ainuke laevade edasiviija. Uuemal ajal aurikute ja mootorlaevade tarvituselevõtmisega on purjekad suure osa oma tähtsusest kaotanud.

K. — Missugused paremused on aurikul ja mootorlaeval võrreldes purjekaga? Mis hoiab paate ja laevu ümber minemast, kui tuul puhub külje poolt? Kuidas vähendatakse ümberminemise hädahoitu suure tuulega? Kuidas saab paadi, laeva sõidusuunda muuta?

Tuulejõudu kasutatakse veel tuulikutel ehk tuuleveskite käimapanemiseks. Tuul rõhub tuuliku tiibadele, mis purjeriidega kaetud. Tuuliku tiibade pinnad on kallakud tuulesuuna suhtes; seetõttu paneb tuul nad liikuma nagu purjelaevagi.

Ü. — Kirjelda mõnd nähtud tuulikut!

K. — Miks meil Saaremaal kõige rohkem tuulikuid leidub?

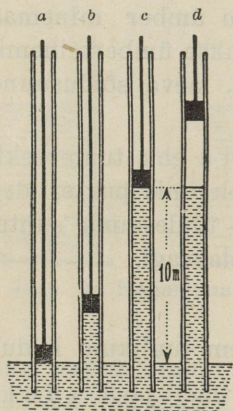
Vee võtmiseks kaevust tarvitatakse mitmel pool tuulemootorit. Tuulemootori tegevus põhineb samal nähtusel, millel tuulikugi tegevus. Nelja tuulikutiiva asemel on tuulemootoril neid palju rohkem.

Lennuk. Hoia tuulise ilmaga papptahvlit nii käes, et papi tasapind oleks pisut viltu tuulesuunaga. Pane tähele, missuunalist lüket avaldab tuul papptahvli!

Valmista paberist lohe, lohe taha kinnita mingi raskus ja siis hoia teda nõõri abil pisut viltu tuulesuunale. Tuule puudumisel tuleb joosta ja nõõri abil lohet enda järele tõmmata. Mis toimub lohega?

Seega, et tuul rõhub lohe alumisele pinnale, tekib tugev üleslüke, mis tõstabki lohe lendu. Samal põhimõttel nagu lohe on ehitatud ka lennuk (lennumasin, aeroplaan). Tema edasilük-kajaks on õhukruvi ehk propeller, mis pannakse pöörlema tugevajõulise bensiinimootori abil. Kiirest liikumisest läbi õhu tekib tuul, nagu autol sõiteski. Tuul puhub tugeva jõuga vastu lennuki kandepinda, lennukit üles tõstes. Kandepindu on lennukil üks või kaks. Tarviliku suuna andmiseks on lennuk varustatud vastavate tüüridega.

Esimese õhusõidu lennukil tegid vennad Wright'id (loe: rait), kes tõusid õhku 1903. a. Vennad Wright'id olid saksa inse-neri O. Lilienthal'i õpilased, kes esimesena katseid tegi len-nata mootorita lennukil. 1896. a. sai Lilienthal ühel lennukatsel õnnetut surma.



Joon. 26. Vee tõusmine torudes.

Pumbad. Tuleta meelde, palju kaalub 1 l õhku! Kui suur on õhurõhk 1 cm²-l? Kuidas mõõdetakse õhurõhku?

Võtame klaastoru ja valmistame kolvi, mis torus õhukindlalt võib liikuda. Lük-kame kolvi klaastoru otsani ja pistame siis selle otsa vette. Kolvi üles tõmmates näeme, et vesi kerkib torus ühes kolviga.

K. — Mis on vee tõusmise põhjuseks torus? Kas vett saab sel teel torus tõsta mistahes kõrguseni? Mis juhtub, kui vesi on torus 10 m kõrguseni tõusnud?

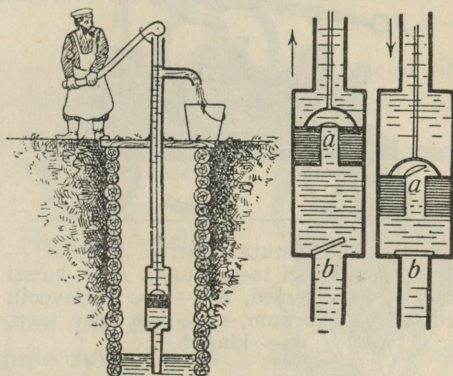
Kirjeldatud põhimõttel on ehitatud vee pumbad. Neid on mitu liiki, mil-lest tähtsaimad on imev ja suruv pump.

Imev pump leiab sagedat rakendamist kaevupumbana. Selle pumba peaosaks on toru, milles liigub õhukindlalt kolb. Toru alumine ots ulatub vette; ülemisel otsal on kõrvaltõru, mille kaudu vesi pumbast välja voolab (27. joon.). Pumba kolvis on auk; seda katab pealt klapp. Teine klapp on pumbatoru alumises otsas. Mõlemad klapid käivad lahti ülespoole. Liigub kolb üles, siis õhu-rõhumise tõttu tõuseb tema järele üles ka vesi, avades alumise klapi. Kolvi klapp aga on kinni, sest rõhumine ülevalt on suurem

kui alt. Kui nüüd kolb kiiresti alla liigub, surub ta vett ja alumine klapp läheb kinni; kolviklapi tõstab vesi lahti ja nüüd tungib vesi läbi kolviava toru ülemisse ossa. Järgmisel kolvi tõusmisel ja vajumisel tungib uus osa vett kolvi peale torru. Nii tõuseb veesammas kolvi peal ikka kõrgemale ja kõrgemale, kuni ta kõrvaltoruni jõuab ja siis selle kaudu välja voolab.

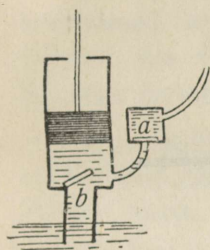
K. — Kas alumine klapp võib kaevu veepinnast olla kõrgemal kui 10 m?

Suruval pumbal on ainult üks klapp, mis asetseb pumbatoru alumisel otsal ja käib ülespoole lahti. Pumba kolb on klappita. Kõrvaltoru on ühendatud pumbatoruga allpool kolbi.



Joon. 27. Imev pump.

Ü. — Seleta joonise järgi suruva pumba tegevust! Miks ei voola vesi veepumbast ühtlase joana?



Joon. 28. Suruv pump.

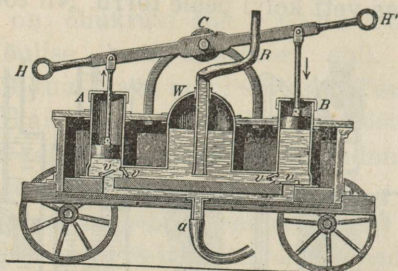
Tulekustutamispriis töötab suruva veepumba põhimõttel. Ta koosneb kahest suruvast pumbast ja ühisest anumast (reservuaarist). Mõlemad pumbad imevad vaheldumisi ühisest torust vett ja suruvad selle anumas, kust ta siis toru *R* kaudu välja voolab (29. joon.). Anumas olev õhurõhumine teeb vee väljavoolamise ühtlasemaks.

Ü. — Seleta joonise järgi tulekustutamispriisi töötamisel ta klappide tegevust!

K. — Kui kõrgele oled näinud tõusvat veejugasid tuletõrjepriisidest?

Lõõts. Õhurõhumine on veel ära kasutatud lõõtsas. See koosneb kahest lauast, mille servad omavahel on ühendatud pehme, voldilise nahaga. Alumises lauas on auk, mis on varustatud lõõts-

sasse avaneva nahhklapiga (30. joon.). Pealmist lauda võib üles tõsta ja alla vajutada. Selle ülestõstmisel tekib lõõtsas õhuhõre ruum. Väline õhk surub klapi lahti ja tungib lõõtsa. Pealmise laua allavajutamisel surutakse

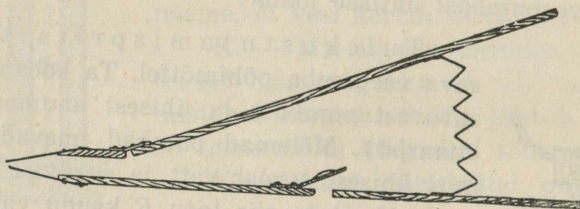


Joon. 29. Tulekustutamispriis. A ja B — kolvid, C — kangi toetuspunkt, H — kangi otsad — käepidemed, R — vee väljavoolu toru, W — õhuruum, a — vee imev toru, v — klapid.

õhk lõõtsas kokku, klapp läheb kinni ja õhk voolab välja lõõtsa ava kaudu.

K. — Kus tarvitatakse lõõtsa? Millest on tingitud lõõtsa tarvitamine sepikodades? Missuguse pumbaga võib lõõtsa võrrelda? Milleks tarvitatakse õhupumpa?

Õhupall. Seebimullid, samuti ka õhukesest kummiriidest pallid, tõusevad üles, kui neid täita sooja õhuga. Miks? Nagu vedelikkude, nii ka gaaside suhtes, mille osakesed samuti väga liikuvad, on maksev Archimedese seadus: iga keha kaotab



Joon. 30. Lõõts.

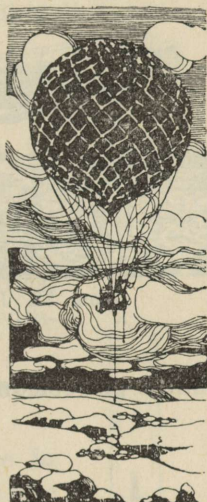
gaasis oma kaalust nii palju, kui palju kaalub selle keha ruumalaga võrdne gaasi hulk. On keha kaal väiksem kui gaasi (õhu) kaal, mille ruumala võrdub keha ruumalaga, siis tõuseb keha üles. (Tuleta meelde kehade ujumist vedelikes!) Soe õhk on kergem kui külm õhk, seepärast tõusebki sooja õhuga täidetud seebimull üles. Veel paremini aga tõusevad üles seebimullid ja pallid, kui neid täita vesinikuga, mis on ligi 14,5 korda kergem kui õhk (vesinikust vt. lk. 36).

Kehade ujumisele õhus on rajatud õhupallide ehitus. Õhupall on valmistatud kerakujulisest tihedast kestast, mis õhku ega muid gaase läbi ei lase. Pall ise täidetakse mõne kerge gaasiga; peamiselt tarvitatakse seks vesinikku või valgustusgaasi. Palli külge kinnitatakse nõõride abil korv lendurite ja muu varustise tarvis.

Õhupall võib tõusta, kuni jõuab niisuguse tihedusega õhukihti, kus ta kaalukaotus on võrdne õhupalli kogu kaaluga. Tahavad õhusõitjad veel kõrgemale tõusta, siis viskavad nad ühe osa kaasavõetud raskustest (liivakotte) maha; tahavad nad aga alla tulla, siis lasevad osa gaasi õhupallist sellekohase ventiili kaudu välja.

Kehade kaalukaotus õhus on üldiselt väike. Nii näiteks keha, mille ruumala on 1 liiter (1 dm^3), kaotab oma kaalust õhus kõigest 1,3 g. (Kui palju kaotab ta vees?) Seega peab tarvitama õige suuri palle, kui tahetakse õhus kätte saada suurt üleslüket, mis suudaks üles tõsta ka inimesi.

Esimese õhupalli ehitasid 1783. aastal prantslased vennad Montgolfier'd (loe: montgolfjee), kes õhupalli täitmiseks tarvitasid õletulega kuumendatud õhku.



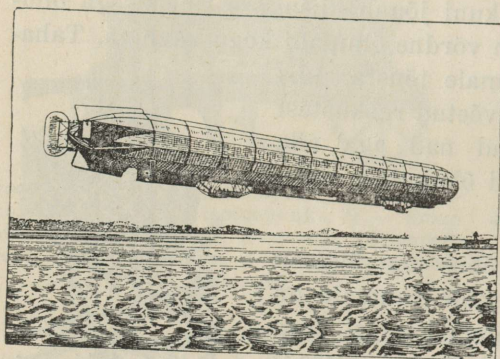
Joon. 31. Õhupall.

K. — Milleks kasutatakse praegusel ajal õhupalle? Kui keha kaotab vees oma kaalust 1 kg, siis mitu korda peaks ta ruumala suurem olema, et niisama palju õhus kergemaks minna?

Uuemal ajal ehitatakse ka juhitavaid õhulaevu. Et takistus liikumisel oleks väike, antakse neile piklik, sigarisarnane kuju. Juhitava õhulaeva viib edasi propeller, mis pöörlema pannakse kerge, kuid tugevajõulise mootori abil. Liikumissuuna muutmine toimub sellekohaste tüüride abil.

Juhitavaist õhulaevadest tuntumad on ehitatud sakslase krahv Zeppelin'i poolt. Tema nime järgi kutsutakse kõiki sellesüsteemilisi õhulaevu tseppelinideks.

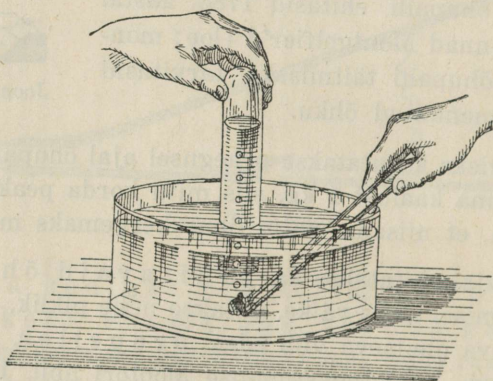
Ü. — Kui suur on üleslüke õhus kehale, mille ruumala 1 m^3 ? Kui suur on üleslüke õhus inimese kehale, kui ta ruumala on 70 dm^3 ? Kui suur on üleslüke õhus tsepeliinile Z 127, mille sigari-
kujulise õhupalli ruumala on $105\,000 \text{ m}^3$? Kui palju võib see tse-
peliin kaasa võtta reisijaid, bensiini ja muud varustist, kui ta täi-
detud on vesinikuga?



Joon. 32. Juhitav õhulaev.

Vesinik. Suurimaks vesiniku allikaks looduses on vesi. Hõlpsasti võib vesinikku eraldada sealt naatriumi abil. (Naatrium on hõbeda välimusega metall, kuid viimasest palju pehmem ja kergem: teda võib noaga lõigata nagu seepi. Et naatriumil on omadus hapnikuga kiiresti ühineda, siis hoitakse teda alal

puhtas petrooleumis, mis takistab teda õhuga kokku puutumast.)



Joon. 33. Naatriumi toimetel eraldub vesinik veest.

Viskame naatriumitükikese vette, siis hakkab ta veepinnal sisisesed edasi-tagasi liikuma, muutub väiksemaks ja lõpuks kaob täiesti. Hoiaime aga teda tangide abil vees, siis võime jäl-

gida temast gaasimullikeste eraldumist (33. joon.). Tekkiva gaasi kogumiseks tuleb hoida veega täidetud, kummulipööratud katseklaas naatriumitükikese kohal. Saadud gaas on värvita ja lõhnata. Kui temasse põlev peerg pista, nagu 34. joon. näitab, siis süttib ta sinaka leegiga põlema, kuna peerg gaasis ära kustub. Hoiame külma klaasi vesiniku leegi kohal, siis kattub see veepiisakestega.

Sellest ja allpool kirjeldatud katsest selgub, et veest saadud gaasi põlemisel õhus tekib uuesti vesi. Seepärast nimetatakse seda vett-tekitajaks ehk lühidalt vesinikuks.

K. — Millega ühines vesinik põlemisel?

Seega koosneb vesi kahest isesugusest gaasilisest ainest — hapnikust ja vesinikust. Vesinikku leidub vees 11%. (Mitu % on seal siis hapnikku?) Ka leidub vesinikku seotult süsinikuga petrooleumis ning kõigis looma- ja taimeriigi kehaosades.

Vesinik on 14,5 korda õhust kergem ja ühtlasi kõige kergem lihtkeha looduses. Seepärast tarvita- takse teda õhupallide täitmiseks.

Vesiniku saamiseks suuremal hulgal võib tarvita- tada tsingitükke ja lahjat väävelhapet.

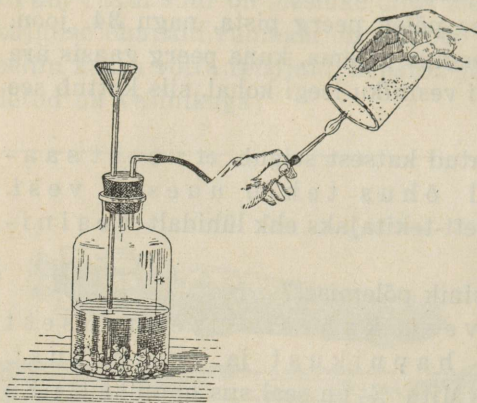
Katsed: 1. Paneme pudelisse tsingitükke ja suleme pudeli korgiga, milles on kaks auku. Läbi ühe augu pistame pikatorulise lehtri, nii et toru ots ulatub pudeli põhja ligidale. Läbi teise augu paneme lühikese kõvera klaastoru, mille otsa kinnitame kummitoru (35. joon.). Nüüd kallame lehtri kaudu pudelisse lahjat väävelhapet. Tsingi mõjul vabaneb vesinik väävelhapest ja voolab kõvera toru kaudu välja. Alul on vesinik segatud pudelis oleva õhuga. Säärane segu, kokku puutudes tulega, tekitab plahvatuset. Seepärast tuleb vesiniku kogumist alles siis alustada, kui õhk on täiesti pudelist välja tõrjutud. Kuidas seda kindlaks teha?

2. Kinnitame kummitoru otsa lühikese, ühest otsast peeneks tõmmatud klaastoru. Toru kaudu välja voolava vesiniku süütame

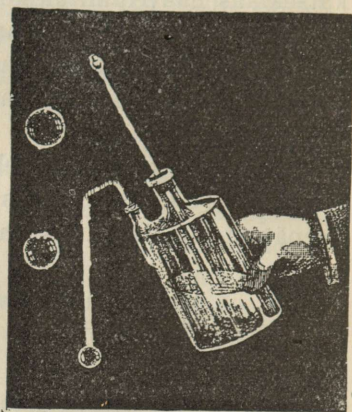


Joon. 34.
Põlev peerg
kustub
vesinikus,
kuna vesinik
põlema lööb.

põlema. Leegi kohal hoiame külma klaasi (35. joon.). Millega see kattub? Miks?



Joon. 35. Vesiniku saamine.



Joon. 36. Vesinikuga täidetud seebimullid tõusevad õhku.

3. Asetame klaastoru otsa, mille kaudu vesinik välja voolab, seebivette. Tekivad seebimullid, mis kiiresti üles tõusevad (36. joon.). Millega on nad täidetud? Neid võib tikuga põlema süüdata.

Mehaanilise jõu kasutamisest.

Kiirus.

Jalakäija liigub edasi ühes tunnis 5 km, kirjatuvi lendab ühe sekundi kestel 20 m. Tee pikkus, mis liikuv keha läbi käib ühe ajaühiku (tunni, minuti, sekundi) kestel, nimetatakse kiiruseks. Kiiruse üleskirjutamisel märgitakse iga kord ühik, millega on mõõdetud tee pikkus, ja vastav ajaühik. Nii tähistatakse eelmisi kiirusi järgmiselt: $5 \frac{\text{km}}{\text{tunnis}}$; $20 \frac{\text{m}}{\text{sek.}}$

Mõned kiirused.

Jalakäija	0,8—1,6	$\frac{\text{m}}{\text{sek.}}$
Hobune (traavel)	4—12	„
Jalgrattur	4—8	„

Rong	10— 25	$\frac{m}{sek.}$
Auto	10— 20	„
Ookeani reisijateaurik	10— 11	„
Tuul (torm)	30— 40	„
Püssikuul	300—650	„
Kahurikuul	420—750	„
Aeroplaan	40— 60	„
Maakera ümber Päikese	30 700 „	

Kui jalakäija liigub 1 tunniga 5 km,
 siis 2 tunniga liigub ta $2 \cdot 5 \text{ km} = 10 \text{ km}$,
 3 „ „ „ $3 \cdot 5 \text{ km} = 15 \text{ km}$ jne.

Seega üldse

käidud tee pikkus = aeg korrutatud
 kiirusega.

Kui tähistada käidud tee pikkus s , kiirus v ja aeg t , siis
 eelmine seadus väljendub valemis

$$s = vt.$$

Et iga kahe arvu korrutis, jagatud ühe arvuga neist, annab
 teise arvu, siis võime kirjutada:

$$v = \frac{s}{t} \text{ ja } t = \frac{s}{v}.$$

Ü. — Väljenda need valemid sõnadega!

Kui palju sõidab edasi rong 3 tunniga, kui ta kiirus on
 $15 \frac{m}{sek.}$? Kui kaugele lendab kahurikuul (kiirus $480 \frac{m}{sek.}$)
 4,8 sekundiga? Jalakäija kõndis 4 tunniga 21 km. Kui suur oli
 ta kiirus? Kui kaua sõidab ookeaniaurik Hamburgist New Yorki
 (6800 km), kui ta kiirus on $10 \frac{m}{sek.}$?

Inerts.

Et pall veerema hakkaks, seks peame teda tõukama. Kivi
 paneme seega liikuma, et teda viskame. Seisev vanker hakkab
 liikuma, kui hobune teda tõmbab. Need ja rida teisi tähelepane-
 kuid igapäevases elus näitavad, et ükski paigal olev keha
 iseenesest, ilma põhjuseta, ei hakka liikuma.

Kui rong juba liigub, siis liigub ta edasi ka sel juhul, kui
 vedur teda enam ei tõmba. Jaama jõudes on vajalik rongi pidur-

dada, muidu sõidab ta jaamast mööda. Kiirel sõitmisel vankrit pöörates võib vanker ümber kukkuda, kusjuures vankris olevad asjad lendavad tükk maad edasi vankri liikumise suunas. Siit näeme, et liikuvad kehad püüavad alal hoida oma liikumise kiirust ja suunda. Teiste sõnadega: ükski liikuv keha ei jää iseenesest, ilma põhjuseta seisma, ei muuda oma liikumise kiirust ega suunda. Nähtust, et ükski keha iseenesest ilma põhjuseta liikuma ei hakka ja juba liikudes püüab alal hoida oma liikumise kiirust ja suunda, nimetatakse inertsiks. Kehade inertsit muutmiseks on alati vajalikud välised mõjud.

K. — Mis juhtub seisjaga vankris, paadis, vagunis, kui need järsku liikuma hakkavad või seisma jäävad? Mispärast purunevad vagunid, kui nad kiirel sõidul kokku põrkavad? Mispärast tuleb pori jalgadelt maha, kui jalgu vastu põrandat lüüa? Mispärast saame haiget, kui maha kukume? Mispärast lendab ratsanik üle hobuse pea maha, kui hobune järsku seisma jääb? Seleta, mis põhjusel tuleb kloppimisel tolm riidest välja! Kuidas tuleb hüpata maha liikuvalt sõidukilt, et mitte kukkuda? Kuidas luuale ja kirvele vars otsa lüüakse? Millega seda seletada?

Ü. — Lao luuale metallrahad üksteise peale. Katsu järsu noalöögiga alumine raha alt ära lüüa, nii et rahade virn paigale jääb. Kuidas on see võimalik?

Raskustung.

Üle laua ääre veerenud pliiats või mõni muu asi kukub maha; samuti kukuvad maha puude otsast õunad, käbid, pähkliid. Iga keha, kui teda üles tõsta ja siis lahti lasta, langeb maha.

Inertsiseadusest teame, et ükski keha ei hakka iseenesest, ilma põhjuseta liikuma. Ka kehade langemine ei toimu põhjuseta. Seda kehade langemise põhjust nimetame raskuseks ehk raskustungiks. Raskustungi tekitajaks on Maa külgetõmme, mis mõjub kõikidele kehadele.

Ü. — Võta mitu niiti või nööri ja seo nende otsa väikesi asjakesi (kummi, tinatükk, kivike)! Kinnita niidid mingi õrre või

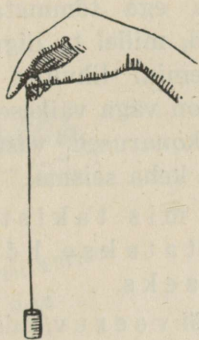
rõhtaia lati külge! Mis suunas on nüüd kõik niidid pingule tõmmatud? Miks?

Säärast nõõri või niiti, mille otsa on kinnitatud mingi raskus, nimetatakse loeks.

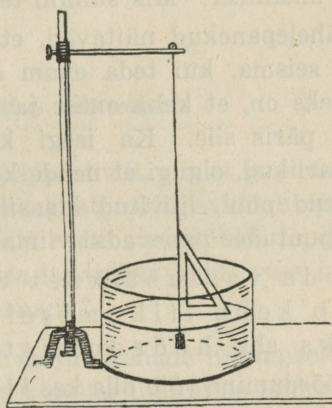
K. — Missuguseid loode tarvitavad ehitustöölised?

Suuna, mille võtab loenõör, nimetatakse püst- ehk vertikaalsuunaks.

Ü. — Hoia lood vaipse veepinna kohal, nii et loe keha (tina-tükk) oleks üleni vees. Mõõda nurklaua abil, missuguse nurga moodustab loenõör igast küljest veepinnaga!



Joon. 37. Lood.



Joon. 38. Loenõör on risti veepinnaga.

Veepind on seega risti püstsuunaga. Suunda, mis risti püstsuunaga, nimetatakse rõht- ehk horisontaalsuunaks.

K. — Missuguseid rõhtsaid tasapindu sa veel võid nimetada? Mille abil määratakse rõhtsuunda?

Võttes mingit asja kätte tunneme, et ta rõhub kätt. Rõhku, mida avaldab paigalolev keha raskustungi mõjul rõhtsale alusele, nimetatakse keha kaaluks.

K. — Palju sa kaalud? Mille abil mõõdetakse keha kaalu? Missugused on kaalumõõdud?

Asetame käele anuma, kuhu kallame aeglaselt vett, herneid, viljateri või teisi aineid. Tunneme, et anuma kaal suureneb, mida rohkem vett, herneid jne. anumas on. Seega võime kaalu järgi otsustada ainehulga üle.

K. — Kuidas mõõdetakse kauplustes suhkrut, jahu jne.?

Ü. — Kirjelda mõne nähtud kaalu ehitust!

Hõõrdumine.

Kus jookseb pall või ketas kaugemale, kas rohusel väljal või siledal maanteel? Mis sunnib teda viimaks seisma jääma?

Tähelepanekud näitavad, et iga liikuv keha jääb mõne aja pärast seisma, kui teda enam ei tõugata ega tõmmata. Selle põhjuseks on, et keha enese ja aluse pind, millel ta liigub, pole kunagi päris sile. Ka isegi kõige paremini lihvitud pinnad on konarlikud, olgugi et nende konarused on väga väikesed, nagu poleeritud puul, lihvitud klaasil. Need konarused vastastikku kokku puutudes panevadki viimaks liikuva keha seisma.

Seda vastastikust toimet, mis takistavalt mõjub keha liikumisele, nimetatakse hõõrdumiseks ehk hõõrdumistakistuseks.

Hõõrdumine võib olla kas libisev või veerev, mis oleneb sellest, kas kehad libisevad või veerevad teineteise vastu. Veerev hõõrdumine on väiksem libisevast. Seepärast pannakse raskele kivimürakale rullid alla, kui tahetakse teda ühest kohast teise vedada.

Kuul-laagrid jalgrattal ja mujal vähendavad hõõrdumist, muutes libiseva hõõrdumise veerevaks hõõrdumiseks.

Hõõrdumist võib tunduvalt vähendada, kui kokkupuutuvaid pindu rasvaga või määreõliga määrada.

Hõõrdumine esineb kahjuliku nähtusena vankri vedamisel, kündmisel, tarvitades asjatult palju jõudu.

Ü. — Nimeta veel nähtusi, kus hõõrdumine on kahjulik!

Teiselt poolt on aga hõõrdumine ka väga kasulik nähtus: hõõrdumise abil paneb masinarihm rattad käima; hõõrdumisel

põhineb piduri tarvitamine, kehade kinnihoidmine käega; hõõrdumise tõttu püsib nael puus, puujuur mullas; hõõrdumise puudumisel ei saaks meie liikuda ega seista. (Võrdle kõndimist kruusatatud teel ja jääl!)

Ü. — Esita veel mõned nähtused, kus hõõrdumine on kasulik!

K. — Miks seotakse koormaga vankril järsul teekallakul ratas kinni? Kas hõõrdumine esineb ka siis, kui keha seisab paigal? Miks ei tarvitata suvel rege vankri asemel! Miks pannakse autokummidele talvel ketid ümber? Miks sillutatakse ja asfalteeritakse teid?

Keskkonna takistus liikumisel.

Ü. — Katsu liigutada õhus papptahvlit, nii et papi tasapind oleks risti liikumissuunaga! Missugust mõju avaldab õhk papi liikumisele õhus? Katsu liigutada vees lauätükki lapiti, siis õhus! Mis vahe on selles? Liiguta lauätükki lapiti vees ja õhus! Milline liigutamine tundub raskemana?

Peale hõõrdumise vastu alust mõjub kehade liikumisele takistavalt ka keskkond (õhk, vesi), milles liikumine toimub. Avatud vihmavarjuga õhus liikudes tunneme selgesti õhu takistust. Poolavatud vihmavarjuga liikudes takistab õhk vähem liikumist kui päris avatud vihmavarjuga. Siit järgneb, et mida suurem on liikuva keha läbilõik, mis risti on liikumissuunaga, seda suurem on ka takistus.

Joosta lahtise vihmavarjuga on raskem kui käia. Kiiresti sõitval autol avatud vihmavarju üldse hoida ei saa: õhu takistus purustaks vihmavarju. Siit näeme, et kiiruse suurenemisega suureneb ka õhu takistus. Samasugune takistus liikumisel esineb ka vees. Vee takistus liikuvale kehale on palju suurem kui õhu takistus.

K. — Millel põhineb langevarju tarvitamine? Miks ei jõua inimene vees joosta? Missugune on paadi, kala, laeva, linnu,

tsepeteliini kuju? Mis tähtsus on liikumisel veeloomade (hüljes, saarmas) lühikesel karval ja rasvaga kaetud nahal?

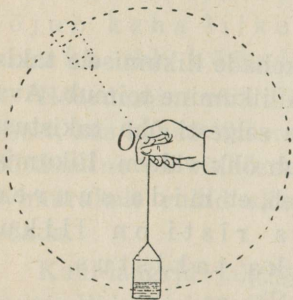
Keskkonna takistust liikumisel võib vähendada, kui anda liikuvale kehale piklik, eest ja tagant kiilusarnane kuju (näit. autode voolejoone kuju).

Kesk tõuke tung.

Seome tinatüki (kivi) nõõri otsa ja hoides nõõri vabast otsast keerutame seda siis käe ümber ringi; seejuures tiirleb tinatükk ümber käe ja tõmbab nõõri pingule. Tunname tungi, mis nõõri meie käest ära püüab kiskuda. Seda tungi nimetatakse kesk tõuke ehk tsentrifugaaltungiks.

K. — Kuidas muutub kesk tõuke tungi suurus, kui nõõri otsa paneme suurema raskuse? kui kiiremini keerutame? kui muudame nõõri pikkust? Kuidas lendab kivi, kui nõõr katkeb või käest lahti läheb?

Selle nähtuse seletus põhineb keha inertsil. Teame, et iga keha püüab alal hoida sirgjoonelist liikumist. Et keha sundida liikuma ringjoonel, selleks peame tõmbama teda kogu liikumise kestel ringjoone keskpunkti (meie käe) poole. Seejuures avaldab keha kesk tõuke tung vastupanu, tõmmates nõõri pingule. Seda tõmmet, millega nõõri kaudu kehale mõjume, nimetatakse kesk tõmbe ehk tsentripetaaltungiks.



Joon. 39. Kesk tõuke tungi toimel jääb vesi klaasi.

K. — Mispärast hoidub rattasõitja ümber nurga sõitmisel ringi sissepoole kaldu! Kuidas peab ennast karussellil (pöörkiigel) hoidma, et mitte maha kukkuda? Raudteekäänakuil on väline rööbas sisemisest natuke kõrgem. Mispärast?

Ü. — Seo teeklaas nõõri otsa ja kalla klaasi vett! Keeruta teeklaasi nõõripidi käe ümber (39. joon.)! Miks ei jookse vesi teeklaasist välja, olgugi et klaas ülalpool kätt on kummuli?

Kesktouke tung leiab kasutamist koorelahutajas (separaatoris).

Koorelahutajas pannakse koorimata piim trumli abil kiiresti tiirlema. Rasv, millest koosneb koor, on kergem kui lõss (koorevaba piim); seetõttu on rasvaosakestele mõjuv kesktouke tung väiksem ja nad kogunevad trumli keskkoha lähedale, kuna lõss trumli ääre poole tungib. Kumbki piimaosa voolab eri avade kaudu koorelahutajast välja.

Tsentrifugaaltungi kasutatakse ka pumpade ehitamiseks. Tsentrifugaalpumbas (40. joon.) tungib vesi seestpoolt väljapoole, mille tagajärjel tekib keskel õhuhõre ruum, kuhu torust R uus osa vett sisse tungib; see veeosa paisatakse omakord edasi, jne.

Tung ja selle mõõtmine.

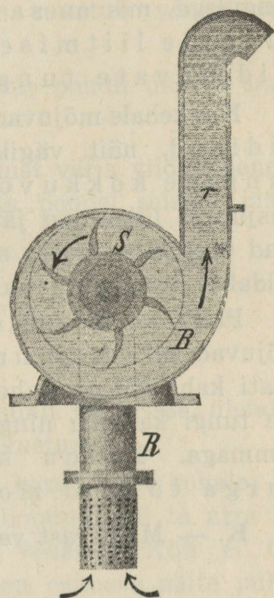
Käest lahti lastud pall langeb maha raskustungi mõjul; lõngakera põrandal hakkab veerema, kui kass teda käpaga lööb; vanker hakkab liikuma hobuse tõmbe toimetel; liikumapandud kehad jäävad seisma, sest hõõrdumine takistab nende liikumist. Põhjust, mis paigalseisva keha liikuma või liikuva keha seisma paneb, või mis liikumise suunda ja kiirust muudab, nimetatakse tungiks.

Tungid on väga mitmesugused: raskustung, inimeste ja loomade lihaste tung, hõõrdumistung jt.

Tungi iseloomustavad alati tema suund ja suurus. Nii on raskustungi suund püstloodis ülevalt alla; veduri tõmbetungi suund on rööbiti raudteerööbastega.

Hobuse tõmme vankrile on palju suurem kui inimese oma; veduri tõmme on hulga suurem hobuse tõmbest.

Tungi suurust saab mõõta vedrukaaludega. Vedrukaalude peaosaks on terasvedru, mis tungi toimetel pikeneb, kus-



Joon. 40. Tsentrifugaalpump.

juures see pikenemine on seda suurem, mida suurem on toimiv tung. Pikenemise järgi loemegi vedrukaaludelt tungi suurust.

Ü. — Kirjelda mõne nähtud vedrukaalu ehitust! Kinnita mingi mitte väga suure asja külge (lapsevanker, toolijalg) nõõri abil vedrukaal! Määra nüüd, kui suurt tungi on tarvis, et see asi põrandal liikuma hakkaks!

Ühele kehale võivad ühel ja samal ajal mõjuda rohkem kui üks tung.

Kui koorem vankril on liiga suur, siis rakendatakse vankrile ette kaks hobust. Sel puhul mõlemad hobused tõmbavad vankrit tungidega, mis on samasuunalised. Ühesuunaliste tungide liitmise tulemus on tung, mis võrdub liidetavate tungide summaga.

Kui kehale mõjuvad kaks tungi, mille suunad on vastupidised, näit. vägikaika või kõie vedamisel, siis nende tungide kokkuvõtte on võrdne tungide vahega, kusjuures liikumine järgneb suurema tungi suunas. On mõlemad tungid seejuures suuruselt võrdsed, siis jääb keha paigale: öeldakse, tungid on tasakaalus.

Palju keerulisem on nähtus, kui ühele ja samale kehale mõjuvad kaks tungi nurgil. Nagu näiteks juhtum, kui vedada paati kahe kõiega kahelt poolt kaldalt. Niisugusel juhul läheb osa tungi kaduma ning kogu mõju ei ole enam võrdne nende summaga. Ta on seda väiksem, mida suurema nurga tungid moodustavad.

K. — Mispärast veavad mõnikord rongi kaks vedurit?

Pendel.

Ü. — Valmista lihtne pendel! Selleks kinnita kuul niidi otsa, niidi vaba ots seo seinasse löödud konksu või naela külge. Mispärase suund on niisugusel pendlil tasakaalu puhul? Vii kuul tasakaaluseisust välja ja lase siis lahti! Mida näed?

Tasakaalust välja viidud pendli kuul liigub tagasi oma tasakaaluasendisse; kuid sinna jõudes liigub ta inertsit tõttu edasi, tõuseb uuesti teisel pool tasakaaluasendit kõrgemale, jääb sinna hetkeks seisma ja hakkab uuesti tagasi liikuma. Säärast pendli

liikumist nimetatakse v ò n k u m i s e k s. Pendli nööri pikkust nimetatakse pendli p i k k u s e k s. (Kui täpselt, siis tuleb nööriks veel $1\frac{1}{2}$ kuuli läbimõõtu juurde.) Ajavahemik, mille kestel pendli kuul liigub ühest kuuli äärmisest punktist teise äärmise punktini, nimetatakse pendli v ò n k e k e s t u s e k s.

Ü. — Valmista 3 ühepikkust pendlit ja kinnita nende otsa mitmesuguse raskusega tinakuulikesed! Võrdle nende pendlite vônkekestusi! Kas oleneb pendli vônkekestus pendli kuuli raskusest? Valmista 3 pendlit, mille pikkused on 11 cm, 44 cm ja 99 cm, kuid raskused kõigil ühesugused! Kuidas suhtuvad nende pendlite vônkekestused? Kuidas muutub vônkekestus pendli pikenemisega? — lühenemisega?

Katsed näitavad, et pendli vônkekestus pendli ühe ja sama pikkuse puhul ei olene muudest mõjudest.

K. — Mis jõud sunnib kord tasakaalust välja viidud pendlit edasi-tagasi liikuma? Miks siiski lõpuks pendel seisma jääb? Kus kasutatakse pendlit?

Töö.

Tööd teeme, kui tõstame kivi maapinnalt vankrisse, ületades kogu tõstmise ulatusel kehale mõjuva raskustungi.

Ka teeme tööd, kui lükkame laua või kapi teisele kohale; kui veame kaldale paadi; samuti teeb tööd hobune, kui ta atra või vankrit veab; tööd teeb ka vedur rongi vedades. Küll ei tule seejuures enam ületada raskustungi, nagu esimese näite puhul, vaid kehade hõõrdumist vastu mittesiledat pinda. Nii peame töö tegemisel alati ületama mingil teepikkusel takistusi, olgu see raskustung, hõõrdumine, inerts või muu.

K. — Millal teeme rohkem tööd: kas ületades takistust pikal või lühikesel teel? kas siis, kui tõstame vankrile puuhalge, või siis, kui tõstame sinna raskeid puupakke?

Tehtud tööhulka võime mõõta. M õ õ t e ü h i k u k s on see tööhulk, mis tehakse, kui 1 kg raskus tõstetakse 1 m kõrgusele. Seda ühikut nimetatakse kilo-

gramm-meetriks (kgm) ehk meeter-kilogrammiks (mkg).

1 kgm tööd tehakse, kui tõstetakse 1 kg 1 m kõrgusele; tõstetakse 1 kg 2, 3, 4... meetri kõrgusele, siis tehtud tööhulk on 2, 3, 4... kgm. Tõstetakse 1 kg 4 m kõrgusele, siis tehtud tööhulk on 4 kgm; tõstetakse aga 12 kg 4 m kõrgusele, siis tehtud tööhulk on $12 \cdot 4$ kgm = 48 kgm. Üldiselt leiame tehtud tööhulga, kui takistustungi korrutame tee pikkusega, mille ulatusel takistus ületati. Seega

$$töö = tung \text{ korrutatud teega.}$$

Töö tegemiseks kulub aega. Hobune võib koormat kas aeglaselt või kiiresti vedada. Sellest oleneb ajaühiku kestel tehtud tööhulk. Tööhulk, mida inimese või hobuse lihasel või masin teevad 1 sekundis, nimetatakse võimsuseks.

Võimsusühikuna tarvitatakse tihti hobusejõudu. Masina võimsus on 1 hobusejõud, kui ta igas sekundis teeb 75 kgm tööd. Hobusejõu mõiste võttis tarvitusele aurumasina leiutaja James Watt (loe: džeiims uot). Hobusejõudu tähistatakse harilikult tähtedega *HP*. Tegelikult keskmise hobuse võimsus on tunduvalt väiksem võimsusühikust „hobusejõud“.

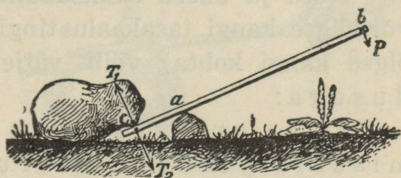
Ü. — Mitu kgm tööd tuleb teha 20 kg tõstmiseks 15 m kõrgusele? 40 kg — $\frac{1}{2}$ m kõrgusele? Kui palju teeb tööd 65 kg raske inimene, kui ta tõuseb mööda treppi üles, kusjuures trepiastmete arv on 30 ja astme kõrgus on 20 cm? Palju tuleb teha tööd, et kanda 10 pange (à 10 l) vett maja teisele korrale, mille kõrgus maapinnalt 5 m? Põllu kündmiseks tuleb teha 250 vagu pikkusega 80 m. Kui palju teeb hobune seejuures kündmisel tööd, kui ta tõmbab atra 150 kg tungiga? Viskamisel tõusis 100 g kivi 25 m kõrgusele. Kui palju tehti seejuures tööd? Mitme hobusejõuga töötab pump, kui ta tõstab 1 minutis 10 hl vett 9 m kõrgusele?

Lihtmasinad.

Töö tegemisel tarvitab inimene peamiselt käte ja jalgade jõudu. Kuid palja käega ei suuda meie palju ära teha. Et töötamine

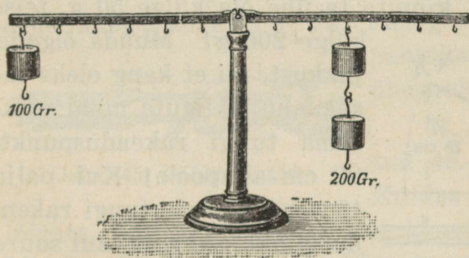
oleks hõlpsam, selleks kasutame peaaegu iga töö juures mitmesuguseid lihtsamaid või keerulisemaid töövahendeid — masinaid. Lihtsamad neist on: kang, pöör, plokk, kiil, kaldpind. Masinad võimaldavad meil paremini tööjõudu kasutada ning teevad töö kergemaks.

Kang. Raskete kivide, palkide tõstmine ja nihutamine nõuab nii suurt pingutust, et me seda paljaste kätega, ilma abinõudeta, teostada ei suuda. Kerge vaevaga võime seda teha aga kangi abil. Kangiks kõlbavad tugev kepp, latt, varb, palk jm. Et latti tarvitada kangina, näiteks kivi tõstmisel, siis pistame ta ühe otsa tõstetava kivi alla, väiksema kivi või puutüki paneme latile toeks alla (41. joonis). Kui nüüd lati vaba otsa allapoole surume, siis tõuseb kivi kõrgemale.



Joon. 41. Kahepoolne kang.

Punkt *a*, mille ümber kangi pööratakse, s. o. koht, millele kang toetub, nimetatakse kangi toetuspunktiks. Vahet toetuspunktist kangi otsani (punktini *b*), kus mõjub meie lihaste tung, nimetatakse tungiõlaks. Vahet toetuspunktist kangi teise otsani (punktini *c*), kus mõjub ületatav tung (kivi või mõne teise koormise raskus), nimetatakse koormiseõlaks. Kui mõlemad õlad on ühepikkused, siis on kang võrdõlgne. Punktid (*b* ja *c*), millele mõjuvad tungid, on nende tungide rakenduspunktid.



Joon. 42. Võrdõlgne kang.

Kangi tegevuse selgitamiseks tarvitame 42. joonisel kujutatud kangi. See on mõnekümne sentimeetri pikkune varb, mis pöördub ta keskkohal

asetseva toetuspunkti ümber. Mõlemad kangiõlad on jagatud ühesuurusteks osadeks. Asetame näiteks 100 g vihi kangi vasemale poolele 6. jaotise kohal oleva konksu otsa. Katse näitab,

et sel puhul kangi tasakaalustamiseks peame asetama ka kangi teisele poolele 6. jaotise konksu otsa 100-grammise vihi. Siit järgneb: võrdõlgne kang on tasakaalus, kui mõlemale õlale mõjuvad võrdsed tungid.

Asetame uuesti kangi ühe poole 6. jaotise konksu otsa 100-grammise vihi. Näeme, et kang on tasakaalus, kui asetada 200 g viht teise poole 3. jaotise konksu otsa, või 300 g viht 2. jaotise konksu otsa, või 600 g viht 1. jaotise konksu otsa.

Need ja teised samalaadilised katsed näitavad, et mitte-võrdõlgse kangi tasakaalu tingimust (mis on maksev ka võrdõlgse kangi kohta) võib väljendada järgmise kangi sea-dusega:

Kang on tasakaalus, kui koormise ja koormiseõla pikkuse korrutis on võrdne tungi ja tungiõla pikkuse korrutisega. Ehk lühemalt: kang on tasakaalus, kui tungide korrutised vastavate kangiõlgade pikkustega on võrdsed.

Tähistame koormise raskuse Q , koormiseõla pikkuse q , tungi P , tungiõla pikkuse p , siis tasakaalu korral

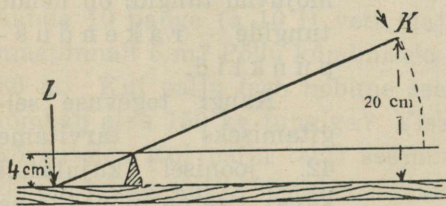
$$Qq = Pp.$$

Kui näiteks $Q = 200$ g, $q = 2$ dm, $P = 100$ g ja $p = 4$ dm, siis eelmise valemi põhjal saame

$$200 \cdot 2 = 100 \cdot 4.$$

Näeme, et kangi tasakaalu puhul on tung seda väiksem, mida pikem on ta õlg. Mis kasu on sellest kangi tarvitamisel?

Ü. — Võta mingi kang, kinnita ta ühe õla külge 50 g, teise



Joon. 43. Kangi tegevuse selgitamine.

külge 200 g! Muuda õlgade pikkust, nii et kang oleks tasakaalus! Liiguta nüüd väiksema tungi rakenduspunkti 20 cm allapoole! Kui palju tõuseb suurema tungi rakenduspunkt? Arvuta, kui suure tööhulga tegid mõlemad tungid ja võrdle neid! Muuda

käidud teed ja võrdle jälle kangi tehtud tööhulka otstel! Mida leiad?

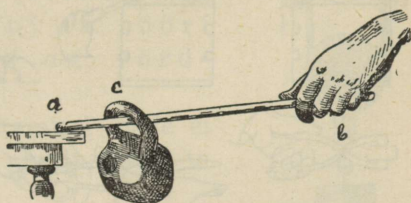
Joonisel 43 kujutatud kangile mõjub punktis L tung 500 g

ja punktis *K* 100 g. Üks õlg on teisest 5 korda pikem. Kas suudab *K*-le mõjuv tung kangi tasakaalustada? Kui suur on mõlema tungi poolt tehtud töö, kui kang jõuab tasakaaluasendisse?

Näeme, et kangi tarvitamisel ei ole võitu tööhulgas. Mis võidame tungi suuruses, seda kaotame tee pikkuses. Nende korrutis jääb muutumatuks.

Kirjeldatud kangi toetuspunkt asetseb rakenduspunktide vahel. Niisugust kangi nimetatakse kahepoolseks kangiks.

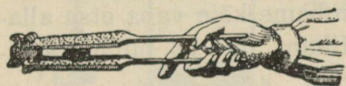
Paneme kepi otsa lauaäärele. Kepile riputame mingi koormise, näiteks raske vihi, võimalikult laua lähemale. Kergitades kepi vaba otsa, tõstame vihi üles. Tung, mida seejuures tarvitame, oli väiksem kui vihi raskus. Siin asetseb kangi toetuspunkt kangi otsas ühel pool tungide rakenduspunkti, mispärast seda ühepoolseks kangiks nimetatakse. Koormiseõlaks on siin kangi osa *a*-st kuni *c*-ni ja tungiõlaks osa *a*-st kuni *b*-ni.



Joon. 44. Ühepoolne kang.

Ü. — Kasutades vedrukaalu, tõenda, et ühepoolse kangi tasakaalu puhul on maksev sama seadus, mis kahepoolse kangi tasakaalu puhul!

Kang on igapäevases elus tähtsaim abinõu. Nii näiteks hari-likud kaalud pole muud midagi kui kahepoolne võrdsete õlgadega kang; käärid ja tangid on kahe kangi ühendus; päkklitangides (45. joon.) on kaks ühepoolset kangi liidetud.



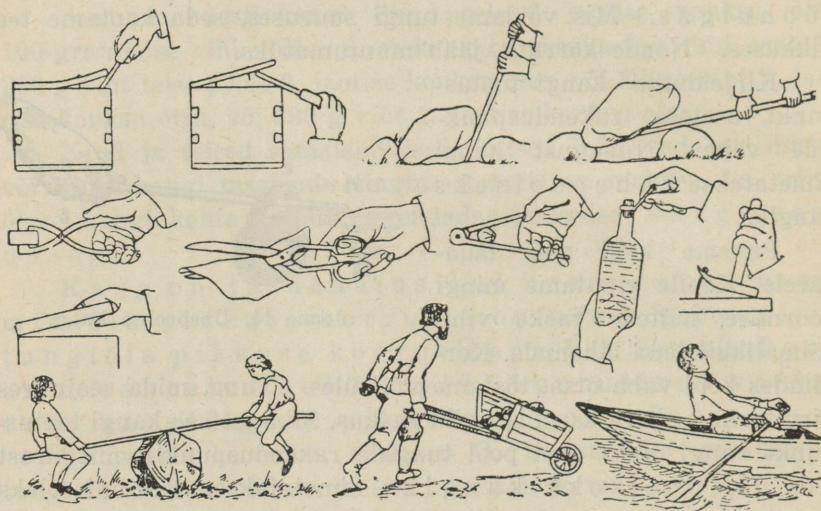
Joon. 45. Päkklitangid.

K. — Mis liiki kang on kujutatud 46. joon. igal üksikul joonisel?

Kuidas on kääridega kergem pappi lõigata, kas käariotstega või kruvi lähedal olevate osadega? Mispärast? Kuhu peame käru koorma asetama, et teda kergem oleks kanda? Missugust liiki kang on inimese käsi ning jalg? Kus on nende toetuspunktid?

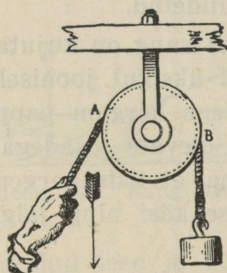
Ü. — Palk kaalub 200 kg; teda tahetakse kangiga üles tõsta; kangi tungiõlg on 0,5 m ja koormiseõlg 2 m pikk. Kui suurt

tungi tuleb tarvitada? Meie suudame kangi alla vajutada 75 kg tungiga. Tarvitatav kangi õla pikkuste suhe on 1 : 4. Kui suurt koormist võime selle kangiga tõsta?



Joon. 46. Mitmesugused kanged.

Plokk. On meil tarvis üles tõsta suuremat koormist, näiteks rasket viljakotti kuivatises, kive, palke ehitustel jm., siis võime seda teha sidudes koormise köie otsa ja tõmmates teda köie abil üles. Hõlpsam aga on seda teha muutes töötava tungi suunda. Juhime selleks köie läbi rõnga, mis on kinnitatud näiteks lae või palgi külge, ja tõmbame köie vaba otsa allapoole. Veel kasulikum on sel puhul tarvitada plokk i.



Joon. 47. Liikumatu plokk.

Ploki moodustab ketas ehk rull, mis oma telje ümber võib pöörduda; telg on hargi vahele kinnitatud. Ketta äärel on rennike ehk õnar, milles liigub nõör. Plokke on kahte liiki: liikumatu (47. joon.), kui hark on palgi või seina külge kinnitatud, ja liikuv, kui plokk ise võib vabalt liikuda (48. joon.). Liikumatus plokis käib nõör

üle ketta; nööri ühte otsa on kinnitatud ülestõstetav koormis, teisele otsale mõjub tung.

Ü. — Kinnita liikumatu ploki nööri ühe otsa külge mingi koormis ja vaata, kui suurt tungi on tarvis, et seda tasakaalustada! Korda seda mõne teise koormisega!

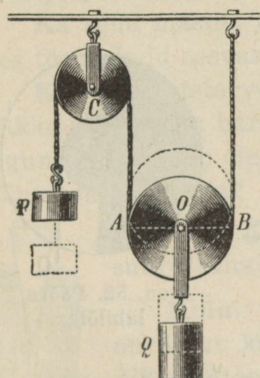
Katsetest järeldame, et liikumatu plokk on tasakaalus, kui ta nööri otstele mõjuvad tungid on võrdsed.

Seega liikumatu ploki tarvitamisel meie ei saa vähendada tungi, vaid võime ainult muuta ta suunda.

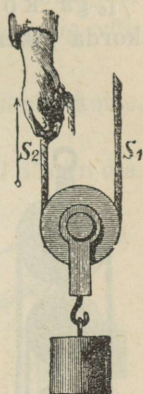
Ü. — Kinnita liikuva ploki hargi külge mingi koormis ja mõõda vedrukaaluga, kui suurt tungi on vaja selle koormise tasakaalus hoidmiseks!

Nagu katse näitab, saab liikuva ploki abil tungist kaks korda suuremat koormist tasakaalus hoida.

Joonisel 49 mõjub koormis ketta keskkohale (O); tungi rakenduspunkt on A -s ja toetuspunkt B -s. Seega võime ketta rõhtlābimõõtu vaadelda kui ühepoolset kangi.



Joon. 49. Liikuva ploki töö.



Joon. 48. Liikuv plokk.

K. — Mitu korda on üks kangiõlg siin teisest pikem? Kuna on säärane kang tasakaalus?

Liikuva ploki abil saame küll vähendada meie lihaste tungi 2 korda, kuid seevastu peame vedama köit ka kaks korda pikemal teel, nagu joon. 49 võib järeldada. Seega tööhulk, mis koormise tõstmisel ploki juures teeme, on võrdne tööhulgaga, mis teeksim, tõstes koormist otseselt, ilma ploki abita, samale kõrgusele.

Sageli ühendatakse mitu liikuvat plokki, et suuri koormisi tõsta; nii saadakse liitplokk (tali). Harilikult koosneb ta 3 liikuvast ja 3 liikumatust plokist (50. joon.).

Koormise raskus mõjub siin 6 nööri, millest igaüks $\frac{1}{6}$ koormisest kannab. Tasakaalustav tung võrdub siin $\frac{1}{16}$ -ga koormise raskusest. Seejuures peab aga nööri 6 korda pikemal ulatusel tõmbama, võrreldes koormise tõusmisega.

Ü. — Kui suurt tungi on vaja, et tõsta 2-tonnine koormis liitplokki abil, mis koosneb 2 liikuvast ja 2 liikumatust plokist?

Pöör. Kuidas kaevu ehitamisel tõstetakse välja muld? Kuidas hiivatakse laeva ankrud?

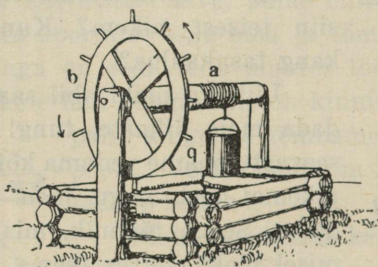
Pöör koosneb võllist ja rattast, mis on teineteisega kindlalt ühendatud ja ühise telje ümber pöörduda võivad (51. joon.). Ümber võlli käib nöör, mille otsas ripub ülestõstetav koormis; kettale mõjub tung vastupidises suunas ja hiivab koormise üles.

Vaadeldes pööra läbilõigust (joon. 52), kus r on võlli raadius, R ratta raadius, O võlli ja ratta keskpunkt, näeme, et pöör on õieti kahepoolne kang. Kui võllile mõjuv tung (koormis, raskus) on Q ja rattale mõjuv tung P , siis kangide seaduse põhjal pöör on tasakaalus, kui

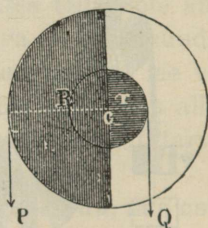
$$Qr = PR.$$



Joon. 50.
Liitplokk.



Joon. 51. Kaevu pöör.



Joon. 52. Pööra läbilõik.

Siit järgneb, et tasakaalu korral rattale mõjuv tung on koormise raskusest nii mitu korda väiksem, mitu korda on ratta raadius (läbimõõt) võlli raadiusest (läbimõõdust) suurem.

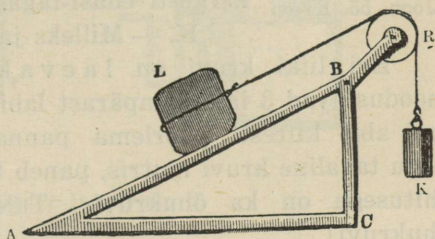
Ü. — Kui suur tung hoiab völliile mõjuvat 120 kg raskust tasakaalus, kui völli raadius = 10 cm ja ratta raadius = 50 cm?

K. — Milleks kasutatakse teil kodus pööra? Kas pööra tarvitamisel on võimalik kokku hoida tööhulgas? Milles meie võidame pööra tarvitamisel ja milles kaotame?

Kaldpind. Kuidas tõstetakse ja veeretatakse raskeid kotte, kive, vaate jm. vankrile? Miks ei tõsteta neid otse?

Raskustungi ületamisel tarvitatakse sageli kaldpinda. Kaldpinnaks võib olla kaldu pandud laud või puu, redel, katusekülg, mäkkeviiv tee, jõesäng jm.

Kaldpinna tegevust võime seletada täisnurkse kolmnurga abil (53. joon.), kus AB on kaldpinna pikkus ja BC — ta kõrgus. Et sel kaldpinnal koormist L üles vedada, on vaja kulutada jõudu.



Joon. 53. Kaldpind.

K. — Mida tuleb siin töötaval tungil ületada? Kuidas mõjub kaldpinna kõrgus koormist vedava tungi suurusle?

Katsed näitavad, et kaldpinnal koormis on tasakaalus, kui ta raskus suhtub tasakaalustava tungiga, nagu kaldpinna kõrgus ta pikkusega.

Ka selle masina abil võime väikese tungiga suurt koormist üles tõsta, kuid seevastu on tee pikem.

K. — Mis otstarveteks kasutatakse kaldpinda? Miks järsku märke viiv tee on harilikult käänakutega, aga mitte sirge? Missugune peab trepp olema (tema astmed ja kallak), et teda mööda hõlpus oleks liikuda?

Ü. — Kelgumäe kõrgus on 3 m, pikkus 75 m. Kui suure tungiga võib 5 kg kelku mäel kinni hoida?



Joon. 54.
Kiil.

Kiilu tegevus põhineb samuti kaldpinnal. Ta on liikuv kaksikkaldpind. Mida õhem on kiil ja mida pikemad on tema küljed, seda kergema vaevaga saame kiilu abil suuri takistusi ületada.

K. — Missuguse noaga on kergem lõigata, kas kitsateralise ja laiaseljalisega või laiateralise ja kitsa-

seljalisega? Missugune on puulõhkumise ja missugune puutahumise kirves? Millised hambad on sul kiilusarnased? Kus veel oled kiilusarnaseid liht-masinaid näinud?



Joon. 55. Kruvi.

Kruvi võib vaadelda kui kaldpinda, mis keerleb ümber silindri (joon. 55). (Vrd. keerd-treppi tavalise trepiga!) Sageli liigub kruvi ümber kruvimutter, mille õnarused vastavad kruvi käigule. Seetõttu liigub kruvi mutris kergesti edasi-tagasi.

K. — Milleks ja kus kohal tarvitatakse kruvi?

Eri liiki kruvi on laevakruvi ehk propeller. Selle moodustavad 3 laia omapärast labidat, mis aurumasina või mootori abil kiiresti pöörlema pannakse. Liikudes kiiresti vees nagu tavaline kruvi mutris, paneb ta laeva liikuma. Samasuguse ehitusega on ka õhukruvi. Tuleta meelde, kus tarvitatakse õhukruvi!

Kokkuvõte. Kõikide kirjeldatud lihtmasinate käsitlemisel nägime, et nende abil ei ole võimalik vähendada teatud töö tegemiseks vajalikku tööhulka. Võime küll sama töö korda saata väiksema tungiga, kuid seevastu on jälle tee pikem. Nii et tungi ja tee korrutis, mis võrdub töö hulgaga, jääb masinate tarvitamisel muutumatuks.

Soojusjõu kasutamine.

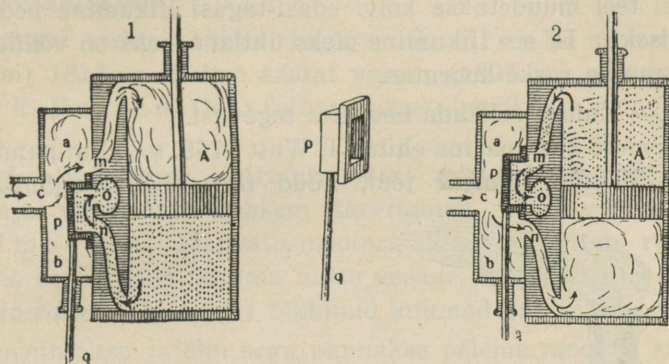
Aurumasin. Vististi oled näinud, kuidas aur tõstab katla kaant, kui katlas vesi keeb. Selgemini võime seda nähtust tähele panna järgmise katse juures.

Kallame katseklaasikujulisse plekktorusse pisut vett, suleme ta lahtise otsa korgiga ja hoides alumist kinnist otsa leegis ajame vee keema. Natukese aja pärast, kui torus on küllaldasel hulgal tekkinud auru, lendab kork suure jõuga pealt ära.

Aur, nagu teinegi gaas, püüab paisuda, mille tõttu ta avaldab rõhumist teda sisaldava anuma seinale. See rõhk kasvab auru temperatuuriga. Auru rõhu mõjul lendaski kork silindrilt.

Auru jõud leiab kasutamist aurumasinais. Aurumasinale tarvilik hulk auru tekitatakse aurukatlas. See on täiesti kinnine katel, valmistatud paksust raud- või terasplekist. Auru-

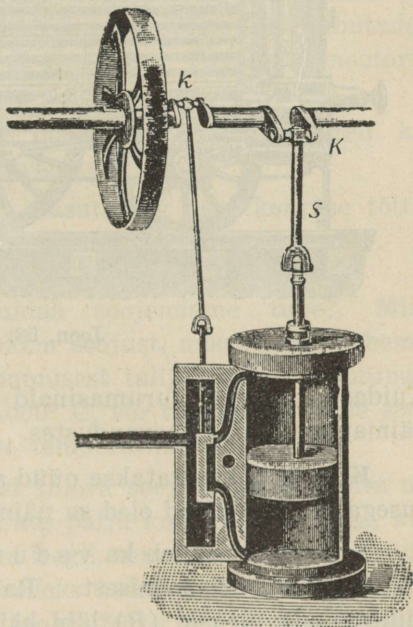
katel on varustatud kaitseventiiliga, mis hakkab katlast auru välja juhtima, kui rõhk üle lubatud piiri tõuseb. Auru-



Joon. 56. Aurusilinder ja aurukarp.

katlast juhatakse aur toru kaudu a u r u k a r p i (56. joon.). Auru-
karbist viivad kaks ava *m* ja *n* aurusilindrisse; ava *o* kaudu läheb töötanud aur välja. Auru-
karbis liigub a u r u j a o t a j a *p*, mis silindrisse viivaid ava-
sid vaheldumisi suleb ja avab. Aurusilindris liigub kolb *A*, mis
vända abil on ühendatud h o o-
r a t t a g a. Suleb aurujataja
alumise ava *n*, siis pääseb aur
toru *m* kaudu silindrisse ja
rõhub kolvi alla. Samal ajal
voolab kolvi all olev aur toru
n kaudu ja sealt ava *o* kaudu
välja.

Kui nüüd aurujataja üles
liigub nii, et ta katab kinni
ava *m* ja avab ava *n*, siis tun-
gib aur silindri alumisse otsa
ja rõhub kolvi üles, äratöötä-
nud aur ülalpool kolbi voolab



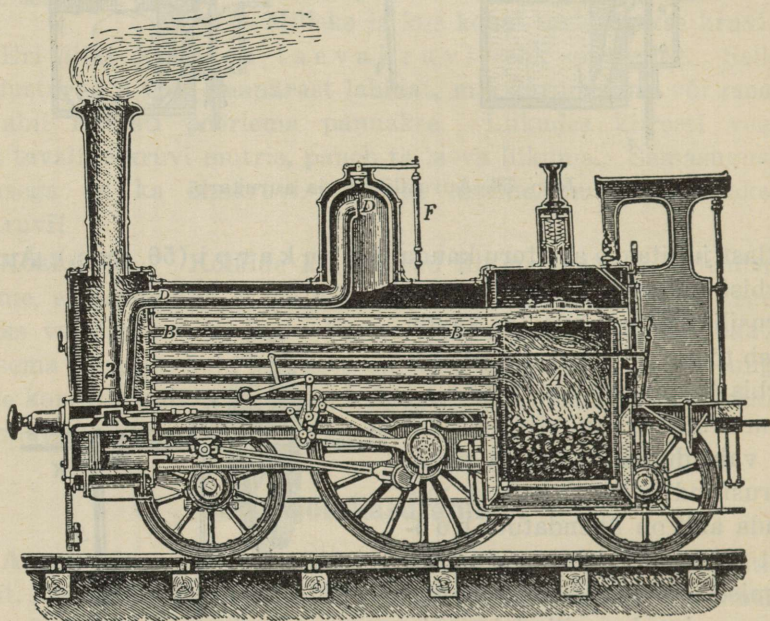
Joon. 57. Aurumasin.

toru *m* ja ava *o* kaudu välja. Kolvi küljes olev vânt *S* (57. joon.) ajab hooratta võlli ümber.

Sel teel muudetakse kolvi edasi-tagasi liikumine pöörlevaks liikumiseks. Et see liikumine oleks ühtlane, seks on võllile kinnitatud suur ja raske hooratas.

K. — Kuidas seletada hooratta tegevust?

Esimese aurumasina ehitas J. Watt 1769. a. Siin pandi aurujaotaja liikuma inimese jõul, nüüd teeb seda aurumasin ise.



Joon. 58. Vedur.

Kuidas? Esimesi aurumasinaid tarvitati jõuallikatena pumpade käimapanemiseks kaevandustes.

K. — Kus kasutatakse nüüd aurumasinaid? Kui suure võimsusega aurumasinaid oled sa näinud?

Aurumasin paneb ka veduri ja auriku liikuma. Veduri ehitus selgub 58. joonisest. Ratastele on asetatud aurukatel, millest hulk torusid (*B*) läbi käib. Torude vahel on vesi, mille kuumad toruseinad keema ajavad; tekkinud aur koguneb katla

ülemisse ossa (*D*) ja sealt toru kaudu silindritesse. Aur paneb silindrites kolvid liikuma ja need omakord panevad vântade kaudu rattad käima.

Esimese veduri ehitas inglane G. Stephenson (loe: stiivnsön) 1814. a. Seitse aastat varem (1807. a.) ehitas ameeriklane R. Fulton (loe: fultn) esimese auriku.

Plahvatusmootor. Aurumasina kõrval leiab jõuallikana viimasel ajal rohkem ja rohkem tarvitamist plahvatus- ehk gaasimootor. Plahvatusmootori silindris tekitab rõhumist ja paneb seega kolvi liikuma mitte veeaur, vaid bensiini auru ja õhu ühinemisel (põlemisel) tekkinud kuumad gaasid.

Bensiiniauru ja õhu segu pannakse põlema mootori silindris elektrisädeme abil, kusjuures see põlemine toimub plahvatustena, millest tulebki nimetus plahvatusmootor.

Plahvatusel kuumenenud gaasid paisuvad ja panevad niiviisi silindris oleva kolvi liikuma, see aga omakord paneb liikuma masina teised osad. Et plahvatusel kuumenevad ka silinder ja kolb, siis tuleb neid mootori käimisel vahetpidamatult jahutada. Jahutamine toimub külma vee või õhu abil. Tavaliselt mootoril on rohkem kui üks silinder, näiteks 4.

Bensiini asemel tarvitatakse plahvatusmootorites sageli ka petrooleumi, piiritust või valgustusgaasi.

Plahvatusmootor leiab suurt kasutamist oma kerguse tõttu autodel, mootorpaatidel, lennukitel ja mujal.

Soojushulga mõõtmine. Kuidas soojendame tube? Mis-sugused kütteained annavad rohkem soojust, missugused vähem? Kus on rohkem soojust, kas kuumusest tulipunaseks muutunud raudnaelas, mille temperatuur 1000° C, või raudahjus, mille soojus 100° C? Millega mõõdetakse temperatuuri?

Kogume piirituslambi leegist tuleva soojuse kolbi, milles on 100 g vett. Loeme taskukellalt, kui palju kulus selleks aega, kui vesi keema hakkas. Ajame samal leegil, samas keedupudelil nüüd 200 g vett keema. Näeme, et selleks kulub kaks korda rohkem aega ja ka soojust kui 100 g vee jaoks; 300 g vee keemaajamiseks läheks 3 korda rohkem aega ja soojust jne.

Soojushulka võime mõõta. Mõõteühikuks on võetud kalor, see on soojushulk, mis 1 g vett soojendab 1° C võrra; ehk soojushulk, mis saadakse 1 g veest, kui ta jahtub 1° C võrra. Sõna kalori asemel on tarvitusele võetud lühend cal.

1000 cal nimetatakse kilokaloriks (lühend: kcal).

Kui soojendatakse 1 g vett 1°, 2°, 3° ... võrra, siis kulub seks 1, 2, 3 ... cal soojust. Et soojendada 100 g vett 1° võrra, selleks kulub 100 cal soojust. Et soojendada 100 g vett 5° võrra, kulub selleks soojust: $5 \cdot 100 \text{ cal} = 500 \text{ cal}$.

Ü. — Kui palju on tarvis soojust, et soojendada 1 g vett 0°—40°? kui soojendada 400 g vett 0°—25°? kui soojendada 300 g vett 25°—60°? Kui palju on tarvis soojust, et soojendada 3 kg vett 16°—48°? Kui palju annab soojust ära 6 kg vett, kui ta jahtub 100° kuni 20°? Kui suure hulga vee temperatuuri tõstab 1° võrra 1 kcal?

Töö ja soojus. Mis toimub, kui kaht puutükki teineteise vastu hõõruda? Katsu noa tera, millega puud löikad! kirve tera, millega puid raiud! saagi, millega saed! Mida tunned? Tao haamriga rauda ja katsu neid siis! Mida tunned?

Need ja muud tähelepanekud igapäevasest elust näitavad, et töö juures tekib soojus, et töö muutub soojuseks.

Katsete abil on kindlaks tehtud, et 427 kgm tööhulk annab alati 1 kcal soojust. Seega 1 kilokalor soojust on üheväärne 427 kilogramm-meetri tööga.

Aurumasina puhul nägime, et ka soojusjõul võib tööd teha. Samasugune soojuse tööks muutumine toimub ka plahvatusmootorites. Nii ka soojus võib muutuda tööks.

K. — Kas muutub aurumasin ja plahvatusmootorid kõik antud soojus tööks? Kas tead mingit masinat, mille abil on võimalik muuta kõik antud soojus tööks? Missugustest küttematerjalidest saadud soojust muudetakse tööks aurumasinates ja mootorites?

Kütteinete kütteväärtusest. Kütteinete kütteväärtust otsustatakse selle järgi, kui palju üks või teine aine suudab soojust anda.

Alljärgnevas tabelis on antud mõne kütteaine jaoks tema kütteväärtus ühe kg aine kohta.

Aine nimetus	Kütteväärtus cal/kg
Kivisüsi	7500 — 8500
Põlevkivi	3000 — 4500
Turvas	2800 — 3500
Puu	4500
Bensiin	9500 — 10500
Piiritus	6000

Nagu sellest näeme, annab tahketest kütteainetest kõige rohkem soojust kivisüsi ja vedelatest kütteainetest — bensiin.

Keemilise jõu kasutamine.

Happed, alused ja soolad.

Happed. Millist hapet tarvitasime vesiniku saamisel? millist süsihappegaasi saamisel paest?

Kõigil hapetel on see ühine omadus, et nad sinise (või lilla) lakmuspaberipunaseks muudavad. Lahja lahusena on suuremal osal neist hapukas maik. Katsed näitavad, et iga hape sisaldab vesinikku. Metallid, nagu tsink, magneesium jt., tõrjuvad hapetest vesiniku välja. (Kuidas saime vesinikku?) Eriti tegev on magneesium, mille toimel vesinik igast happest eraldub. Peale vesiniku leidub peaaegu igas happes ka veel hapnikku.

K. — Mis eraldub, kui väävelhappele tsinki juurde lisada? Missugustel ainetel peale hapete veel on hapu maik? Millest see tuleb?

Ü. — Katsu lakmuspaberiga niiskeid samblalehti! katkilõigatud õuna! niisket turbamulda! Mida näed? Korda katset teiste taimede lehtedega ja teiste muldadega! Millisele järeldusele tuled?

Alused. Kuidas nimetatakse metallide ühendeid hapnikuga? Missuguseid neist tunned?

Viskame tükikese naatriumi vette. Katsume siis vett punase lakmuspaberiga. Mida näeme? Mis maik on vedelikul? Kuidas tundub ta näppude vahel?

Metallhapendeist lahustuvad vees ühed kergesti, teised raskesti. Kergesti lahustuvad naatriumi- ja kaaliumihapendid. (Kaalium on metall, mis väga sarnaneb naatriumiga.) Vees lahustuvad metallide hapendid teevad vee libedaks; lahustel endil on lääge maik. Neid nimetatakse alusteks. Naatrium ja kaalium, ühinedes vee hapnikuga vabastavad vesiniku; nende hapendid aga lahustuvad vees, andes naatriumi- ja kaaliumialused.

Kõik alused muudavad punase lakmuspaberi siniseks.

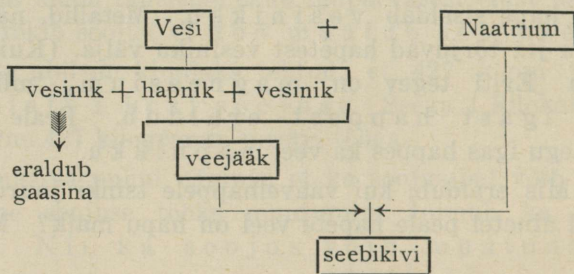
Naatriumi- ja kaaliumialuseid nimetatakse veel leelisteks.

Enam tuntud alused on seebikivi ja kustutatud lubi (ka lubjavesi). Puhtal kujul on nad valged, vees lahustuvad tahked kehad.

K. — Kuidas saadakse kustutamata ja kustutatud lupja?

Kustutamata lubi on metall kaltsiumi hapend. (Kaltsium on inglistinast pisut kõvem, kuid palju kergem valge metall.) Seega kustutatud lubi ja ka lubjavesi on kaltsiumialus.

Seebikivi saamist võib järgmiselt kujutada:



Seebikivi sööbiv mõju nahale ja riidele on palju suurem kui lubjal. Seepärast tuleb ettevaatlik olla selle tarvitamisel.

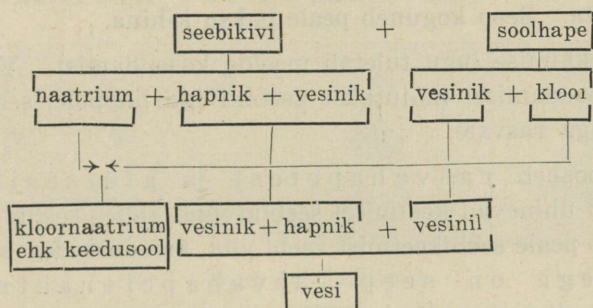
Ü. — Puuduta märjakstehtud punase lakmuspaberiga puutuhka, kustutamata lupja! Milliseks muutub lakmuspaber?

Võta punase peakapsa lehti! Murra käega õhemaids lehekesi (nuga ei või selleks tarvitada). Tambi nad portselanuhmris peeneks, lisa juurde destilleeritud vett ja kurna! Saad lilla vede-

liku, mis sisaldab isesugust värvainet. Selle vedelikuga täida 5 katseklaasi, mis aseta ritta. 3. (keskmine) klaas jääb kontrollimiseks, 2. klaasi vala tilk õige lahjat hapet, 4. klaasi õige lahjat leelist. Pane tähele värvi muutuvust! 1. klaasi vala nüüd pisut rohkem hapet ja 5. klaasi pisut rohkem leelist. Kuidas nüüd muutus värv? On rohkem katseklaase, siis pikenda seda rida. Kuidas mõjub hape ja kuidas leelis lillale taimevärvile?

Soolad. Valame seebikivi-lahusele vähehaaval lahjat soolhapet juurde, kuni lahus lakmuspaberi värvi enam ei muuda. Nüüd on kadunud lahusel nii happe kui ka aluse omadused. Tal on soolane maik, ta ei mõju enam ei sinisele ega punasele lakmuspaberile. Aurutame lahusest vee, siis jääb järele harilik keedusool. Happe ja aluse omadused kesendasid ehk neutraliseerisid teineteist. Toimingut ennast nimetatakse kesendamiseks ehk neutraliseerimiseks.

Kesendamiskäiku võib järgmiselt kujutada:



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

(Soolhappe osaine kloor on terava lõhnaga, kollakasroheline, õhust raskem gaas. Ta on väga mürgine. Kloori võib hõlpsasti saada kloorlubjast, millega tihti pesu pestakse, mõne happe toime.) Kesendades seebikivi süsihappega võime saada pesu- või söögisooda; kaaliumileelise kesendamisel süsihappega — potasi. Potasit leidub ka puutuhaleotises ehk libedas.

K. — Milleks tarvitatakse pesu- ja söögisoodat? Milleks potasit? Milleks tuhaleelist?

Sooli võib saada ka metallide lahustamisel hapetes. Seejuures asendab metall vesinikku, mis gaasina eraldub. Kui sellist lahust aurutada, jääb sool järele. Soolad on harilikult kesksed ehk neutraalsed kehad, mille lahused lakmuspaberi värvi ei muuda. Meie majapidamises ja tööstuses tähtsamaid sooli on: keedusool, pesu- ja söögisooda, salpeeter, maarjas, salmiaak, glaubrisool jt.

K. — Milleks tarvitatakse neid sooli? Mis sool on kips? paas?

Seebi valmistamine ja tarvitamine.

Seebi valmistamiseks võetakse rasva ja keedetakse seebikiviga. Pärast keetmist lisandatakse sulale seebile keedusoola ja lastakse seista. Seep koguneb peale paksu kihina.

Seebi tekkimise lugu tuletab meelde kesendamist. Vahe on selles, et kesendamisel mõjutakse seebikiviga happele, seebi valmistamisel aga rasvale.

Rasv koosneb rasvahapetest ja glütseriinist. Rasvahapped ühinevad keetmisel seebikiviga, andes seebi; glütseriini aga jääb peale seebikeetmist seebi alla, moodustades seebipära. Seega on seep rasvahapetenaatriumi sool. Koostiselt on ta palju keerulisem kui keedusool. Seep sisaldab vähemalt nelja ainet — süsinikku, vesinikku, hapnikku ja naatriumi; keedusool aga ainult kahte — naatriumi ja kloori.

Seebi keetmiseks võib tarvitada loomarasva asemel ka taime-rasvu ja õlisid.

Erilised seebisordid valmistatakse harilikust seebist, kusjuures viimasele lisandatakse aineid, mis seebile annavad mitmekesise värvi ja lõhna.

Seebi tarvitamine põhineb sellel, et seebivaht võtab endasse mustuse, mida siis veega kõrvaldatakse. Et seep hästi ja kiiresti puhastaks, peab ta palju vahtu andma.

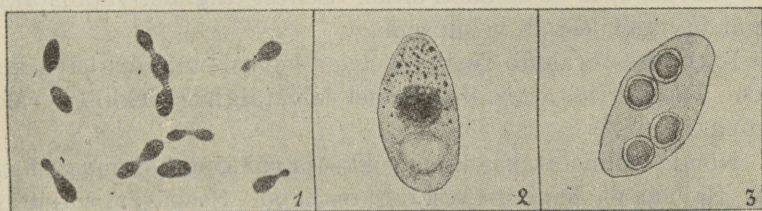
Pehmes vees vahutab seep paremini kui kõvas vees. Kõva vesi sisaldab lupja, mis pesemisel ühineb seebiga ja takistab teda vahutamast.

K. — Kuidas teha karedat vett pehmeks?

Ü. — Keeda seepi! Võta 25 g magedat rasva ja 5 g seebikivi. Seebikivi lahusta 100 g vees. Pane siis rasv ja 25 cm³ seebikivilahust keeduklaasi ja keeda nõrgal tulel, hästi segades ja aegajalt juurde lisades ülejäänud seebikivi-lahust! Keeta tuleb, kuni vedelik segamispulga küljest venima hakkab. Nüüd lisanda sinna 10 g ümber keedusoola ja keeda veidi aega veel! Seep koguneb vedeliku peale. Võta klaas tulelt ja lase seebil kõvaks hanguda! Proovi, kas su seep ka vahutab!

Käärimine.

Kallame pudelisse $\frac{1}{2}$ liitrit vett, lahustame selles 50 g suhkrut ja lisandame 2 g pärmi. Suleme pudeli korgiga, millest on läbi pandud kõver toru. Toru otsa juhime vette.



Joon. 59. Pärmiseen.

Soojas kohas muutub vedelik varsti pudelis sogaseks. Võime näha gaasimullikeste eraldumist kõvera toru kaudu. Kui juhime toru otsa aga lubjavette, siis muutub vesi eralduva gaasi mõjul sogaseks. Sellest järeldame, et tekkiv gaas on süsihappegaas. Mõne aja pärast lõpeb süsihappegaasi eraldumine ja vedelik muutub pudelis jälle selgeks. Sel vedelikul on tunda nüüd piirituse lõhna ja maitset, kuna suhkrumaik on kadunud.

Nähtust, mis toimus pudelis, nimetatakse käärimiseks. Käärimisel laguneb suhkur pärmi mõjul piirituseks ja süsihappegaasiks.

Pärm koosneb väikestest pärmiseeneketest (joon. 59). Neid võib näha ainult mikroskoobi abil. Pärmiseenekesed

tarvitavad oma toiduks suhkrut ja selle tagajärjel suhkur lagunebki piirituseks ja süsihappegaasiks. On vedelikus tõusnud piiritusehulk teatava protsendini (kraadini), siis surevad pärmiseened.

Käärimise nähtust kasutatakse kõigi alkoholiliste jookide valmistamisel ja leiva küpsetamisel.

Leiva valmistamine. Esiteks tehakse jahust ja veest taigen. See jäetakse sooja kohta seisma nii kauaks, kuni ta käärima ja hapnema läheb. Käärimise kutsuvad esile pärmiseened, mis õhust taignasse satuvad või mida juuretisena taignale lisandatakse.

K. — Mida lisatakse taignale, et ta paremini käärima läheks?

Hapu maigu annavad taignale piimahappebakterid, mis õhust taignasse sattudes selles leiduvast suhkrust piimahappe valmistavad, mille tõttu taigen siis hapuks läheb.

K. — Millest on need bakterid oma nime saanud?

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

Kuumuses eraldub süsihappegaas leivast, muutes leiva kohe-daks. Ka piiritus, mis käärimisel leivataignas tekkis, eraldub auruna.

Nõnda valmistatakse jäme rukki- ja rukkipüüli- (magushapu) leib. Sai aga ei ole maitsev, kui ta on hapu. Seepärast sõtkutakse saiaaignasse pärmivabrikus valmistatud pärmi, mille mõjul käärimine läheb kiiresti ja taigen ei jõua hapnema minna.

K. — Kui kaua hapendatakse rukkileivataignat? magushapuleiva taignat? Mitu tundi lastakse kerkida saiaaignal? Millest see aeg oleneb?

Veini ja piirituse valmistamine. Veini valmistatakse marjadest või puuviljast. Selleks pressitakse neist mahl välja ja lastakse käärima minna. Käärimist toimetatakse suurtes pudelites või puuvaatides. Mõnikord lisatakse käärimise kiirendamiseks pärmi juurde. Kui soovitakse saada teatud maitsega veini, siis lastakse veinimahl käärida vastava kultuurpärmiga. Sel korral tuleb veinimahl enne käärima panemist keema ajada, et hävitada õhust veinimahla sattunud metsikute pärmiseente mõju.

Enamik veine valmistatakse viinamarjadest.

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

Linnaseid saadakse odrateradest. Terad lastakse esiti idanema minna, siis kuivatatakse ja jahvatatakse peeneks. Idanemisel tekib odraterades isesugune aine, diastaas, millel on võime tärklisi suhkruks muuta.

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

Puhta piirituse saamiseks destilleeritakse puskarit erilises aparaadis, kust eralduvad viinapiirituse aarud kogutakse ja jahutatakse vedelaks piirituseks. Raskemini aaruvad kõrvalained jäävad aarutamisanumasse.

Piiritust kasutatakse puhastus- (desinfektsiooni-) vahendina, lakkide ja polituuride valmistamisel, ainete ja preparaatide säilitamisel, keemiatööstuses mitmel kujul jne.

Alkohol on joogina inimorganismile kui ka loomadele kahjulik.

Limonaadi valmistamine. Limonaad valmistatakse kas marjamahlast ja suhkrust või ainult suhkrust, mille lahusele lisandatakse kunstlikke maitse- ja värvaineid. Ühel või teisel teel valmistatud limonaadi vedelikule pressitakse pudelites rõhu all süsihappegaasi sisse.

Limonaad kuulub alkoholivabade jookide hulka.

K. — Missuguseid alkoholivabu jooke sa veel tunned? Kes on karsklased? Miks nad peavad võitlust alkoholiliste jookide tarvitamise vastu?

Liht- ja liitained.

K. — Milleks laostusid kuivdestilleerimisel turvas, põlevkivi, kivisüsi? Missugustest ainetest koosneb rauarooste? süsihappegaas? keedusool? seebikivi? seep?

Vett laostasime naatriumi abil vesinikuks ja hapnikuks, kusjuures hapnik ühines naatriumiga. Elektrivoolu abil võime laostada vett vesinikuks ja hapnikuks ning koguda mõlemaid gaase eraldi. Tekib küsimus, kas neid ei saaks veel mõneks teiseks uueks aineks laostada? Tänapäev pole seda ükski katse võimaldanud. Seepärast nimetatakse hapnikku, vesinikku ja teisi niisuguseid aineid, mida ei saa laostada enam lihtsamateks aineteks, lihtaineteks ehk keemilisteks elementideks. Lihtainete hulka kuuluvad seni tundmaõpitud ainetest peale vesiniku ja hapniku lämmastik, süsinik ja kõik metallid. Seni tuntakse looduses üle 90 lihtaine. Kõiki teisi aineid, nagu keedusool, seebikivi, suhkur, tärklis jm., mis koosnevad kahest või mitmest lihtainest, nimetatakse lihtaineteks ehk keemilisiks ühendeks.

K. — Milliseid lihtaineid sa veel tunnend?

Kõiki aineid võime liigitada kahte rühma: orgaanilised ehk elusas looduses ja anorgaanilised ehk eluta looduses esinevad ained.

Orgaanilised ained on näiteks suhkur, tärklis, rasv jt., mis tekivad taimede ja loomade kudedes. Neid võib ära tunda sellest, et nad süsinikku sisaldades kuumutamisel söestuvad.

Anorgaanilised ained esinevad eluta looduses, moodustades meie Maa tahke, vedela ja gaasilise osa.

Ü. — Märgi sinule tuntud ained kahte rühma, nii et ühes oleksid orgaanilised ained, teises anorgaanilised!

Magnetism.

Magnet. Rootsis, Norras, Venemaal ja mujal leidub maa-põues rauamaaki, millel on omadus tõmmata enda külge raua- ja terasetükke ning neid seal kinni hoida. Niisugust rauamaaki nimetatakse magnetrauakiviks ehk loomulikuks magnetiks. Magnet oli tuntud juba vanadele kreeklastele. Magnetrauakivi leidsid nad Väike-Aasias Magneesia linna lähedal, mille järgi hakatigi kutsuma seda isesuguste omadustega kivi magnetiks.

Külge puutudes loomulikule magnetile omandavad ka raud ja teras magnetilised omadused: nad tõmbavad ka endi külge raud-

ja terasasju. Eemaldame nad aga magnetist, siis kaotab raud silmapilkselt magnetilised omadused, teras seevastu hoiab saadud omadused alal. Sel teel on võimalik terast magnetiks muuta — magnetiseerida. Niiviisi magnetiseeritud terast nimetatakse kunstlikuks magnetiks.

Kunstlikkudele magnetitele antakse tavaliselt kas varva või hobuseraua kuju. Õhukesest terasplekist valmistatud piklikku, harilikult teravate otstega magnetit nimetatakse magnetnõelaks.

Ü. — Valmista kunstlik magnet! Aseta selleks terasvarb või -leheke (ka sulg, nuga) lauale ja tõmba mitu korda magneti ühe otsaga varva või lehekese keskkohast ta otsani, siis magneti teise otsaga terasvarva keskkohast ta teise otsani.

Proovi järele, kas magnet mõjub ka läbi paberi! klaasi!

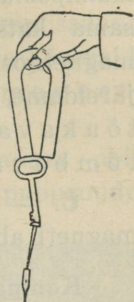
K. — Kuidas saad kokku korjata lauale või põrandale kukkunud rauapuru?

Magnetil poolused. Asetades magneti rauapurusse või peenikestesse raudnaeltesse näeme, et mitte kõik magnetiosad ei tõmba raud- ja terasasju ühe ja sama tugevusega külge. (Missugused magnetiosad neid tugevamini külge tõmbavad, missugused nõrgemini?) Magnetit otsi, kus külgetõmbetung on kõige suurem, nimetatakse magneti poolusteks.

Riputame magnetnõela niidi otsa või asetame ta teravikule nii, et ta vabalt võib oma keskkoha ümber pöörelda, siis võtab magnetnõel pärast mõningaid võnkumisi ühele ja teisele poole alati

kindla suuna, kusjuures üks poolus näitab põhja, teine lõuna poole. Seda poolust, mis on suunatud põhja, nimetame põhjapooluseks, seda, mis suunatud lõunasse, lõunapooluseks. Igal magnetil on seega kaks poolust, põhja- ja lõunapoolus. Neid märgitakse sageli tähtedega *N* (põhjapoolus) ja *S* (lõunapoolus).

Lähendades magneti põhjapoolust teravikul asetseva magnetnõela põhjapoolusele näeme, et magnetnõela poolus liigub magne-



Joon. 60.
Magnet.

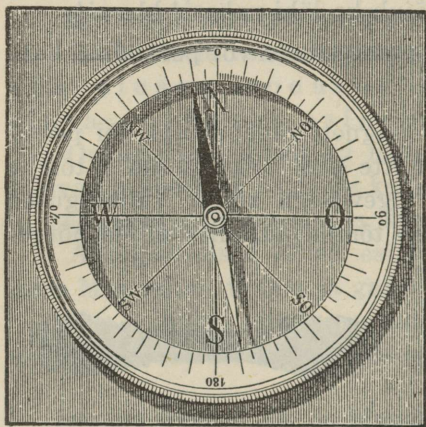


Joon. 61. Magnetil poolused.

tist eemale. Lähendame aga magneti põhjapoolust magnetnõela lõunapoolusele, siis liigub magnetnõel sellele lähemale. Korrates sama katset magneti lõunapoolusega näeme, et see tõmbab magnetnõela põhjapoolust ja tõukab selle lõunapoolust. Siit järeldame, et samanimelised magnetipoolused tõukavad teineteist eemale, isenimelised aga tõmbavad teineteist külge.

Ü. — Määra sinu poolt valmistatud magneti poolused teise magneti abil, mille poolused sul teada on!

Kompass. Teravikule asetatud magnetnõel, mis vabalt võib pöörelda, näitab alati põhja—lõuna suunda. Seda magnetnõela omadust kasutataksegi ilmakaarte määramiseks. Riista, mida seks otstarbeks tarvitatakse, nimetatakse kompassiks. Kompass koosneb ümmargusest karbist, mille keskkoha teraviku otsa on



Joon. 62. Kompass.

asetatud magnetnõel, nii et see vabalt võib seal pöörelda. Karbi põhja on joonistatud ilmakaarte jaotused. Tavaliselt on magnetnõela põhjapoolus värvitud siniseks.

Kompassi tarvitavad eeskätt merimehed laevade juhtimisel. Samuti kasutavad kompassi teekäijad rännakuil tundmatuis kohis, eriti siis, kui ei paista päike.

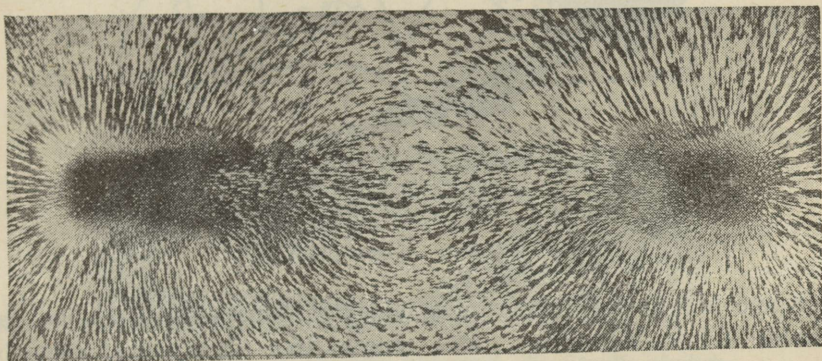
K. — Mis aimest võib valmistada kompassikarpi? Miks mitte rauast?

Ü. — Valmista magnetnõel ja määra tema abil ilmakaared! Kontrolli neid kompassi abil!

Magnetiväli. Magnetil mõju rauale ja teistele magnetitele avaldub juba eemalt. See mõju magneti läheduses on suurem, kaugemal nõrgem, teatud kaugusel seda mõju üldse enam ei ole märgata. Magnetil mõjupiirkonda nimetatakse magnetiväljaks.

Asetame valgele paberile magneti ja selle lähedale väikese kompassi. Magnetil mõjub kompassinõel seejuures kindla suuna. Liigutame magnetiväljas kompassi nii, et liikumissuund ühtiks kogu aeg kompassinõela suunaga, siis kujutame kõveraid, mis ühendavad magnetipoolusi; neid nimetatakse magnetitugjoonteks.

Magnetitugjooni võime nähtavaks teha rauapuru abil. Selleks asetame magneti lauale ja tema peale paneme pappruudu.



Joon. 63. Magnetiväli isenimeliste pooluste vahel.

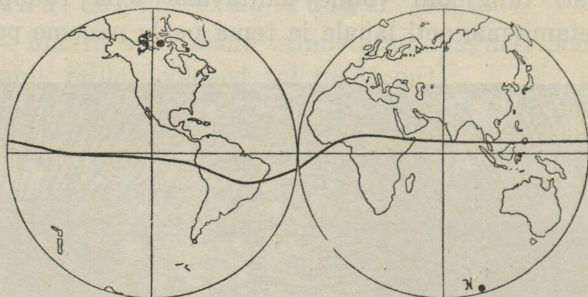
Papile puistame peenikest rauapuru (soovitav on seda teha läbi väikese sõela). Koputades nõrgalt sõrmega pappruutu tulevad magnetitugjooned selgesti nähtavale. Joonis 63 kujutab üht sel teel nähtavaks tehtud magnetitugjoonte pilti.

Ü. — Määra sinu poolt valmistatud magnetitugjoonte käik! Aseta kahe magneti isenimelised poolused teineteise lähedale mõne cm kaugusele ja tee nähtavaks siis magnetitugjooned! Aseta siis ühenimelised poolused teineteise lähedale ja tee nähtavaks magnetitugjooned! Mille poolust erinevad need pildid teineteisest?

Maa kui suur magnet. Magnetil lähedale asetatud väike magnetnõel näitab selle magnetitugjoonte suunda. Kompassinõel näitab aga igal pool kindlat suunda. Siit peame järeldama, et Maa on ise suur magnet, mille tugjoonte suunda näitabki kompass.

K. — Kus asetsevad Maa kui magneti põhja- ja lõuna-poolused magnetnõela näitamise järgi?

Maa magnetiliste pooluste asukoht ei lange kokku Maa geograafiliste pooluste asukohaga. Seetõttu ei näita kompassinõel täpset põhja—lõuna suunda, vaid kaldub pisut kõrvale. See kompassinõela kõrvalekaldumine on igal maal isesuurune, samuti muutub ta ka aja jooksul. Ilmakaarte täpsel määramisel tuleb arvestada kompassinõela kõrvalekaldumist. Maa magnetiline



Joon. 64. Maa magnetipoolused.

põhjapoolus asetseb Maa geograafilise lõunapooluse lähedal ja nimelt Lõuna-Viktoorias, Maa magnetiline lõunapoolus asetseb geograafilise põhjapooluse lähedal Põhja-Ameerikas (Boothia Felix'i poolsaarel).

Elekter.

Hõõrumiselekter.

Looduse suurepärasemaid nähtusi on äike. Pilvede vahel sähvatlevad välgud ja tungivad mõnikord ka maasse.

Ameerika teadusmees B. Franklin näitas, et välg on hiiglasuur elektrisäde, et ta on elekter.

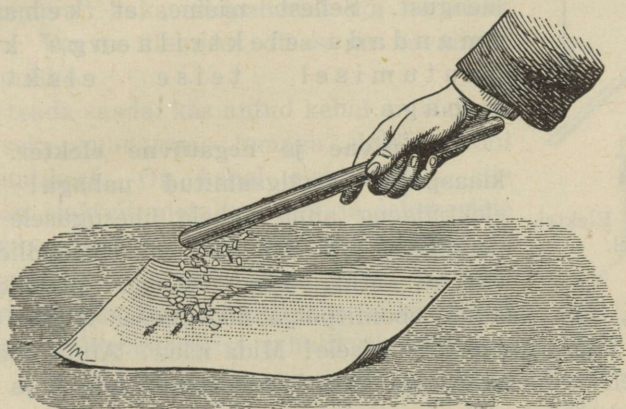
Elektrit saame ka kunstlikult tekitada.

Ü. — Hõõru villase riidega eboniidist valmistatud kammi või kirjalakipulka! Lähenda neid kuiva paberi või puusäsi tükikes-tele! Mida näed? Hõõru klaaspulka või lambiklaasi amalgaamitud naha või siidriidega! Lähenda pulgale sõrm või paberitükikesi! Mida kuuled? Korda sama katset pimedas! Mida siis näed?

Hõõrumisel said eboniitkamm, kirjalakk, klaaspulk isesuguse omaduse tõmmata endi külge kergeid kehakesi, tekitades see-

juures sädemeid ja raginat. Õeldakse, kamm, klaaspulk muutusid elektrilisteks. Elektrihulka elektrilisel kehal nimetatakse elektrilaenguks.

Katsed näitavad, et hõõrumise teel omandavad elektrilaengu paljud kehad, näiteks: merivaik, väävel, kirjalakk, kautšuk, siid-



Joon. 65. Villase riidega hõõrutud eboniitpulk tõmbab paberitükikesi külge.

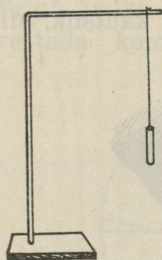
riie jt. Kirjeldatud nähtust panid tähele juba vanad kreeklased merivaigul. Merivaiku kutsutakse kreeka keeli elektroniks. Sellest ongi elektri nimetus tulnud.

K. — Mida kuuled, kui kammid juukseid eboniitkammiga? Mis on selle põhjuseks?

Ü. — Pane sooja ahju vastu leht ajalehepaberit ja hõõru teda siis villase kindaga või harjaga! Miks jääb paber ahju külge? Mida näed ja kuuled, kui pimedas toas paberi ahju küljest ära tõmbad?

Elektripendel. Valmista õhukesest siidpaberist (võib olla ka musta leedripuu säsi) väike torukujuline silinder. Seo see siidniidi otsa; niidi teine ots seo kõveraks-painutatud klaastoru või otsapidi klaastorusse pistetud kõvera traadi külge. Toru kinnita mingile alusele! Niisugust riista nimetatakse elektripendlik (66. joon.).

Ü. — Lähenda elektripendlile elektriline klaaspulk! Mida näed? Lähenda nüüd sellele pendlile teine pendel, millel pole veel elektrilaengut! Mis nüüd toimub?



Joon. 66. Elektripendel.

Elektripendel kokkupuutumisel klaaspulgaga omandas elektrilaengu; kokkupuutumisel aga teise pendliga andis ta ka sellele osa oma laengust. Sellest näeme, et keha võib omandada elektrilaengu kokkupuutumisel teise elektrilise kehaga.

Positiivne ja negatiivne elekter. Hõõru klaaspulka amalgaamitud nahaga! Saadud elektrilaeng anna kahele ühesugusele elektripendlile! Lähenda siis elektripendlid teineteisele! Mida näed? Laadi pendlid nüüd elektriga, mis saadud eboniitpulga hõõrumisel villase riidega! Lähenda jälle pendlid teineteisele! Mida näed? Anna nüüd ühele pendlile elektrilaeng klaaspulgalt, teisele eboniitpulgalt ja lähenda neid! Mida märkad?

Samasuguseid katseid korrates elektrilaengutega, mis saadud mitmesuguste teiste kehade hõõrumisel, leiame, et need kas tõukavad klaaspulga elektrilaengut ja tõmbavad eboniitpulga laengut või, vastupidi, tõmbavad klaaspulga laengut ja tõukavad eboniitpulga laengut.

Sellest järeldame, et on ainult kaht liiki elektrit: üks, mis tekib klaaspulgal, kui teda hõõruda amalgaamitud nahaga, ja teine, mis tekib eboniitpulgal, kui teda hõõruda villase riidega.

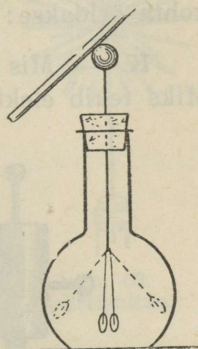
Klaasielektrit nimetatakse veel positiivseks, eboniidi-elektrit negatiivseks.

Kokkuvõttes saame seaduse: kaks ühenimelist elektrilaengut tõukavad teineteist eemale, kaks isenimelist aga tõmbuvad teineteise poole. On keha del võrdsed laengud isenimelist elektrit, siis kokkupuutumisel kaotavad nad elektrilised omadused.

K. — Miks puusäsi tükikesed, samuti elektripendel, alul elektrilisele kehale külge tõmbuvad, pärast aga eemalduvad?

Elektroskoop. Et teada, kas kehal on elektrilaeng või mitte, kasutatakse elektroskoopi. Ehituselt on nad väga mitmesugused, kuid kõik nad põhinevad nähtusel, et kaks ühenimelise elektrilaenguga keha tõukavad teineteist eemale. Üht niisugust elektroskoopi kujutab 67. joonis. Selle tähtsaimaks osaks on metallvarb, mis läbib eboniitkorgi. Metallvarva alumise otsa küljes ripuvad kaks siidpaberist või metallist lehekest. Varva ülemises otsas on tavaliselt metallkuulike.

Et teada saada, kas antud kehal on elektrilaeng, seks puudutame temaga elektroskoobi metallkuulikest. On kehal elektrilaeng, siis läheb osa elektrit metallvarvale ja lehekestele üle; need omandavad ühenimelised laengud ja eemalduvad teineteisest. Kui kehal puudub elektrilaeng, siis jäävad elektroskoobi lehekesed ka pärast külgepuutumist rahulikult rippuma.



Joone 67. Lihtne elektroskoop.

Ü. — Valmista endale elektroskoop! Võta selleks umbes 25 cm pikkune metallvarb, kinnita selle ülemise otsa külge kaks umbes 3 cm pikkust allapoole rippuvat lehekest, üks ühele poole, teine teisele poole. Metallvarva ülemisse otsa kinnita tinapaberiga kaetud puumuna. Selle järel võta tükk tahket parafiini ja puuri sellesse auk, kuid mitte põhjani. Sellesse auku aseta metallvarb lehekestega. Elektroskoop ongi valmis. Proovi sellega, missuguste kehade hõõrumisel tekib elekter!

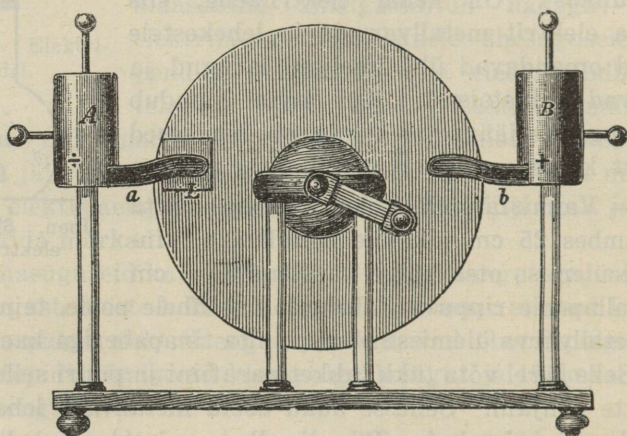
Elektri juhid ja mittejuhid. Puuduta laetud elektripendlit või elektroskoobi kuulikest käega! Mida märkad? Elektrilaeng kadus elektroskoobilt. Meie käe ja keha kaudu voolas ta maasse. Niisugust elektrilaengu äraviimist nimetatakse elektri maasse juhtimiseks.

Puudutades laetud elektroskoobi kuulikest vasktraadiga juhib ka see elektroskoobilt laengu ära. Samuti juhivad elektrit kõik teised metalltraadid. Seega kõik metallid on elektrijuhid. Elektrijuhtide hulka kuuluvad veel süsi, muld, taimed, loomad jt.

Kui puudutame laetud elektroskoobi kuulikest klaaspulgaga,

kirjalakiga, kummitoruga, siis ei kao elektrilaeng elektroskoobilt. Seega on need kehad mittejuhid ehk isolaatorid. Mittejuhtidest tähtsaimad on: eboniit, klaas, siid, väävel, kirjalakk, pigi, kummi, parafiin, portselan, õhk. Et elektrilaeng kehal säiliks, peab teda maast eraldama mittejuhtide abil. Seks on kõige kohasem elektriline keha asetada klaas-, kummi- või parafiinalusele. Sellise keha kohta öeldakse: ta on isoleeritud.

K. — Mis on isolaatoriks elektripendil, elektroskoobil? Miks tekib elekter hõõrumisel ainult mittejuhtidel?



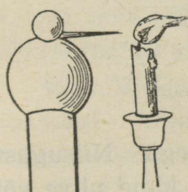
Joon. 68. Hõõrumiselektri-masin.

Elektrimasin. Tugevaid elektrilaenguid võib saada elektrimasina abil. Neid on mitu liiki; kõige lihtsam neist on hõõrumiselektri-masin, mida kujutab 68. joonis. Peajoontes koosneb masin klaaskettast, mida võib isoleeritud teljel vända abil ümber ajada. Klaasketta vastu suruvad metallklambrid *a* nahkpadjakesi *L*, mis on kaetud amalgaamiga. Pöörlemisel hõõrub klaasketas vastu nahkpadjakesi ja elektriseerib neid negatiivselt, kuna ta ise positiivse laengu omandab. Metallklambri *a* kaudu koguneb negatiivne elekter isoleeritud metallnupule *A*, mida nimetatakse konduktoiks. Positiivne elekter koguneb klaaskettalt metallhargi *b* kaudu teise konduktorisse *B*.

Et kehale elektrimasinalt anda elektrilaengut, seks on vaja keha esiteks isoleerida (klaas- või kummialusele asetada) ja ta siis metallketi või -traadi abil ühe konduktoriga ühendada. Teine konduktor peab maaga ühendatud olema, mida teha on lihtne, riputades konduktorilt keti või traadi lauale. Pannakse nüüd ketas pöörlema, siis koguneb üks liik elektrit antud kehale, teine aga läheb maasse.

Kirjeldatud elektrimasina abil võib hulga huvitavaid katseid korraldada.

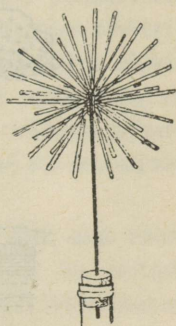
1. Lähendame laaditud konduktorile sõrme: konduktori ja sõrme vahel tekib säde, käes tunneme aga pistet.



Joon. 70.
Elektritruul.

2. Võtame traadi ja kinnitame tema ühte otsa kimbu paberiribasid, teise otsa pistame pudelikorki (69. joon.).

Ühendame nüüd traadi konduktoriga ja ajame masinat vändast ümber. Paberiribad tõukuvad teineteisest eemale. Miks?



Joon. 69.
Elektrisultan.

3. Kinnitame ühe konduktori külge terava otsaga traadi, lähendame traadi otsale põleva küünla ja ajame masinat vändast ümber; küünla leek kaldub teravikust eemale (70. joon.): tekib tuul.

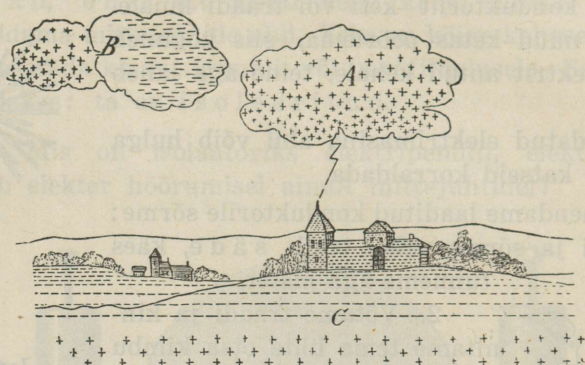
Välg.

Välg on suur elektrisäde. Seda tõendas ameerika teadusmees B. Franklin a. 1752 järgmiselt. Ta laskis äikese tulekul siidist tuulelohe kõrgele üles. Selle lohe ülemisse otsa kinnitas ta metallist teraviku. Lohe külge sidus kanepist nööri, selle otsa võtme, võtmest edasi läks siidnöör, mille otsa ta käes hoidis.

Äikese ajal sai kanepist nöör märjaks, hakkas seetõttu elektrit juhtima, teraviku kaudu kogunes elektrit nöörisse ja sealt võtmesse. Franklin sai niiviisi võtmest tugevaid elektrisädemeid.

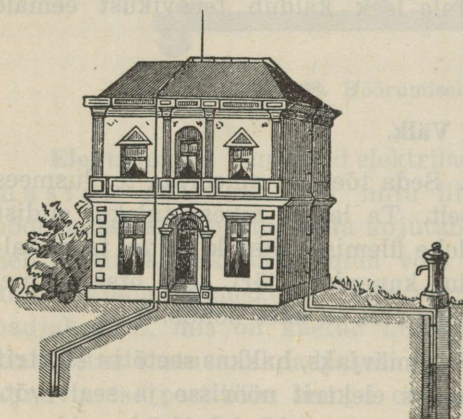
Õhus on alati elektrit, nii selge kui ka pilves ilmaga. Seejuures on pilved harilikult positiivselt, maa aga negatiivselt

elektriline. On pilvesse kogunenud väga suur elektrilaeng, siis tekib hiiglaelektrisäde, välg ehk pikne. Välguga üheaegne on alati müristamine, kuid et hääl levib palju aeglasemalt kui valgus, siis kuuleme müristamist pisut hiljem. Mõnikord on



Joon. 71. Välg.

välg niivõrra kaugel, et me müristamist ei kuulegi. Niisugust vätku kutsutakse pälguks. Välg võib tekkida kahe pilve või pilve ja maa vahel. Kui välg tekib pilve ja maa vahel, siis lööb ta sisse harilikult kõrgematesse kohtadesse.



Joon. 72. Piksevarras.

Piksevarras. Välg, tabades puid ja hooneid, purustab neid ja süütab põlema; inimestesse ja loomadesse sattudes lööb need surnuks või uimaseks.

B. Franklin, kes esimesena näitas, et välg on elekter, leiutas ka abinõu hoonete kaitsemiseks piksevarra. Piksevarras on jäme terava otsaga metallvarb. (Liiga peenike varb võib välgu mõjul kuumaks minna ja sulada.) Ta kinnitatakse

maja katusele või kirikutorni otsa ja ühendatakse juhtme kaudu maaga. Kuiv muld on halb elektrijuht; seepärast asetatakse juhtme ots kas sügavasse märga mulda või lähedalolevasse kaevu, et elekter paremini võiks levida ja laeng varda otsa ei koguneks. Kui piksevarda kohale ilmub äikesepilv, mis on näit. positiivselt elektriline, siis tõmbab ta enda külge maapinna negatiivse elektri; see läheb piksevarda teraviku kaudu õhku ja ühineb pilve elektriga. Nii jääb pikselööök tulemata või ilmub ainult nõrgal kujul. Piksevarras kaitseb ainult piirkonda, mille raadius võrdub piksevarda (vastuvõtmisosa) pikkusega. Suurtel hoonetel on seepärast mitu piksevarrast.

Varemini arvati, et piksevarda ülemine ots ei tohi olla roostene, mispärast see sageli oli kullatud. Uuemat ajal on leitud, et seda pole tarvis, sest rooste just hõlbustab elektri üleminekut piksevarda teravikust õhku.

K.— Millega seletada, et linnades pikseõnnetusi vähem juhtub kui maal? Missuguseid ettevaatusabinõusid tuleb pikseõnnetuste ärahoidmiseks tarvitusele võtta: 1) majas, 2) tänaval ja 3) lagedal väljal? Kas võivad maja lähedal kasvavad kõrged puud, kuused, männid jne. piksevarda aset täita?

Vooluelekter.

Elektri-taskulamp. Vaatle, millest koosneb elektri-taskulamp!

Taskulambi tähtsaim osa on elektripatarei. Patareist tulevad välja kaks vasest plekiriba. Neid plekiribasid nimetatakse patarei poolusteks.

Teine tähtis osa taskulambil on elektripirn, mis asetseb läätsekujulise klaasi taga. Elektripirn on väike klaaskuulike, milles asetseb vaevalt paljale silmale nähtav metallniit.

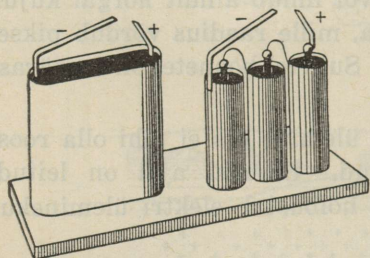
Ü.— Ühenda vasktraatide kaudu elektripirn patarei poolustega, nii et üks poolus puutuks kokku elektripirni alumises otsas oleva vaskvõruga, teine samas otsas oleva vasknupuga! Mida näed?

Metallniidi elektripirnis paneb hõõguma elektrivool, mille allikaks on elektripatarei.

Elektrivoolu võime võrrelda vee vooluga. Kahe veeanuma

vahel, milles veepinnad on eri kõrgusel, tekib alati vool, kui neid ühendada toruga. Ka elektrivool tekib ainult siis, kui ühendada patarei poolused metalljuhtmetega abil, ja lõpeb kohe, kui katkestame ühenduse nende vahel.

Ü. — Jälgi, kuidas toimub taskulambis elektrivoolu ühendamine ja katkestamine!



Joon. 73. Taskulambipatarei.

Element. Lõhu ära mõni tarvitatud taskulambipatarei ja vaata, millest ta koosneb!

Taskulambipatareis leiame kolm elementi. Neid vaadeldes näeme, et igal elemendil on tsinktoruke, mille keskel on söepulk. Elemendi söepulgale on alati nõrk positiivne, tsingil negatiivne elektrilaeng. Ühendades

neid metalltraadiga, tekib elemendis elektrivool. Seejuures voolusuund on söepulgalt tsingipulgale.

Elemendi söepulka nimetame positiivseks (+) pooluseks ehk positiivseks elektrodiks ja tsinktorukest — negatiivseks (—) pooluseks ehk negatiivseks elektrodiks.

Ü. — Vaata, kuidas on elemendid patareis isekeskis ühendatud! Vaata äralõhutud patareist, kumb plekiriba, kas pikem või lühem, on positiivseks pooluseks!

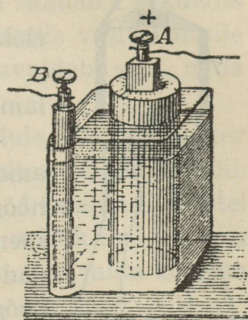
Tarvitatud elemendi tsinki vaadeldes näeme, et ta osaliselt on ära „põlenud“. Elektrivool elemendis tekibki keemilise energia kulul, mis vabaneb tsingi ühinemisel teiste elemendis olevate ainetega.

Peale taskulambipatareis esineva „kuiva“ elemendi on veel hulk teisi elemente, millest samuti on võimalik saada elektrivoolu. Kõiki neid nimetatakse galvaani elementideks. See nimetus on tulnud itaalia arsti L. Galvani nimest, kes esimesena (aastal 1789) avastas selle nähtuse.

Tihti leiab tarvitamist *Leclanché* (loe: lõklanšee) element. See koosneb salmiaagilahusesse asetatud tsingist ja söest; söe ümber on veel mangaaniülihapend. Süsi on siin positiivseks, tsink negatiivseks pooluseks.

K. — Mis elemendid on taskulambipatareis?

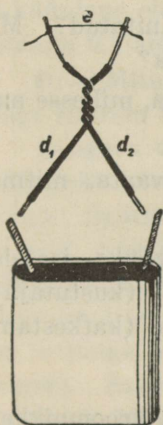
Ü. — Laadi kaks elektroskoopi, üks positiivselt, teine negatiivselt. Ühenda need siis metallvardaga, kusjuures hoia, et laengud käe kaudu maasse ei juhitaks. Mis juhtub siis nende laengutega? Mispoolust erineb siin esinev elektrivool elemendipooluste vahel esinevast voolust?



Joon. 74. Leclanché element.

Elektrivalgustus.

Hõõglamp. **Ü.** — Võta 2 tükki isoleeritud traati pikkusega umbes 8 cm ja keera nad keskelt pisut teineteise ümber, nagu 75. joonisel kujutatud; traatide 4 otsa puhasta noaga puhtaks. Kahe ülemise otsa vahele kinnita lühike ja väga peenike (umbes 0,1 mm läbimõõduga) raudnikeliin- või kroomnikkeltraat, mille otsad keri mitu korda ümber puhastatud vasktraatide. Puuduta traatide alumiste ots-tega taskulambipatarei pooluseid! Mida näed?

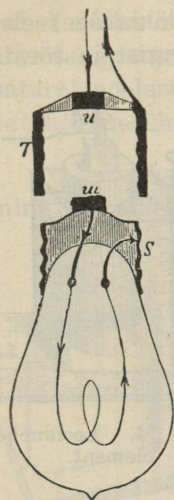


Joon. 75.
Voolu soojus.

Seda nähtust, et peenike traat helendub, kui vool teda läbib, kasutatakse elektrihõõglampide ehitamisel.

Elektri-hõõglambi (76. joonis) peaosaks on peenike söe- või metallniit (hõõgniit), mis paigutatud õhutühja klaaspirni (elektripirni). Hõõglambi niidid valmistatakse ainult niisugustest metallidest, mille sulamistemperatuur on kõrge. Viimasel ajal tarvitatakse selleks peamiselt volframtraati, mille sulamistemperatuur on üle 3000° C.

Et elektrilambi hõõgniiti helendama panna, juhitakse temast



Joon. 76.
Elektri-
hõõglamp.

läbi tugev elektrivool, mille mõjul traadi temperatuur tõuseb kuni 2000°C .

Vool juhitakse hõõglampi *p e s a* kaudu, kuhu elektripirn keeratakse nagu kruvi mutrisse.

Ü. — Jälgi joonise järgi elektrivoolu teed lambipesas ja pirnis!

Esimese tarvitamiskõlbliku hõõglambi ehitas ameeriklane Th. Edison. Edisoni hõõglambi hõõgniidiks oli peenike söeniit. Praegusel ajal söeniidiga hõõglampe enam palju ei tarvitata, sest nad kulutavad rohkem voolu kui metallniidiga hõõglambid.

K. — Miks on elektripirnid õhust tühjendatud või lämmastikuga täidetud? Mis paremus on elektrivalgusel võrreldes teiste valgusallikatega?

Vool elektriyaamast juhitakse tarvitajaile mööda jämedaid vasktraate, mida nimetatakse *p e a* - ehk *m a g i s t r a a l j u h t m e i k s*. Nende juhtmete puudutamine on *e l u k a r d e t a v*.

K. — Kuidas on juhtmed postide külge kinnitatud? Mis otstarve on isoleatoreil? Miks neid ei tohi rikkuda?

Tubased juhtmed on isoleeritud kummimähisega, millesse nad on paigutatud.

Ü. — Lõika isoleeritud traadi küljest tükk ja vaata, mitmekordne kummimähis on ta ümber!

Elektrihõõglambid lülitatakse vooluahelasse igaüks iseseisvalt, kuid alati lülitatakse sinna ka veel *l ü l i t i* (kustutaja). Lülitil abil süütame (ühendame voolu) ja kustutame (katkestame voolu) hõõglambid.

Elektrivoolu töö. Ü. — Vali paraja pikkusega kroomnikkel- või raudtraat, nii et ta taskulambipatareiga ühendatult vaevalt hõõguks. Nüüd ühenda niisama pikk traat *k a h e* taskulambipatareiga. Mida näed?

Kahe patarei elektrivoolu töövõime on seega suurem kui ühe patarei töövõime.

Kuidas mõõta elektrivoolu töövõimet? Et vastata sellele küsimusele, võtame appi mõned võrdlused. Jahu- ja saeveskites pannakse vesiturbiinid käima veejõul. Veejõud suudab 1 sekundis seda rohkem tööd teha, mida rohkem vett sekundis vesiturbiinile langeb ja mida suuremat rõhku ta turbiinile avaldab, s. o. mida kõrgemalt vesi turbiini langeb.

Sama seletust võib laiendada ka elektrivoolule. Voolav elekter elektrilampides, elekterkeetjates, elektrimootorites ja mujal võib seda rohkem tööd teha, mida rohkem voolab 1 sekundi kestel elektrit juhtmetest läbi, s. o. mida suurem on elektrivoolu tugevus, ja mida kõrgema rõhu all ta voolab, s. o. mida kõrgem on ta pingeline.

Elektrivoolu tugevuse ühikuks on amper. Riista, mille abil võib mõõta voolutugevust amprites, nimetatakse ampermeteriks. Elektripingeline ühikuks on volt. Pingeline mõõtmiseks tarvitavat riista nimetatakse voltmeteriks. Näiteks on taskulambipatarei iga elemendi pingeline ligi 1,5 volti, seega kõigi kolme elemendi pingeline patareis on kokku 4,5 volti. Voolutugevus on taskulambi patareis 0,2 amprit. Hõõglampide tarvis saadakse elektrijaamadest voolu pingega 110 või 220 volti. Harilik 25-küünlane elektri hõõglamp, mis põleb 220-voldise pingeline puhul, tarvitab 0,1-amprist voolu.

Ü. — Mitu korda on elektrivalgustuse tarvis mineva voolu pingeline suurem taskulambipatarei pingest?

Langeva vee töövõime 1 sekundis ehk võimsus võrdub vee kukkumise kõrguse ja 1 sek. kestel läbi voolanud vee hulga korrutisega. Samuti võime mõõta ka elektrivoolu võimsust, korrutades elektrivoolu pinget voolutugevusega. Võimsusühikuks on vatt. (See on niisuguse voolu võimsus, mille pingeline on 1 volt ja voolutugevus 1 amper.) Seega võimsus vattides = pingeline voltides $\times$ voolutugevus ampreis (vatt = volt $\times$ amper). Sageli tarvitatakse ka suuremat võimsusühikut kilovatti = 1000 vatti.

Et leida elektrivoolu poolt tehtud tööhulka teatava aja jooksul, seks tuleb vattide arv korrutada veel ajavahemikuga, mille kestel vool tööd tegi. Tarvitusele on võetud mõõta elektrivoolu poolt tehtud tööhulka kilovatt-tundides. Kilovatt-tund on tööhulk, mille teeb 1000-vatine vool 1 tunni kestel.

Ü. — Võrdle hõõgniidi pikkust tasku- ja hariliku elektrilambi pirnis!

Mida peenem ja pikem on veetoru, seda rohkem takistab ta vee voolamist, seda vähem pääseb 1 sekundis vett torust läbi. Samasugune lugu on ka elektri voolamisel traatides ja juhtmeis. Traadi takistus elektrivoolule on seda suurem, mida pikem ja peenem on traat. Seepärast ehitatakse igale pingele ka vastava hõõgniidi pikkusega ja jämedusega hõõglambid. Ka aine, millest juhtmed on valmistatud, mõjub takistusele kaasa. Nii on vasktraadil takistus palju väiksem kui raudtraadil. Seetõttu valmistatakse elektrivoolu juhtmed vasktraadist.

Ü. — Taskulambipatarei pingeline on 4,5 volti. Põlemisel tarvitab lamp 0,2 amprit. Kui palju vatte tarvitab taskulamp?

25-küünlane elektrilamp tarvitab 220-voldise pingeline puhul 0,1-amprist voolu. Mitu vatti tarvitab see lamp? Kui pika aja jooksul tarvitab see lamp 1 kilovatt-tunni?

Elekter-triikraud, elekterkeetjad. Nägime, et peenike kroomnikkeltraat hakkas hõõguma, kui ühendasime ta taskulambipatarei poolustega. Kui tarvitada kõrgemat pinget, siis võib hõõguma panna ka jämedamaid ja pikemaid traate, nagu seda nägime tavalises hõõglambis. Katsed näitavad, et soojushulk, mis tekib traatides voolu läbides, on seda suurem, mida suurem on voolutugevus. Ühe ja sama vooluallika puhul lühikesed ja peenikesed traadid kuumenevad voolu mõjul rohkem kui pikad ja jämedad traadid; seejuures soojeneb vasktraat vähem kui raud- ja kroomnikkeltraat. Veel oleneb soojushulk voolu kestusest: pikema aja kestel soojenevad traadid rohkem kui lühikese aja kestel.

Voolusoojus leiab kasutamist elekter-triikraudades ja elekterkeetjates. Elekter-triikrauda küttekehaks on vilkkiviplaadi ümber keritud kroomnikkeltraat, mis elektrivooluga kuumaks aetakse. Selle traadi pikkus ja jämedus on nii valitud, et ühendades teda vooluallikaga, kuumeneb ta paraja temperatuurini. Küttekehalt levib soojus mööda triikrauda laiali. Samasugused küttekehad on ka elekterkeetjates.

K. — Missugused paremused on elekter-triikraudadel ja elekterkeetjatel võrreldes tavaliste triikraudade ja keeduriistadega? Miks neid siiski vähe tarvitatakse?

Lühiühendus. Juhtmed, mille kaudu toimetatakse elektrivool elektrijaamast tarvitajaile, on võrdlemisi jämedad vasktraadid. Seetõttu ei tee nad peaaegu mingisugust takistust elektrivoolule. Pisut peenemad on need juhtmed, mis tarvitatakse tubades elektriseadistes; kuid ka nende takistus elektrivoolule on väga väike. Teisiti on lugu väga peenikese söest või metallist hõõgniidiga elektripirnis. Selle takistus elektrivoolule on väga suur.

Igas riistas, kus elektrivoolu tarvitatakse, on osa juhtmeid suure takistusega, mistõttu elektrivool neis kunagi liiga suureks ei tõuse.

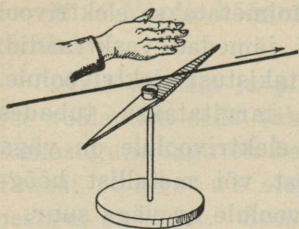
Kuid elektrivool võib tekkida ka otse elektrijuhtmete vahel, kui nad ühendusse satuvad mingi elektriseadise rikke tõttu või mõnel teisel põhjusel. Säärast ühendust nimetatakse lühiühenduseks. Niisugusel juhul kasvab vigastatud kohas elektrivoolu tugevus väga suureks. Juhtmed võivad ise hõõguma hakata ja põhjustada tulikahju tekkimist.

Kaitsmed. Et juhtmeid, lampe jm. lühiühenduse eest kaitseada, seks lülitatakse vooluahelasse kaitsmed, milleks on peenike (tina- või hõbe-) traat, mis kohe ära sulab ehk „läbi põleb“, kui voolutugevus tõuseb üle lubatud piiri. Peenike kaitsetraat paigutatakse harilikult padrunisse (kaitsekorki), mis keeratakse nagu elektripirn vastavasse pessa. Seega on kaitsme ehk kaitsekorgi vahetamine lihtne. Kõik elektriseadised on varustatud kaitsmetega.

K. — Mis tuleb teha, kui kaitsmed läbi põlevad? Kas kaitse kõrvaldab lühiühenduse tekkimise?

Elektromagnet.

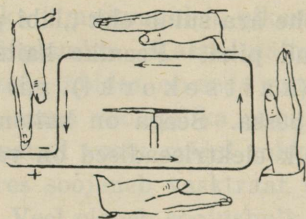
Elektrivoolu magnetiline mõju. Hoiame magnetnõela kohal voolujuhtme rööbiti nõelaga, kuid sellest pisut kõrgemal, nagu kujutatud joonisel 77. Niipea kui juhime voolu läbi kirjeldatud juhtme, kaldub magnetnõel oma tavalisest põhja—lõuna suunast kõrvale.



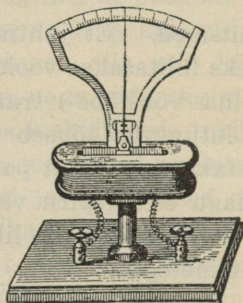
Joon. 77. Magnetnõela kõrvalekaldumine elektrivoolu mõjul.

dub magneti põhjapoolus sinnapoole, kuhu näitab põial (parema käe seadus). Katsed näitavad, et see kõrvalekaldumine on seda suurem, mida suurem on juhet läbiva voolu tugevus.

Galvanomeeter. Voolu mõju magnetnõelale võib suurendada, kui tõmmata voolujuhe mitu korda ümber magnetnõela, nii et



Joon. 78. Parema käe seadus.



Joon. 79. Galvanoskoop.

magnetnõel jääks voolujuhtme keerdude keskele. Seda kasutatakse galvanoskoopide ja teiste elektri-mõõduriistade ehitamisel.

Lihtsa galvanoskoobi moodustab kompassinõel, mille ümber on tõmmatud rida isoleeritud traadikeerde.

Tundlikumat galvanoskoopi kujutab 79. joonis. Selle galvanoskoobi magnet on osutiga varustatud ja võib kaalukangitaoliselt horisontaalse telje ümber pöörduda. Ta on asetatud paljudest keerdudest koosnevasse traatpooli. Niipea kui pooli

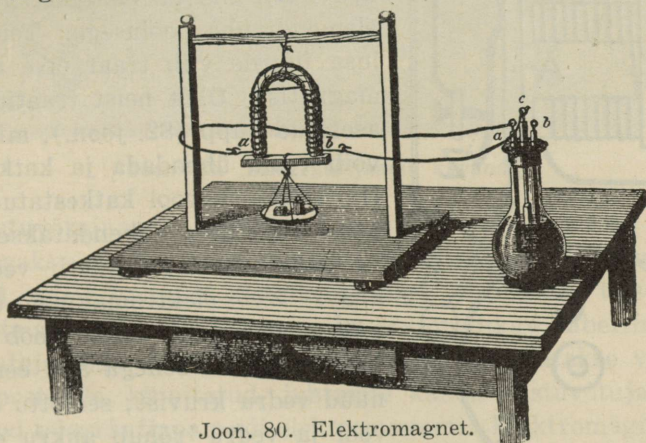
läbib vool, kaldub magnet oma tavalisest horisontaalsest tasakaalusuunast välja. Nii näitab galvanoskoop, kas juhtmes on voolu.

Galvanoskoopi, mis on varustatud astmikuga, millest võib lugeda voolutugevust, nimetatakse *galvanomeetrik*s. Galvanomeeter, mille astmikult võib lugeda voolutugevust ampreis, nimetatakse *ampermeetrik*s.

K. — Kuidas saab määrata galvanoskoobiga voolu suunda?

Ü. — Valmista endale lihtne galvanoskoop!

Elektromagnet. **Ü.** — Keri pehmest rauast valmistatud pulga ümber mitu keerdu isoleeritud vasktraati! Selle järel ühenda vabaks jäänud traadiotsad mingi vooluallikaga, näiteks taskulambi või galvaani elemendi poolustega! Lähenda siis seda voolu



Joon. 80. Elektromagnet.

keerdudega ümbritsetud raudpulka raudnaelte või rauapurule. Mida näed? Katkesta vool! Mis toimub nüüd raudnaelte või rauapuruga?

Raudpulk muutus elektrivoolu mõjul magnetiliseks. Nii-sugust magnetit kutsutakse *elektromagnetik*s. Elektromagnetite külgetõmme on palju suurem kui tavalistel magnetitel. Katsed näitavad, et elektromagneti külgetõmme suureneb juhtme keerdude arvu ja neid läbiva voolu tugevuse suurenemisega.

K. — Kui kaua püsib elektromagneti külgetõmme?

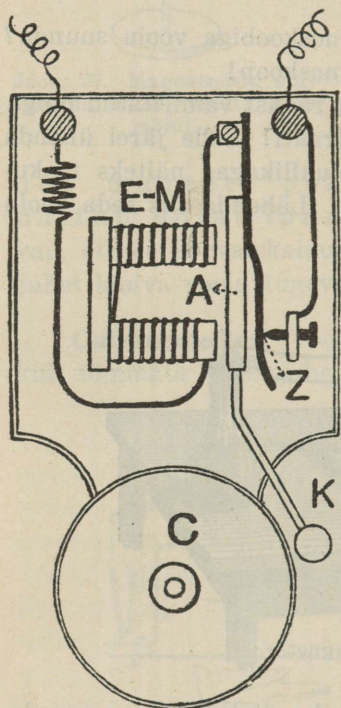
Ü. — Määra kompassi abil elektromagneti poolused!

Kui tarvitada elektromagneti valmistamisel raudpulga asemel teraspulka, siis säilivad magnetilised omadused viimases ka pärast

voolu katkestamist. Sel teel võimegi valmistada kunstlikke magneteid.

Elektromagnetid leiavad kasutamist elektrikellades, telegraafiaparaatides ja mujal.

Elektrikell. Elektrikella ehitust ja tegevust kujutab 81. joonis.



Joon. 81. Elektrikell.

Elektrikella tähtsamaks osaks on elektromagnet *E-M*. Elektromagnet pooluste lähedal on vedru külge kinnitatud kitsas raudplaat *A*, mida nimetatakse *ankruks*. Ankru küljes on vasar *K*. Vedru toetub vastu kruvi *Z*, mis ühendatakse galvaani elemendi ühe poolusega. Teise pooluse juurde viib traat otse elektromagnetist. Ühte neist traatidest on asetatud nupp (82. joon.), mille abil võib voolu ühendada ja katkestada. Harilikult on vool katkestatud. Nupule vajutades ühendatakse vool. Ta läbib elektromagnetit, vedru ja kruvi *Z*; elektromagnet tõmbab ankru külge ja vasar lööb vastu kella *C*. Ühes sellega aga eemaldus nüüd vedru kruvist; seetõttu katkeb vool ja vedru rõhub ankru endisse seisangusse, kruvi vastu, tagasi. Kruvi ja vedru puudutamisel pääseb vool jälle elektromagnetist läbi ja

vasar lööb uuesti kella. Niikaua kui nupule vajutatakse, liigub vasar kiiresti edasi-tagasi — kell kõliseb.

K. — Kus ja milleks tarvatakse elektrikella? Missugust elementi ja traati tarvitatakse elektrikella juures?

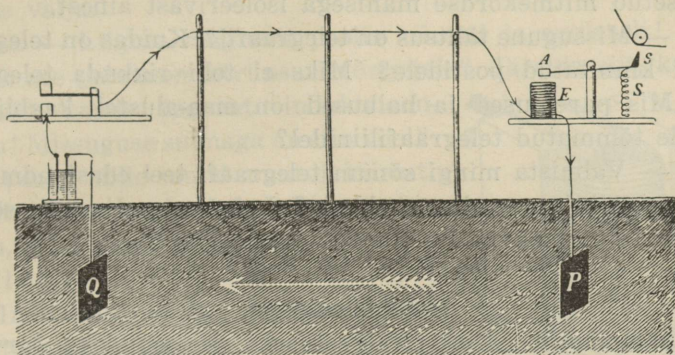
Ü. — Joonista skeem, kuidas elektrikella mitmest toast helisema panna!

Telegraaf. Milleks kasutatakse telegraafi? Telegraafijaama



Joon. 82. Elektrikella nupu läbilõige.

tegevust selgitab 83. joonis, kus ühel pool on saatejaam ühes vooluallikaga (galvaani elementide patareiga) ja võtmega ning teisel pool vastuvõtjaam sõnumeid üleskirjutava telegraafiaparaadiga. Võtme ülesandeks on voolu ühendada; see toimub võtme allavajutamisega.



Joon. 83. Telegraafiijaama kavand.

Vastuvõtjaamas oleva telegraafiaparaadi tähtsaks osaks on elektromagnet *E*. Elektromagneti lähedal on ankur *A*, mis kinnitatud kangikese külge. Kangikese teises otsas on pliiats või nõel. Pliiatsi teraviku ees on liikuv paberlint.

Saatejaamas võtme allavajutamisega ühendatakse vool, see läheb postidele kinnitatud juhtmete kaudu vastuvõtjaama ja läbib seal telegraafiaparaadi elektromagneti. Elektromagnet tõmbab ankru enda külge, vajutades seega pliiatsi liikuvale lindile. Katkestame voolu, siis tõmbab vedru *S* ankru magnetist eemale ning pliiats ei puuduta enam linti.

Vajutab telegrafist võtme alla ainult üheks hetkeks, siis on voolu kestus väga lühike ja pliiats märgib paberile täpi; hoiab telegrafist võtit pisut kauemini all, siis ilmub lindile kriips. Neist täppidest ja kriipsudest on koostatud telegraafitähestik. Seda tähestikku kutsutakse telegraafi aparaadi leiutaja ja tähestiku koostaja S. Morse'i (loe: mors) järgi Morse'i tähestikuks. Selle leiutise tegi ta 1832. aastal. Morse'i tähestiku järgi, näiteks,

A on —, B on — . . . jne.

Saate- ja vastuvõtjaamu ühendab ainult üks traat, kuna

teiseks ühendajaks on maa. Seepärast lähevadki mõlemas jaamas teised traadid maasse.

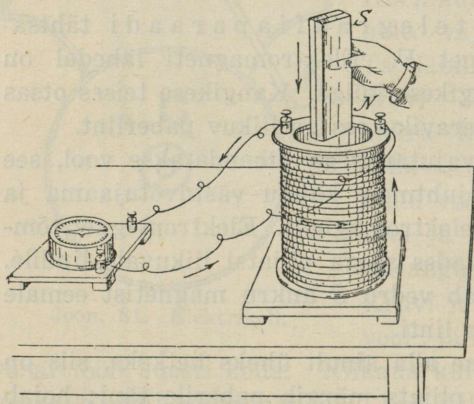
Üle mere telegrafeerimisel ühendatakse saate- ja vastuvõtjaamad kaablitega, mis lastakse mere põhja. Kaabel on veevõi maa-alune juhe; ta koosneb mitmest vasktraadist, mis on ümbritsetud mitmekordse mähisega isoleerivast ainest.

K. — Missugune tähtsus on telegraafil? Kuidas on telegraafitraadid kinnitatud postidele? Miks ei tohi rikkuda telegraafiliine? Mis paremused ja halbused on maa-alustel kaablitel ja postidele tõmmatud telegraafiliinidel?

Ü. — Valmista mingi sõnum telegraafi teel edasiandmiseks! Mida tuleb siinjuures silmas pidada? Leia, kui palju selle sõnumi saatmine tuleb maksma!

Induktsioonvool.

Dünamomasin. Elektrivaigustuseks ja muudeks tarveteks saame voolu elektrijaamas olevast dünamomasinast ehk dünamost. Et selgi-



Joon. 84. Induktsioonvool.

tada dünamo ehitust ja tegevust, seks korraldame järgmised katsed.

Võtame pooli, s. o. õõnsa rulli, mille ümber on hulk kerde isoleeritud traati; ühendame pooli traadi otsad vaskjuhtmete kaudu tundliku galvanomeetriga. Pistame poolisse magneti, siis näitab galvanomeeter voolu. See vool aga lõpeb kohe, kui meie magnetit enam ei

liiguta. Võtame magneti poolist välja, jälle näitab galvanomeeter voolu; ta osuti aga liikus nüüd teisele poole, seega tekkinud voolu suund on vastupidine eelmise voolu suunaga.

Voolu, mis tekib poolis magneti lähenemisel ja eemaldumisel, nimetatakse induktsioonvooluks. Eriti tugeva induktsioonvoolu saame, kui tarvitame selleks elektromagnetit.

Lähendamise ja eemaldamise asemel võib siin voolu katkestada või ühendada.

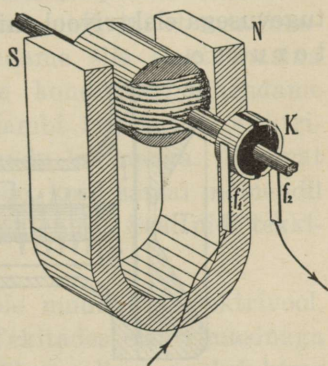
Induktsioonvool isoleeritud juhtmes tekib sellest, et liigutades magnetit või katkestades ja ühendades voolu elektromagnetis muudame kogu aeg nende ümber olevat magnetitingjoonte välja.

Ü. — Liiguta magnetit poolis kiiresti ja aeglaselt! Kuidas mõjub see galvanomeetri osuti võngetele? Järelda siit, kuidas on võimalik saada tugevat induktsioonvoolu! Missuguse suunaga on siin vool?

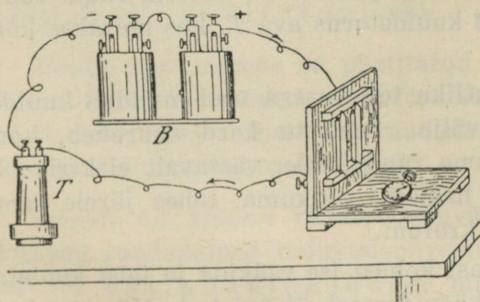
Voolu, mille suund muutub kiiresti, nimetatakse vahelduvvooluks; voolu, mille suund ei muutu — alalisvooluks.

Induktsioonvoolu nähtusel põhinebki dünamo tegevus.

Dünamo tähtsamaks osaks on ankur. See koosneb suurest hulgast isoleeritud traadi keerdudest. Ankur pannakse vee või auru abil kiiresti pöörlema tugevate magnetite pooluste vahel. Pöörlemisel muutub vahetpidamatult ankrut läbivate tungjoonte hulk, mistõttu ankru juhtmes tekib elektrivool. Suurtes dünamotes kasutatakse poolustena elektromagneteid.



Joon. 85. Dünamomasina skeem.

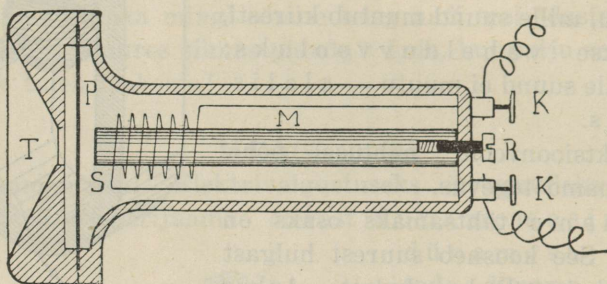


Joon. 86. Mikrofon; B — patarei, T — telefon.

Kui dünamo ankrust läbi lasta elektrivool, siis ankur, muutudes elektromagnetiks, hakkab pooluste vahel pöörlema; teda võib kasutada nüüd teiste masinate käimapanemiseks. See on elektrimootor.

K. — Millega erineb dünamo elektrimootorist? Millega erineb elementide elektrivool (galvaani vool) induktsioonvoolust?

Telefon. Milleks tarvitatakse telefoni? Telefoni kaudu kõneldes hoiame suu mikrofonis. Lihtsat mikrofonit kujutab 86. joonis. Siin on puulauakesele kinnitatud kaks sõepulka, mis on ühenduses elektripatareiga. Neile sõepulkadele tuginevad lõdvalt kaks teist sõepulka. Rääkimisel tekivad häälelained, mis panevad pisut liikuma ka sõepulki. Seetõttu puudutavad nad rohkem või vähem teineteist, mille tagajärjel pulgakesi läbiv elektrivool leiab kord suurema, kord väiksema takistuse. Tekib muutliku tugevusega elektrivool, mis juhitakse vastuvõtuaparaadi kuuldetorusse.



Joon. 87. Telefoniaparaadi kuuldetoru.

Kuuldetoru läbilõiget kujutab 87. joonis. Ta peaosaks on magnetipulk *M*, mille ühe otsa ümber on mähitud isoleeritud traat *S*. Traadi otsad on ühenduses mikrofonist tulevate juhtmetega kruvide *KK* kaudu. Mähisega pooluse ees asetseb õhuke raudplekk *P*. Raudpleki ees on kuuldetorus ava *T*, kus hoitakse kõrv telefoniga kõnelemisel.

Mikrofonist tulev muutliku tugevusega vool muudab kuuldetorus magnetitungjoonte välja. Seetõttu kord suureneb, kord väheneb magneti külgetõmme raudplekile, vastavalt elektrivoolu võnkumistele. Raudplekk hakkab võnkuma, tehes järele sama häält, mis kõneleja teeb mikrofonis.

Et võimalik oleks samast kohast ise rääkida ja teist kuulata, on mikrofon ja kuuldetoru käepidemega ühendatud. Märkuandmiseks, et soovitakse telefoniga kõnelda, on telefonis induktor.

Telefoni induktor on väike dünamomasin, mille ümberajamisel tekkinud vool juhitakse saateaparaadist juhtmete kaudu vastuvõtuaparaadi elektrikella, mis siis kõlisema hakkab.

K. — Missugune tähtsus on telefonil? Mitu traati läheb saateaparaadist vastuvõtuaparaati? Mis on telefoni-keskjaam? Miks ei anta telefoniühendust äikese ajal? Kuidas on telefon ise kaitstud äikese vastu?

Ü. — Kirjelda, kuidas võtad telefoniühenduse oma jaama piirides! kuidas kaugekõne!

Raadio. Kinnitame tuppä rööbiti kaks ühepikkust traati — antenni, isoleerides neid portselanrullide abil, nii et maaühendust ei tuleks. Ühe antenni otsa ühendame siis elektrimasina konduktoriga (või induktoriga); teise konduktori ühendame maaga. Teise antenni ühendame huumlambi (isesugune elektrilamp, mis tarvitab väga vähe voolu) kaudu ka maaga. Masinat ringi ajades tekib konduktorite vahel säde, kuid samal momendil hõõgub huumlamp, mis on hoopis teisel antennil. Seal pidi tekkinud olema elektrivool. Aga kuidas?

Konduktorite vahel tekkiv säde pole muud kui elektrivool, mille suund väga kiiresti vaheldub. Tekitades elektrimasinaga I antennis võnkuvat elektrivoolu, tekib ühes sellega voolujuhtme ümber magnetitungjoonte väli. (Tuleta meelde parema käe seadust!) See väli, ulatudes teise antennini, kutsub esile selles induktatsioonvoolu, mis panigi huumlambi hõõguma. Niisugust elektriennergia levimist nimetatakse elektromagnetilisteks laineteks. Neid laineid kasutatakse traadita telegraafi ja telefoni ehk raadio juures.

Raadio-saatejaamas on püstitatud isoleeritud elektrijuht — antenn. Selles tekitatakse mikrofoni abil võnkuv elektrivool, mis on siis elektromagnetiliste ehk raadiolainete allikaks; siit levivad nad igas sihis maailmaruumi laiali.

Samuti on antenn raadio-vastuvõtujaamas. Selles antennis tekitavad raadiolained induktatsioonvoolu; see juhitakse kas telefoni või valjuhääldajasse, mis raadiolained kuuldavale toob.

K. — Mis tähtsus on raadiol?

Hääl.

Hääle allikad. Kella helisemist kuuleme kõrvaga. Samuti kuuleme veduri vilet, tuule kohinat, inimese rääkimist, vee sulinat.

Kõik, mis meie kõrvaga kuuleme, nime-tame h ä ä l e k s. Nimeta veel mõnd häält!

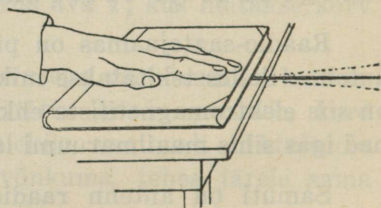
Iga häälenähtuse puhul võime tähele panna mingit keha, millest hääl tuleb, nagu näiteks helihark, viiulikeel, veduri-vile jm. Neid kehi nimetatakse h ä ä l e - a l l i k a t e k s.

K. — Mis on hääleallikaks pajupillis? pasunas? lõõtspillis? suuga vilistamisel?

Ü. — Võta peenike traat (või viiulikeel) ja tõmba pingule! Aseta sellele paberitükike, nii et ta traadi liikumisel ära ei tuleks, ja löö sõrmega vastu traati! Mida kuuled, näed? Lähenda helisev helihark väikese niidi otsa seotud kergele kuulikesele! Mida näed siin?

Kõik sellesarnased katsed näitavad, et helisevad kehad on kiires edasi-tagasi liikumises — võnku-mises. Seega kõik hääleallikad võnguvad.

Hääle kõrgus. Kinnita sukavarras (või mingi terasplaadike) ühe otsaga raamatu ja laua vahele (veel parem: kruustangide näpitsate vahele) nii, et suurem osa sellest välja ulatuks. Sukavarrast pisut painutades pane ta võnkuma! Mida näed, kuuled? Lühenda sukavarda vaba otsa ja pane uuesti võnkuma! Mida nüüd märkad?



Joon. 89. Terasvarda võnkumine.

Mida lühemaks teeme võnkuva sukavarda vaba otsa, seda kiiremini ta ka võngub ja seda kõrgema heli ehk tooni ta annab.

Muusikas tarvitatava normaalse *a* ehk *la* võnkude arv sekun-dis on 435.

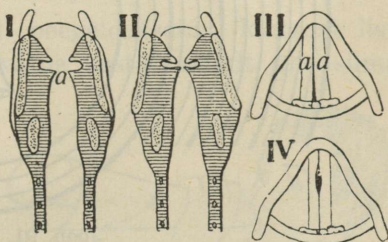
Ü. — Võta viiulikeel või peenike traat ja pane helisema. Tee kindlaks, kuidas muutub heli kõrgus keele pingul-olekust! Kuidas mõjub heli kõrgusele keele lühendamine ja pikendamine? Võta ühepikkusi mitmesuguse jämedusega keeli! Missugustel neist on kõrgem, missugustel madalam heli?

Hääle tugevus. Löö helihargiga tugevasti vastu lauda! Kuidas muutub hääl järk-järgult? Tee see nähtavaks tahmasel klaasil! Kinnita selleks helihargi ühe haru külge kitsas, otsast teravaks tehtud plekiriba. Tõmba sellega mööda tahmast klaasi kohe, kui helihargi võnkuma löid, ja siis, kui ta veel vaevalt kuuldavalt heliseb? Mis vahe on neil „hääle jälgedel“?

Sellest järeldame, et hääl on seda tugevam, mida suurem on võnkumise „laius“ ehk ulatus.

K. — Millal tekib viiulil, kandelil, pasunal tugevam, millal tasasem hääl?

Hääleorgan. Inimese kõris, risti üle selle, asetsevad kaks kurdu — häälepaela (90. joon.). Nende vahel on pilu, millest õhk hingamisel vabalt läbi pääseb. Kõnelemisel või laulmisel tõmbuvad häälepaelad pinguli; pilu nende vahel läheb kitsamaks; kopsust tulev õhk sealt nüüd läbi tungides paneb häälepaelad võnkuma — tekib hääl.



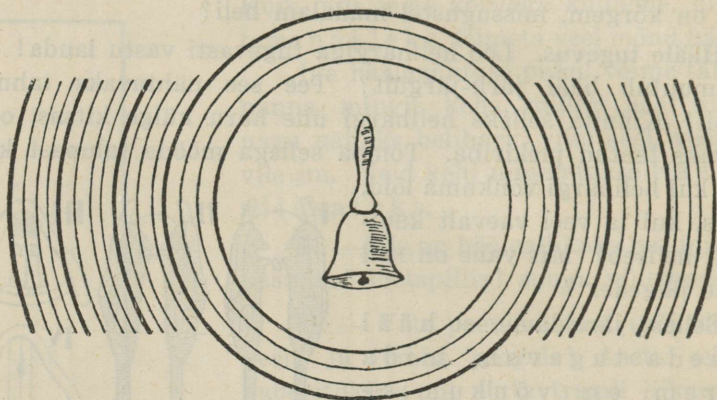
Joon. 90. Inimese hääleorgan. *a* — häälepaelad; I ja II — kurgu pikilõik hingamisel ja häälitsemisel; III ja IV — vaade ülevalt häälepaeltele madala ja kõrge tooni tekitamisel.

K. — Mis on „hääle murdumine“? Millal see sul oli? Miks ei tohi sel ajal laulda, karjuda? Kuidas „hääl ära läheb“? Mis vahe on häälepaeltel kõrge ja madala heli tekkimisel (90. joon., III ja IV).

Hääle lained. Viska vähe-lainetavale veepinnale puutükikesi! Vaata, kas nad liiguvad ühes velainega? Puuduta heliseva helihargiga veepinda! Mida näed?

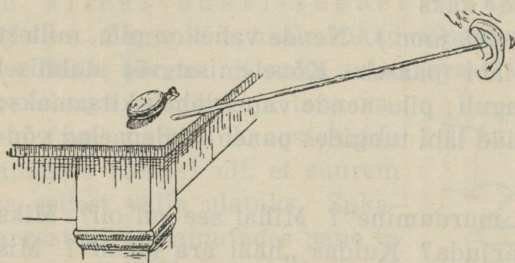
Samuti nagu vees, tekivad ka õhus heliseva keha võngetest lained (91. joon.). Need häälelained levivad helisevalt kehalt ruumi igale poole laiali. Satuvad nad kõrva, siis kuuleme häält.

Ü. — Pane taskukell lauale ja mine ise lauast nii kaugele, et kella tiksumist enam ei kuule! Võta siis pikk kepp, pane selle üks ots lauale, teine ots hoia kõrva vastu! Kas kuuled siis kella tiksumist?



Joon. 91. Häälained.

Hääl levib mitte üksnes õhus — ta võib levida ka teistes kehtades, nagu puus, rauas, vees ja mujal. Ainult tühjas ruumis ei ole häält.



Joon. 92. Hääl levib mööda puud.

Hääle kiirus. Enne kui kuuleme veduri vilet, näeme veduri vilest tulevat auru. Puu- või kiviraiujat eemalt vaadeldes näeme, et kirve (vasara) löögi hääl ei kosta meie kõrva ühel ajal löögiga, vaid pisut hiljemini. Need ja teised sarnased

tähelepanekud tõendavad, et hääl ei levi õhus mitte silmapilkselt, vaid tarvitab selleks aega. Täpsemad mõõtmised on näidanud, et hääl levib õhus kiirusega 333 m/sek.

Vedelikes ja tahkeis kehtades on hääle liikumise kiirus suurem kui õhus: vees — 1450 m/sek., rauas — 5000 m/sek., kuusepuus — 5100 m/sek. jne.

Ü. — Kui kaugel on meist äike, kui välgu ja müristamise vahel on 10 sekundit? Kui kaua aja pärast kuuleme müristamist, kui välg on meist 5 km kaugusel?

Kaja. Pane pall põrandal veerema! Mis juhtub, kui ta seinani jõuab? Kuidas muudab laine oma suunda, kui ta kalda vastu põrkab? Mida kuuled, kui metsa läheduses huikad?

Samuti nagu veerema pandud pall ja veelained, põrkavad tagasi ka hääle lained, kui nad langevad mingile takistusele (seinale, metsale). Seda häälelainete tagasipõrkamist nimetatakse hääle peegeldumiseks ehk kajaks.

K. — Kas võime kaja järgi peegeldusseina kaugust ligikaudu teada saada? Välgu sähvatus kestab ainult ühe silmapilgu, millega seletada müristamise kestust? Kui kaugel on sein, kui vile kaja alles 3 sekundi pärast kostab?

Kõne- ja kuuldetoru. Kõnetoru on lehttrisarnaselt laienev toru (93. joon.). Kui kitsamasse otsa kõnelda, siis tekkinud häälelained peegelduvad toru seintelt ja lahkuvad koondatult toru laiemast otsast. Hääle seetõttu kuuldub tugevamalt. Kõnetoru tarvitatakse peaaesjalikult laevadel, spordivõistlustel ja mujal.

Paneme torupeenema otsa kõrva juurde, siis saame kuuldetoru.

K. — Kes kasutavad kuuldetoru?



Joon. 93. Kõnetoru.

Valgus.

Valguse levimine. Pimedas ruumis ei näe meie midagi; tuleb aga kuskilt valgust sinna, siis näeme ümbritsevaid asju. Valgus on see, mis nähtavaks teeb meile ümbruse.

Paneme silmad kinni, siis ei näe meie enam ka valges midagi, seega tajume valgust ainult silmaga.

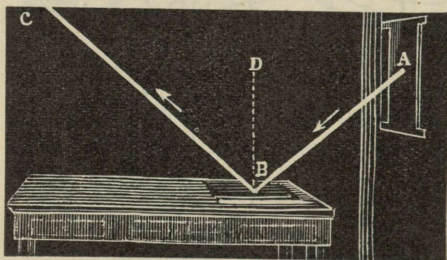
Tähtsamaks valgusallikaks on päike. Kui päike ei paista, siis tarvitame kunstlikke valgusallikaid, nagu petrooleumi-, gaasi-, elektrilampe jm.

Valgus levib kiirtena. Ta levimiskiirus (300 000 km/sek.) on niivõrra suur, et võrreldes seda maa peal esinevate kaugustega võime öelda: valgus levib silmapilkselt. Näiteks Päikeselt, mille kaugus Maast 149 500 000 km, jõuab valgus meile juba 8 minutiga.

K. — Kuidas seletada varju tekkimist? Mitu korda on valguse kiirus suurem kui hääle kiirus? kiirrongi kiirus?

Valguse peegeldumine. Tuleta meelde, mida nimetasime hääle peegeldumiseks!

Laseme läbi kitsa ava päikese või mõne teise tugeva valgusallika kiirte kimbul langeda peeglile, siis näeme, et kiired muudavad oma sihti peeglis, nad



Joon. 94. Langemisnurk võrdub peegeldumisnurgaga.

peegelduvad tagasi. Valguskiired teeme nähtavaks suitsu abil või papi tahvli abil, mille asetame nii risti peeglipinnaga, et valguskiired libiseksid mööda papi pinda. Olgu seejuures AB (94. joon.) langev kiir, BC peegeldunud kiir

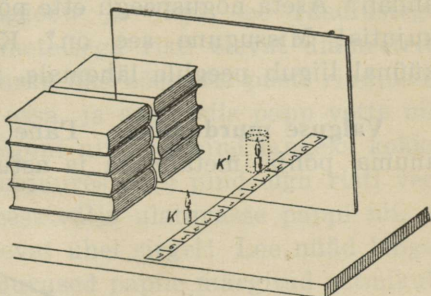
ja DB ristjoon peeglile kiire langemispunktist. Nurka ABD, mille moodustavad langevad kiired peegli ristjoonega, nimetatakse langemisnurgaks; nurka DBC, mille moodustavad peegeldunud kiired sama ristjoonega — peegeldumisnurgaks. Katsed näitavad, et valguse peegeldumisel: 1) langemisnurk võrdub peegeldumisnurgaga, ja 2) langev kiir, peegeldunud kiir ning ristjoon peeglile kiire langemispunktist on ühes ja samas tasapinnas.

K. — Kui langemisnurk on 10° , 20° , 40° , kui suur on siis peegeldumisnurk? Valgus langeb peeglile risti. Kuidas peegeldub ta siis tagasi?

Kujutis tasapeeglis. On valgust peegeldav pind tasane, siis nimetatakse teda *t a s a p e e g l i k s*, näiteks harilik peegel, vaikne veepind, poleeritud laud jm.

Ü. — Páne tähele enda kujutist tasapeeglis! Kus tekib kujutis ja kuidas muutub ta asukoht, kui peeglile lähened? kui peeglist eemaldud? Misugune on kujutise suurus võrreldes asja enesega?

Asetame mõõterihma (pabeririba cm-jaotistega) lauale. Risti mõõterihmaga seame ta keskkohale klaasruudu (95. joon.). Nüüd asetame klaasruudu ette mõõterihma kõrvale põleva küünla *K*. Klaasruudu pinnal



Joon. 95. Kujutis tasapeeglis.

näeme küünlaleegi kujutist. Asetame klaasruudu taha, sinna kohta, kus näib olevat küünla leegi kujutis, teise samasuguse ja niisama pika, kuid mitte põleva küünla *K¹*. Põleva küünla poolt vaadates näeme, nagu põleks ka teine küünal. Küünal *K¹* asetseb seega küünla *K* kujutise kohal. Mõõtes *K* ja *K¹* kaugust peeglist näeme, et need on võrdsed.

Tasapeegli ees oleva asja kujutis tasapeeglis on niisama kaugel peegli taga kui asi ise peegli ees ja mõlemad asetsevad joonel, mis on risti peegliga. Seda seadust väljendatakse veel nii: *a s i j a t a k u j u t i s* on sümmeetrilised *t a s a p e e g l i* suhtes.

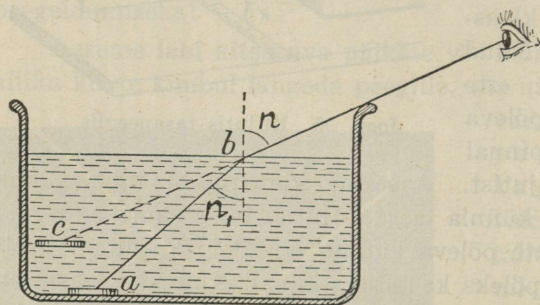
Enamasti kehade pinnad pole siledad. Niisugustelt pindadelt peegelduvad valguskiired igas sihis laiali. Karedad pinnad *h a j u t a v a d* valgust ega anna kujutisi.

Nõguspeegel. Nõguspeegel on osa kerapinnast, mille sise-mine pind on lihvitud, hõbetatud, nikeldatud jne. Kui asetame nõguspeegli ette valgusallika, näiteks põleva lambi või küünla, siis nõguspeeglil peegeldunud kiired ei haju, vaid peegel juhib nad otse tagasi. Seetõttu tarvitataksegi nõguspeegleid auto, veduri, jalgratta tulede taga.

Suuri nõguspeegleid tarvitatakse prožektorites ehk helgiheitjates. Prožektoreid kasutatakse tuletornides, laevadel ja mujal, kus tahetakse juhtida valgust õige kauge maa taha. Siin tarvitatakse õige tugevaid elektri-valgusallikaid.

Ü. — Hoia nõguspeegel näo ees! Missuguse kujutise ta annab? Aseta nõguspeegli ette põlev küünal! Katsu leida küünla kujutis! Missugune see on? Kuhu poole nihkub kujutis, kui küünal liigub peeglile lähemale, peeglist kaugemale?

Valguse murdumine. Pane kõrge kausi või mingi teise anuma põhja metallraha ja astu ise kausist nii kaugele, et ta



Joon. 96. Kiirte murdumine.

serva tagant näha oleks ainult raha üks serv! Lase kedagi vett ettevaatlikult kaussi valada nii, et raha paigale jääks! Mida nüüd näed?

Raha näib olevat tõusnud põhjast kõrgemale (96. joon.). Kuid ometi raha asukoht ei ole muu-

tunud. Et raha nüüd silmale nähtav on, seletame sellega, et valguskiired veest õhku minnes muutsid oma suunda. Nähtust, kus valguskiired ühest keskkonnast teise tungides oma esialgset suunda muudavad, nimetatakse valguse murdumiseks.

Nurka n_1 langenud kiire ja keskkondi lahutavale tasapinnale tõmmatud ristjoone vahel nimetame langemisnurgaks, nurka n murdunud kiire ja ristjoone vahel — murdumisnurgaks. Katsest näeme, et kui valguskiir läheb veest õhku, siis langemisnurk on väiksem kui murdumisnurk.

Lase päikese (või mingi teise tugeva valgusallika) kiired läbi kitsa ava langeda viltu vette, mis valatud klaasnõusse! Asetades papptahvli rööbiti kiirtega, nii et kiired pappi mööda libiseksid, võid sellel joonistada kiirte langemis- ja murdumisnurgad ja võrrelda neid isekeski.

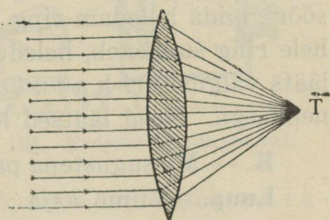
Katse näitab, et nüüd on langemisnurk suurem kui murdumisnurk. Valguskiir, kui ta läheb hõredamast keskonnast tihedamasse (õhust vette), ligineb langemistäpist tõmmatud ristjoonele, kui ta aga läheb tihedamast hõredamasse (veest õhku), siis kaugeneb ristjoonest.

Ü. — Joonista papile ringjoon ja jaga see raadiustega 5°-lisiks osiks! Eralda kaks teineteisega risti olevat diameetrit, kujutades neid laia joonega! Torka üks nõõpnõel püsti ringjoone kesktäppi, teine ringi alumisse ossa, ja aseta siis papp vette nii, et vesi ulatuks ringjoone kesktäpini ning veepind langeks kokku ühe joonistatud diameetriga, kusjuures papi pind olgu risti veepinnaga! Pista kolmas nõel veest välja ulatuvasse pappi nii, et kõik kolm nõõpnõela näiksid olevat ühel sirgel! Loe nüüd langemisnurga ja murdumisnurga suurused papile märgitud astmikult ja võrdle neid isekeski! Katsu murdumiseaduste abil seletada, kuidas murdub valguskiir, kui ta läbib prisma! Kuidas murdub ta, kui läbib tasaparalleelse klaasplaadi (klaasplaat, mille 2 pinda on paralleelsed)?

K. — Miks näib viltu vette pistetud kepp lühem kui õhus? Kuidas peab sihtima, kui tahetakse püssiga lasta kala vees?

Kumerlääts. Kumerläätsiks nimetatakse läbipaistvat klaaskeha, mis piiratud kerapindadega. Katsu, missugune ta on keskest! äärtelt!

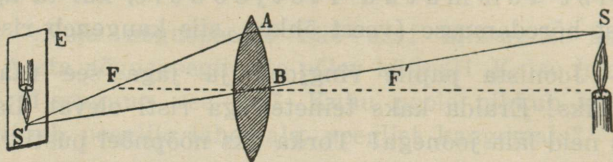
Laseme langeda kumerläätsle kimbu päikesekiiri, siis koonduvad nad ühte täppi *T* (97. joon.). See on helevalge ja nii kuum, et sinna paigutatud tuletikk, paber jm. põlema süttivad. Seda täppi nimetatakse läätses tulipunktiks; ta kaugust läätsesest — tulipunkti kauguseks.



Joon. 97. Kumerläätses tulipunkt.

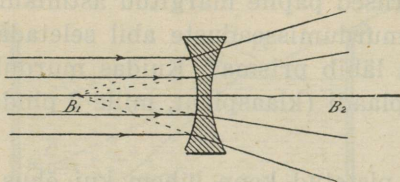
Asetame kumerläätses ette, kaugemale ta tulipunktist, põleva küünla ning läätses taha valgest paberist ekraani. Ekraani edasitagasi nihutades leiame sellel küünlaleegi ümberpööratud suurendatud kujutise. Nihutame küünalt läätsesest kau-

gemale, siis nihkub ta kujutis läätsele lähemale, ja vastupidi, nihkub küünal läätsele lähemale, siis nihkub ta kujutis sellest jälle kaugemale. Seejuures näeme ka, et mida lähemal



Joon. 98. Kujutis kumerläätses.

läätssele on kujutis, seda väiksem ta on; kaugenedes läätsest muutub ta suuremaks. Küünlaleek ja selle kujutis on suuruselt võrdsed, kui nad on võrdseil kaugusil läätsest.



Joon. 99. Valguse hajumine nõgusläätses.

Nõguslääts. Nagu kumerläätski, nii ka nõguslääts on läbipaistev klaaskeha, mis piiratud kahe kerapinnaga, kuid ta on keskelt õhem, äärtelt paksem.

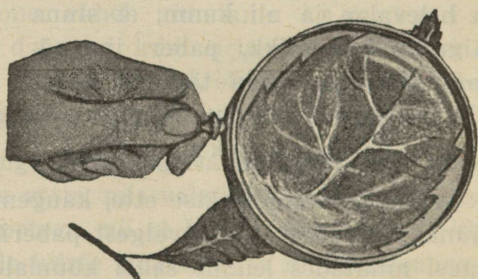
Laseme nõgusläätssele (99. joon.) kimbu päikesekiiri

langeda ja hoiame läätse taga paberilehe. Paberil näeme tumedat sõõri, mida heledam ring ümbritseb. Eemaldame paberit läätsest: hele ring suureneb, heledus aga kahaneb. Katse näitab, et nõguslääts valguskiiri h a j u t a b. Hajutavus suureneb läätsest kaugenemisega. Need läätsed leiavad kasutamist tihti prilliklaasidena.

K. — Missugustena paistavad asjad läbi nõgusläätsse vaadates?

Luup. Viime asja kumerläätssele lähemale kui ta tulipunkt, siis näeme läbi läätse asja suurendatult. See tõttu nimetatakse kumerläätsse suurendusklaasiks ehk luubiks.

Mida kumeram on



Joon. 100. Luup.

luup, seda suurema suurenduse ta annab. Luup võimaldab 4- kuni 10-kordset suurendust.

K. — Kus tarvitatakse luupi?

Mikroskoop. Palju suurema suurenduse annab mikroskoop. Ta koosneb metalltorust, milles on kaks lühikese tulipunkti kaugusega liit-kumerlääts. Üks liitlääts on toru alumises otsas, seda kutsutakse objektiiviks; teine on toru ülemises otsas, seda kutsutakse okulaariks. Vaadeldav asi (ese) asetatakse okulaari alla, pisut kaugemale kui ta tulipunkt. Seetõttu annab objektiiv torus asja suurendatud überpööratud kujutise. Seda kujutist vaatame okulaariga kui luubiga, mistõttu okulaar seda veel omakord suurendab. Head mikroskoobid annavad 1000- ja enam kordse suurenduse.

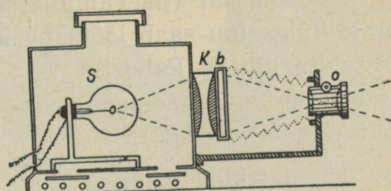
K. — Mis tähtsus on mikroskoobil?

Kumeraid läätsi kasutatakse veel binoklites ja teleskoopides (pikksilmades).

K. — Milleks neid optilisi riistu tarvitatakse?

Projektsiooniaparaat. Projektsiooniaparaadiga (101. joon.) näidatakse valgel linal või seinal (ekraanil) mitmesuguseid pilte.

Projektsiooniaparaat on seestpoolt mustaks värvitud kast, millesse paigutatud tugev valgusallikas *S*, näiteks elektrihõõglamp. Selle valgusallika ees, kasti avas on suur kahest poolest koosnev kumerlääts, kondensaator *K*, mis ju-



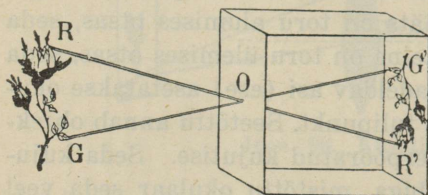
Joon. 101. Projektsiooniaparaat.

hib palju valgust klaasile tehtud pildile *b*, mida nimetatakse dia-positiiviks. Selle pildi kujutise annab ekraanile kumerlääts *O* ehk objektiiv, mis asetseb ekraani ja pildi vahel, kuid viimasele märksa lähemal. Et objektiiv annab ekraanil überpööratud kujutise, siis asetatakse pilt ise überpööratult aparati.

Fotograafia.

Pimekamber. Võta pappkarp (paberossikestade karp või mõni muu) ja puuri tema põhja väike auk (umbes 1 mm läbi-

mööduga). Karbikaane asemele aseta valge õhuke paber. Sea pimedas toas karbi ette põlev küünal, nii et küünlaleek augukesega ühekõrgusel asetseks. Mida näed siis paberil? Ka iga teine asi annab säärase ümberpööratud kujutise, kui ta asetseb augukese ees (102. joon.). Et kujutis oleks hästi näha ka hämara



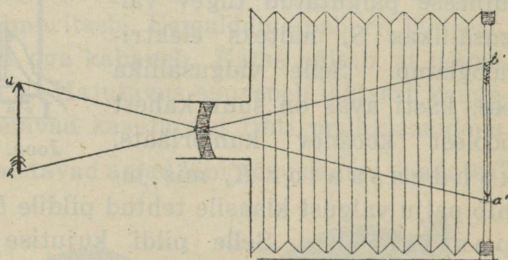
Joon. 102. Pimekamber.

valgusega toas, siis värvi karbi seinad seestpoolt mustaks. Sellist karpi kutsutakse p i m e k a m b r i k s. On auk kasti seinas suur, siis ei saa me paberil enam asjade selget kujutist. Et ka nüüd asjade kujutised oleksid sel-

ged ja valgusrikkad, siis asetatakse avasse kumerlääts — o b j e k t i i v. Asjade kujutiste suurus, mis saadud kumerläätsel abil, oleneb sellest, kui kaugel on nii asi kui ka tagasein (paber) läätsest. Selgema kujutise saamiseks peab võimalus olema kas läätse edasi-tagasi nihutada või jälle kasti tagaseina läätsele lähendada või sellest eemaldada. Mõlemad viisid on tarvitusel.

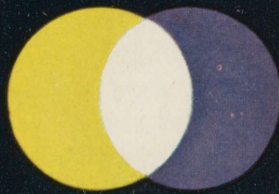
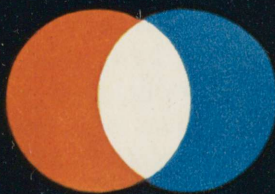
Fotoaparaat (päevapildiaparaat) on pimekamber (103. joon.), mille külge seinu saab lõõtsana kokku ja lahti tõmmata. (Milleks on see tarvilik?) Paberi asemel on tal tagaseinas mattklaas (milleks?).

Et mattklaasil tekkivat kujutist jäädvustada, selleks tuleb võtta valgustundliku ainega kaetud paber või klaas ja asetada mattklaasi asemele. Säärasel paberil võime saada asja kujutise ka otseselt ilma fotoaparaadita.



Joon. 103. Fotoaparaat.

Ü. — Valmista endale valgustundlikku paberit! Vala selleks ühte kaussi broomkaaliumi (või keedusoola) lahust ja teise — pörgukivilahust. Kasta paber esiti broomkaaliumi-, siis pörgukivilahusesse. Kuivata ja hoiu paber pimedas! Aseta valgustundlikule



Spektrivärvid.

paberile puuleht, kata ta klaasruuduga kinni ja pane valguse kätte! Missuguseks muutuvad lehega katmata paberiosad? Missuguseks lehega kaetud osa?

Paberile tekib lehe kujutis (104. joon.). Need leheosad, mis valgust läbi ei lase, on kujutisel heledad, teised, kust valgus läbi läheb, on tumedad. Säärast otseselt kui ka fotoaparaadis saadud kujutist nimetatakse negatiiviks.

Peale valgustundliku paberi tarvitatakse pildistamisel veel valgustundlikke plaate (klaasil) ja filme (tselluloidil).

Pildistamisel seatakse fotoaparaat nii, et temasse langeks ainult peegeldatud valgus nendest asjadest, mida fotografeeritakse. Seejuures tuleb aparaadi kaugust asjadest nii reguleerida, et nende kujutised mattklaasil oleksid hästi selged. On kaugus käes, siis kaetakse objektiiv (miks?)

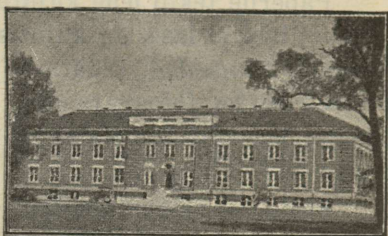
ja pannakse valgustundlik plaat mattklaasi asemele. Niipea kui nüüd kate objektiivilt ära võtta, tungivad valguskiired plaadile, kuid mitteühtlaselt. Üksikud kehaosad ja rõivad peegeldavad mitmesugusel määral valgust, mille tõttu plaadiosad ebahühtlaselt valgustuvad.

Peale „ülesvõtmist“ viiakse plaat tumepunase valgusega tuppja ja pannakse niinimetatud ilmutisse. Ilmuti mõjub ainult nendele kohtadele, kuhu ülesvõtmisel valgus peale langes. Kujutis ilmub ilmutamisel 3—5 minuti jooksul. Kuid peale seda on plaat ikkagi veel valgustundlik ja teda ei tohi valguse kätte viia. Valguse mõju vastu peab negatiivi veel kinnitama. (Ka otseteed saadud lehekujutised tuleb kinnitada, muidu lähevad



Joon. 104. Lehtede ja pitsi kujutised fotopaberil.

nad aja jooksul valguse käes mustaks.) Lõplikult saab negatiiv valmis pärast pesemist ja kuivatamist. Et negatiivist positiivset kujutist saada, millel valgus ja varjud on samas



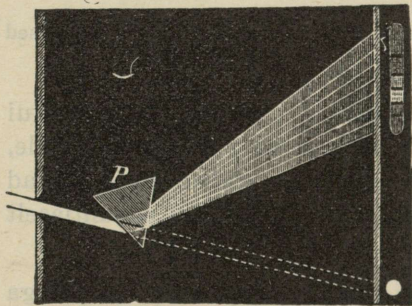
Joon. 105. Vasakul negatiiv, paremal positiiv.

vahekorras kui tõelisil asjul, peame kujutise valgustundlikule paberile kopeerima. Selleks asetatakse negatiiv paberile ja pannakse valguse kätte. Saadud positiivset kujutist, nn. positiivi, kinnitatakse samuti kui negatiivigi.

K. — Kuidas muutub negatiiv positiiviks?

Valguse lahutamine.

Aseta päikesekiirte ette toas kolmekandiline prisma p , nii et selle üks serv oleks pööratud pööranda poole! Mida siis näed vastasoleval seinal (või lael)?



Joon. 106. Valguse lahutamine.

Veel selgemini esineb nähtus, kui laseme pimedasse tuppa läbi pilukujulise ava kimbu päikesekiiri ja nende teele asetame prisma: vastasoleval seinal või sinna asetatud ekraanil tekib värviline riba. Värvide järjekord selles ribas altpoolt üles on järgmine: punane,

oranž, kollane, roheline, taevasehke ehk helesinine, sinine ja lilla. Seda värvilist riba nimetatakse päikese spektriiks ja temas esinevaid üksikuid värve — spektri- ehk vikerkaarevärveks. Üleminek ühest spektrivärvist teise toi-

mub pidevalt, seepärast puuduvad neil kindlad piirjooned. Saadud värve prisma enam ei lahuta. Need on lihtvärvid. Päikesevalgus on aga liitvärv, mis end lahutada laséb seetõttu, et iga ta värvi kiired prisma iseviisi murduvad.

K. — Missugusel värvil murduvad kiired kõige rohkem? missugusel kõige vähem?

Ü. — Aseta kumerlääts prisma taha! Mida nüüd näed spektri asemel?

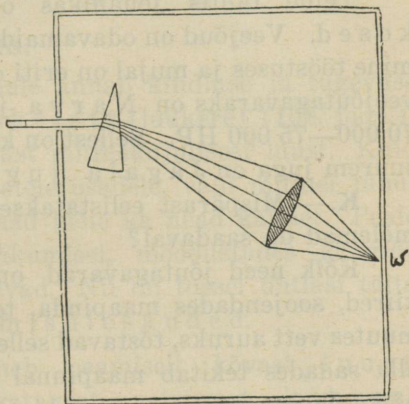
Valmista ketas, millele kleebi seitse spektrivärvides sektorit, nagu näidatud värvilisel tahvil! Pane see ketas vurrina kiiresti pöörlema! Mida näed?

Vaatle tähelepanelikult värvilisel tahvil värviliste rõngaste liitmisel saadud värve! Püüa teha järeldusi!

Spektrivärve liites võime saada kas värvilise või valge värvi. Värve, mis liitmisel annavad valge värvi, nimetatakse täiendusvärvideks. Täiendusvärvid on näiteks oranž ja taevassinine, kollane ja violett, punane ja roheline. Täiendusvärvid üksteise kõrvale asetatult annavad meeldiva mulje.

Spektri avastas kuulus inglise füüsik Isaac Newton (loe: aisek njuuton) 1666. a.

K. — Kuidas tekib vikerkaar? Missugune värvide järjekord on vikerkaares? Kus veel oled tähele pannud valguse lahtumist vikerkaarevärvideks?



Joon. 107. Kumerlääts liidab spektrivärvid uuesti valgeks.

Loodusjõudude algallikas.

Inimene oma jõuga ei suuda kuigi suurt tööd teha. Juba muistsest ajast alates on ta endale abiks tööle rakendanud hobuse, eesli, kaameli jt. Hiljemini hakkas inimene kasutama selleks ka teisi jõuallikaid. Nii käsutab ta tuulejõudu tuulikute ja tuulemootorite abil, veejõudu — vesirataste ja vesiturbiinide

abil, soojusjõudu — aurumasina ja plahvatusmootori abil. Need jõuallikad omakord panevad käima mitmesuguseid masinaid, mis teevad inimesele kasulikku tööd. Nimeta mõned säärsed masinad!

Seega on inimesel kasutada peale oma ja loomade lihastejõu veel tuulejõud, veejõud, soojusjõud.

Soojusjõu tagavarad peituvad kütteinetes — puu, turvas, kivisüsi, põlevkivi.

K. — Mida nimetame kütteväärtuseks?

Teine tähtis jõuallikas on voolav vesi, eriti joad ja kosed. Veejõud on odavamaid jõude üldse, mispärast ta kasutamine tööstuses ja mujal on eriti otstarbekohane. Eesti suuremaks veejõutagavaraks on Narva jõgi, mille võimsust hinnatakse 70 000—75 000 HP. Sellest on kasutatud praegu ainult osa. Teine suurem jõgi on Jägala jõgi.

K. — Mispärast eelistatakse veejõudu tuulejõule, kus nad mõlemad on saadaval?

Kõik need jõutagavarad on pärit päikeselt. Päikesekiired, soojendades maapinda, tekitavad tuult. Samad kiired, muutes vett auruks, tõstavad selle pilvedena üles, kust see vihmana alla sadades tekitab maapinnal jõed (vee ringkäik!). Samade päikesekiirte jõul valmistatakse taimede rohelistes lehtedes küttematerjal. Nii on turvas ja kivisüsi miljonite aastate eest säranud päikesekiirte peidupaik.

Ü. — Tuleta meelde roheliste lehtede assimilatsiooni! Tuleta meelde, kuidas taimed osa võtavad turba, kivisöe ja põlevkivi tekimisest!

Lõpuks on inimeste ja loomade lihaste jõud samuti kaudselt pärit päikeselt; see jõud pole muud kui toidust vabanenud päikeseenergia.

Sageli ei kasutata tuule-, vee- ja soojusjõu kulul saadud mehaanilist (masinate) jõudu otseselt, vaid see muudetakse tihti ümber enne mõneks teiseks jõuks.

Nii muudetakse elektrijaamas vee- või soojusjõud dünamosinas elektrijõuks, see juhitakse juhtmete kaudu tarvitajaile, kus ta annab hõõglambis valgust (valgusjõud), paneb elektrimootori käima või muutub soojuseks. Kuid niisuguste energiamuutuste puhul ei suurene ega vähene energia hulk. Jõud ehk energia on püsiv.

Inimese keha ehitusest ja tegevusest.

Toes.

Toese ülesanded. Meie kehale annab kindluse ja tugevuse kõrval ka teatud kuju **t o e s e h k s k e l e t t** (luukere) (108. joon.), mis koosneb rohkem kui kahesajast mitmekujulisest luust. Kuid need on mitte ainult toeks pehmetele osadele, vaid mitmel juhul piirates õrnu elundeid pakuvad nad neile ka head kaitset. Peale selle etendab toes tähtsat osa liikumisel, moodustades kangide kogu, mida lihased liikuma panevad. Nii on toesel ühtlasi täita **tugi-, kaitse- ja liikumisülesanded**.

Luu koostisest. Toes koosneb peamiselt kõvast luust, väiksemal määral noaga lõigatavast vetruvast kõhrest (krõmpsluust) (109. joon.).

Luu on kõige kauemini püsiv osa inimkehast, mis maa sees isegi aastatuhandeid säilida võib.

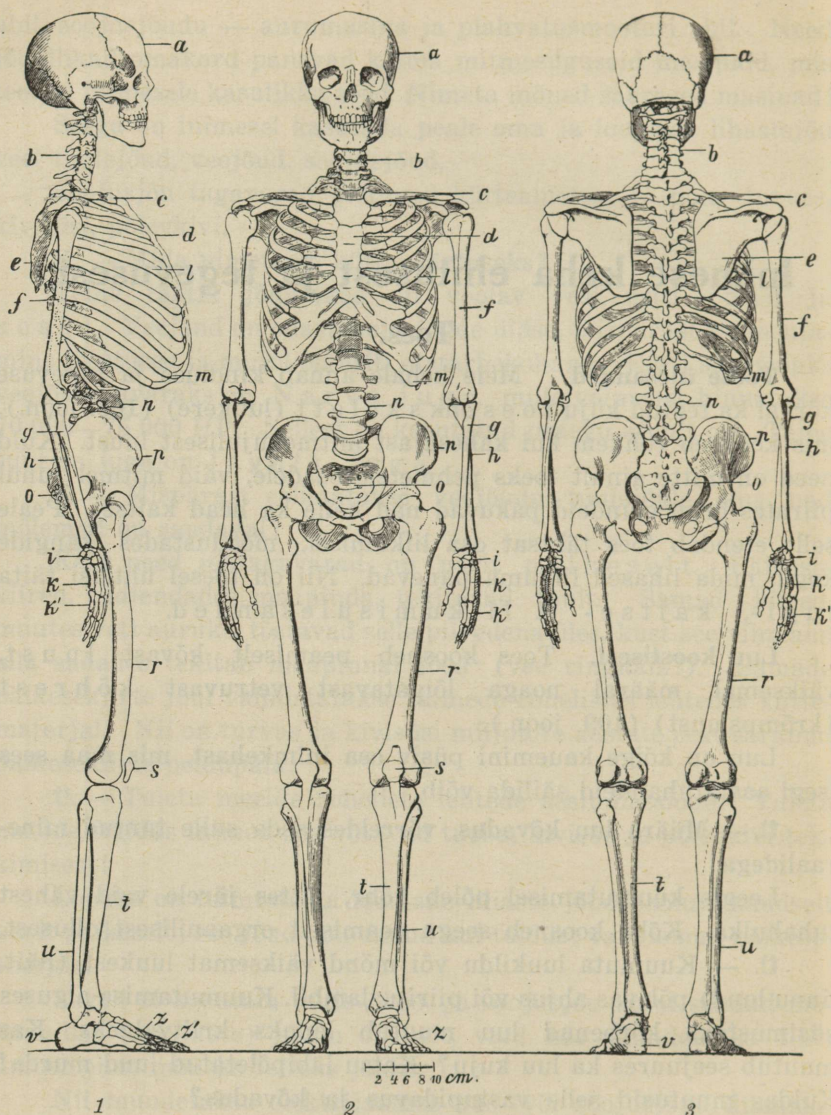
Ü. — Määra luu kõvadus, võrreldes seda sulle tuntud mineraalidega!

Leegis kuumutamisel põleb kõhr, jättes järele vaid vähest tuhahulka. Kõhr koosneb seega peamiselt orgaanilisest ollusest.

Ü. — Kuumuta luukildu või mõnd väiksemat luukest (näit. linnu luud) põlevas ahjus või piirituslambil. Kuumutamise alguses süsimustaks kõrbenud luu muutub lõpuks kriitvalgeks. Kas muutub seejuures ka luu kuju? Katsu läbipõletatud luud murda! Kuidas muutusid selle vastupidavus ja kõvadus?

Põletamisel muutub luu **l u u t u h a k s**.

Ü. — Pane luutuha-tükike klaasi ja kalla soolhapet peale! Sega soolhapet aeg-ajalt klaaspulgakesega ja lase tuhk selles täitsa lahustuda! Seleta, miks luutuhk soolhappes sisiseb ja gaasimullikesi tekitab!



Joon. 108. Inimese toes (luukere); 1 — küljelt, 2 — eest, 3 — tagant.
a — kolju; *b* — kaelalülid; *c* — rangluu; *d* — rinnak; *e* — abaluu; *f* — õla-
luu; *g* — kodarluu; *h* — küünarluu; *i* — randmeluud; *k* — kämbalaluud;
k' — sõrmelülid; *l, m* — roided; *n* — nimmelülid; *o* — ristluu; *p* — puusa-
luu; *r* — reieluu; *s* — põlvekeder; *t* — sääreluu; *u* — pindluu; *v* — kandluu;
z — põialabaluud; *z'* — varbalülid.

Ü. — Mõõda 100 cm³ vett, kalla klaasi ja lisa veele 5 cm³ (mõõta!) kanget soolhapet. Pane soolhappe-lahusesse tükike luud ja jäta nädalaks ajaks kaetult seisma. Nüüd võta luu välja, pese hoolega veega ja kuivata. Pane tähele, missugused muutused on toimunud luu välimuses ning omadustes (murra! lõika!).

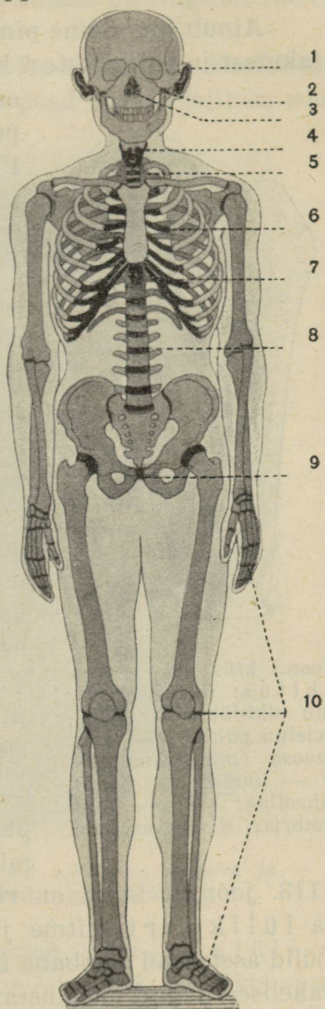
Soolhappes lahustusiid luus leiduvad lubiained, jättes järele orgaanilist põhimassi.

Ü. — Pane soolhappes hoitud luu portselankausikesse, kalla pisut vett peale ja kuumuta kausikest piirituslambi leegil, kuni vesi keema hakkab! Pane tähele, kuidas luu vees lahustub ja vesi selle tagajärjel liimiseks muutub! Jätka keetmist, kuni vedelik tihedaks muutub ja kausi põhja kõrbema hakkab! Kleebi sel kombel valmistatud luuliimiga kirjutuspaberist mõned kotikesed!

Nii koosneb luu anorgaanilistest ja orgaanilistest ainetest. Esimesed annavad luule kõvaduse, teised teevad ta painduvaks. Lastel on luudes enam orgaanilist ainet, mistõttu nende luud on painduvamad kui vanematel inimestel, kelle luud rohkem sooli sisaldavad.

K. — Milleks kasutati luid muistseil ajal? Kuidas kasutatakse luid tänapäeval tööstuses, põllumajanduses?

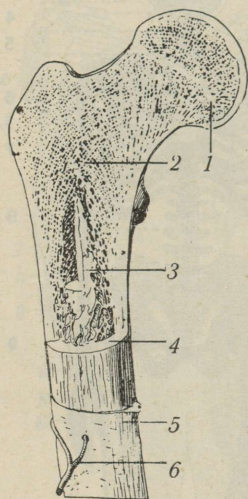
Luu ehitusest. Sae mõni suurem värske luu pikuti ja risti läbi ja vaatl selle ehitust! Sae luu liigesepoolsest



Joon. 109. Kõhre (joonisel must) ja luu vahetad inimese toeses. 1 — kõrvaleht; 2 — lõualiiges; 3 — ninaots; 4 — kõri; 5 — hingetoru; 6 ja 7 — rööid; 8 — lülisamba vahetad; 9 — vaagna süleliidus; 10 — liigesed.

otsast õhuke liistak, keeda seda soodavees ja vaatle siis selle ehitust!

Ainult luu väline pindosa on tihe, seest leiame õhukestest liistakutest ja pulgakestest koosnevat kobedat osa (110. joon.). Selles osas asetseb punane luuüdi, vere punaliblede tekkimis- ja kasvamispai-
 Pikad luud on torujad, seest õõnsad ning täidetud rasvarohke kollase luuüdigaga.



Joon. 110. Reieluu ehitus; ülemises osas luu piki-läbilõikes; 1 — reieluu pähik; 2 — kobe luosa (nn. käsnollus); 3 — luuüdi; 4 — luu tiheollus; 5 — luu ümbris; 6 — veresoon.

Kobedat luuosa moodustavad luuplaadikesed asetsevad luus, nagu latid raudsillas, nii et võimalikult väikese materjalikuluga on saavutatud suurim kandejõud. (Tuleta meelde rukkikõrre ehitust!)

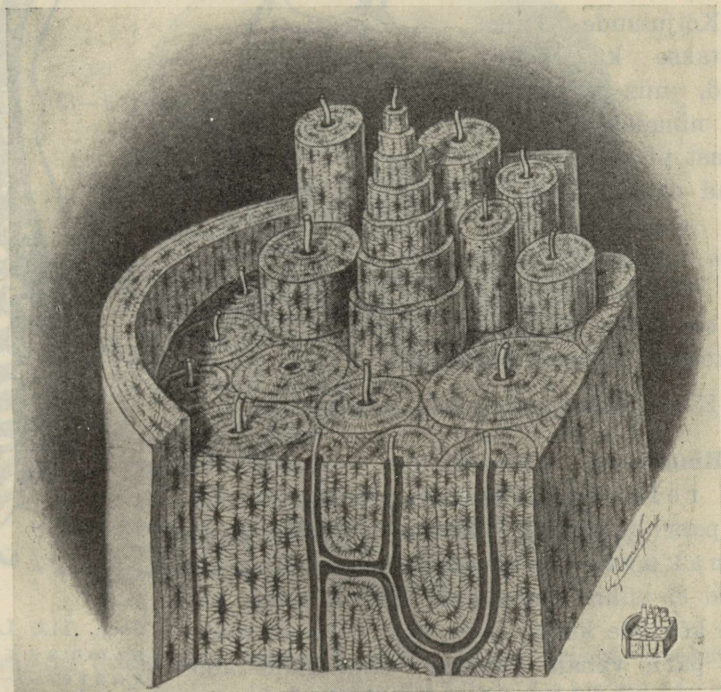
Tihedat luu osa mikroskoobiga vaadeldes näeme, et see koosneb hulgast torukestest (111. joon.); torukeste seinad on mitmekihilised. Nende kihtide vahel asetsevad luurakud, mis on peenikeste harukeste abil isekeskis ühenduses. Torukeste sees on veresooned, mis luud toidavad. Väljastpoolt katab luud veresoonte ja erkude-rikas luuümbris. Luuümbrisel on tähtis ülesanne luu toitmisel.

Lüülisammas. Toese keskosaks on keha püsti hoidev lüülisammas (selgroog), mis 33—34 (selgroo)lüülist koosneb (113. joon.). Lüülid on rõngakujulised luud, milles lüülikeha ja lüülikeaart mitme jätkega võime eraldada (112. joon.). Lüülid asetsevad sambana üksteise peal nii, et nende keha ja kaare vahelised augud moodustavad toru, milles tähtis erkkonna osa — seljaaju — varju leiab.

Lüülid vahelduvad lüülisambas vetruvate kõhrestest padjakestest, nn. vaheketaatega (109. joon., 8), mille tõttu lüülisammas on painduv; ühtlasi vähendavad ja pehmen-
 tused ja tõukeid, näit. hüppamisel, jooksmisel jne. Vetruvust suurendab ka lüülisamba kahtpidi kõvera vibu või S-tähe kuju.

Ü. — Selgita oma kehal lülisamba eri osade paindumisvõimaluste ulatust ja suunda! Tuleta meelde, millest on tingitud rukkikõrre painduvus!

Kõige liikuvamalt on lülisambas 7 kaelalüli üksteisega seotud; kaela paindlikkuse tõttu võime pead vabalt mitmes suu-



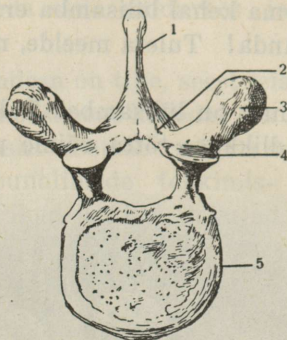
Joon. 111. Luu mikroskoopiline ehitus, tugeva ja nõrga (paremal pool all) suurendusega (mudel).

nas pöörata (katsu!). Kaelale järgnevad 12 rinnalüli on väheliikuvad. Järgmised viis nn. nimmelüli on liikuvamalt ühendatud (selle tähtsus!), kuna neile järgnevad 5 ristlülüli ühte on kasvanud, moodustades tugeva ristluu. Kokku on kasvanud ka viimased 4 või 5 väikest õndralüli. Nende asemel leiame koeral, kassil ja teistel imetajatel hulga liikuvaid sabalülisid.

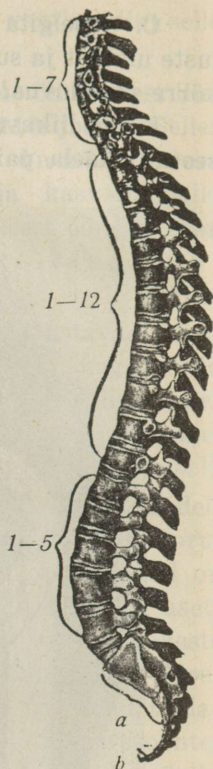
Kolju. Lülisamba ülemisel otsal on kolju (pealuu) (114. joon.). Õhukesed kumerdatud koljuluud on õmblustega

liikumatul ühendatud ja moodustavad kindla karbi, milles kaitstult asetseb meie keha tähtsamaid elundeid — õrn peaaegu.

Koljuluude hulka arvatakse ka näoluu, mis silmakoo- paid, ninaõõsi ja suukoobast piiravad. Tähtsamad neist on üla- ja alalõualuu, milles hambad asetsevad. Kõigist pea luudest on ainult alalõualuu koljuga liikuv ühenduses.



Joon. 112. Rinnalüli, ülevaalt vaadates. 1 — ogajätke; 2 — lülrikaar; 3 — ristijätke; 4 — liigesjätke; 5 — lülrikahe.



Joon. 113. Lülisammaskülgevaates. 1—7 — kaelalülid; 1—12 — rinnalülid; 1—5 — nimmelülid, millele ristluu- (a) ja õndralülid (b) järgnevad.

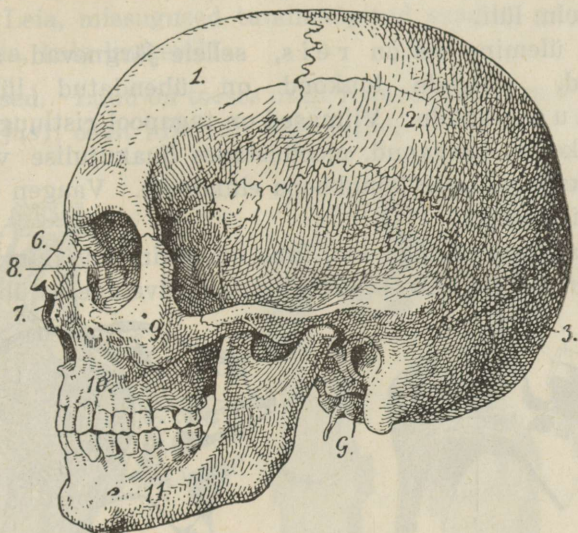
K. — Milles seisab selle tähtsus?

Rinnakorv. Rinnalülidega liituvad 12 paari roideid (küljeluid). Neist seitse ülemist paari on eespool kõhrest vaheosade kaudu rinnakuga ühenduses; järgmised roidepaarid ei küüni rinnakuni, vaid liituvad eelmiste kõhrede külge, kuna kaks viimast roidepaari päris vabalt lõpevad. Rinnalülid koos roiete ja rinnakuga moodustavad rinnakorvi. Rinnakorvis on varjul süda ja kops.

Jäsemete luud. Käsi koosneb kolmest osast: õlavarrest, küünarvarrest ja labakäest. Käe luud pole otseses ühenduses lülisambaga. Nad liituvad rinnakorviga abaluu ja rangluu kaudu. Lapik kolmenurgeline abaluu asetseb lihaste vahel üleval selja peal; rangluu on ~-kujuline peenike luu, mis üht otsa pidi rinnakuga, teist pidi abaluuga on ühendatud.

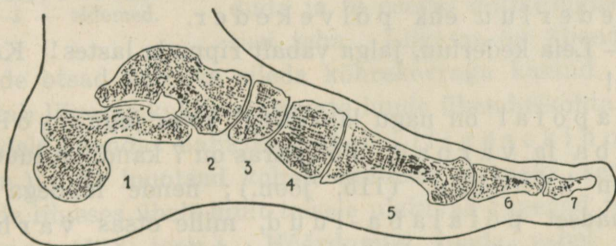
Ü. — Leia oma kehal rangluu, abaluu ja rinnak!

Käe luukond algab pikab toruja õla(varre)-luuga. See võib ülemise muna ja otsaga abaluu liigeslohus vabalt pöörduda. Õlaluule järgneb kaks luud — küünar- ja kodarluu. Kuu-



Joon. 114. Kolju. 1 — otsmikuluu; 2 — kiiru- ehk lagipealu; 3 — kuklalu; 4 — põhi- ehk kiillu; 5 — oimulu; 6 — ninalu; 7, 8 — silma koobas; 9 — põselu ehk sarn; 10 — ülalõug; 11 — alalõug; g — kuulmekäik.

narluul on nukk, mis takistab kätt „küünarnukist“ tahapoole paindumast. Küünar- ja kodarluuga liitub labakäsi, millel on kolm jagu: ranne, kämmal ja sõrmed. Randmes on 8

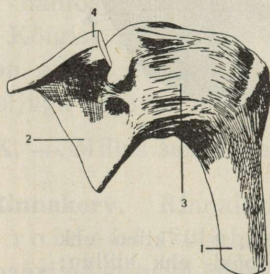


Joon. 115. Jalapöia luude pikilõik. Nähtav luude kobe ehitus. 1 — kandlu; 2 — kontslu; 3 — lodilu; 4 — talblu; 5 — pöialaba-lu; 6, 7 — varbalülid.

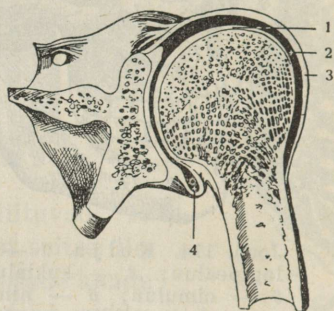
väikest luukest, mis on kahes reas ja liikuvalt ühendatud; see tõttu võib käsi palju mitmesuguseid liigutusi teha. Randmeludega ühinevad 5 pulgalaadset kämblaluid, millega sõrmelülid liituvad. Peale põidla, milles kaks lüli, on kõigil sõrmedel kolm lüli.

Jala ülemine osa on reis, sellele järgnevad sääre ja jalapöid. Jalgade luukond on ühendatud lülisambaga puusalude kaudu. Viimased on tagapool ristluuga, eespool omavahel kokku kasvanud, moodustades liuakujulise vaagna, mis on toeks ja aluseks kõhukoopa elunditele. Vaagen on naistel avaram kui meestel.

Reies asetseb reieluu, mis on pikim luu inimese kehas. Reieluu ülemine ots ühineb puusaluga; põlveliigeses ühineb reie-



Joon. 116. Parempoolne õlaliiges, tagant vaadates. 1 — õlaluu; 2 — abaluu; 3 — liigesekihn; 4 — abaluu hari (osalt kõrvaldatud).



Joon. 117. Õlaliigese läbilõik. 1 — kõhrekord; 2 — liigese õõs; 3 ja 4 — liigesekihn.

luuga tugev sääreluu. Sääreluu kõrval asetseb peenike pindluu. Reieluu alumise otsa ees asetseb põlves väike vabalt liikuv kederluu ehk põlvekeder.

Ü. — Leia kederluu, jalg vabalt rippuda lastes! Katsu selle liikuvust!

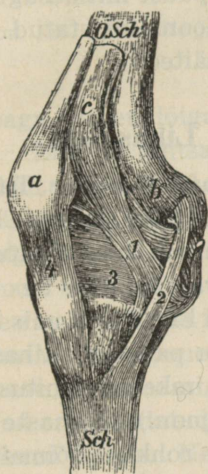
Jalapöial on nagu labakäelgi kolm jagu: põiapära, põialaba ja varbad. Põiapäras on 7 kandilist luud, millest suurim on kandluu (115. joon.); nende luudega liituvad 5 pulgalaadset põialaba-luud, mille otsas varbalülisid on samal määral kui käel sõrmelülisid.

Ü. — Koosta võrdlev tabel, loendades ühes tulbas järjekorras kae, teises jala luud!

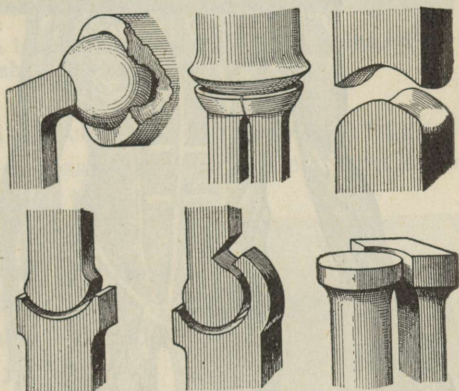
K. — Missuguseid loomi nimetame selgroogseiks? Kas kuulub nende hulka ka inimene? Miks?

Ü. — Tuleta meelde, mida tead hobuse, koera, rästiku toest! Võrdle koolis joonistel või luukeredel mitmesuguste loomade toese ehitust! Leia, missugused tundmaõpitud osadest puuduvad rästiku, konna, kala luukerel!

Liigesed. Luud on toeses osalt liikumatult, õmbluste abil (näit. koljus), osalt liikuvalt ühendatud.



Joon. 118. Põlveliigese sidemed (külgvaates). O.Sch — reicluu; Sch — sääreluu; a — põlvekeder; c — kõõlus; 1—4 — sidemed.

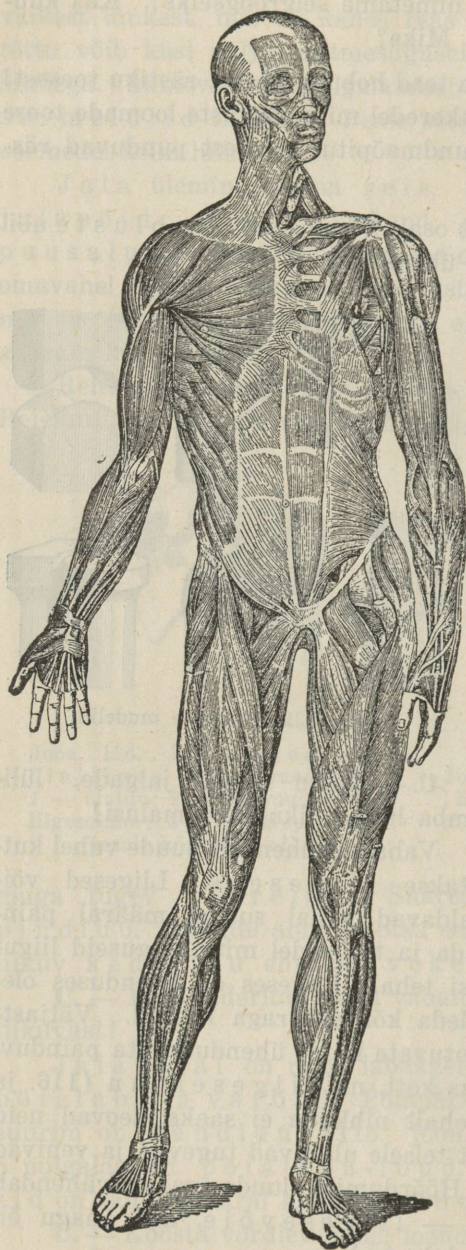


Joon. 119. Liigeste mudelid.

Ü. — Katsu käte, jalgade, lüli-samba luude liikumisvõimalusi!

Vabamat ühendust luude vahel kutsub liigeseks. Liigesed võimaldavad kehal suurel määral painduda ja ta osadel mitmesuguseid liigutusi teha. Liigeses on ühenduses olevate

luude otsad vetruva sileda kõhrekorraga kaetud. Väljastpoolt katab liigeses kokkupuutuvate luude ühenduskohta painduv, luid tihedalt ühendav nahkjas kott, nn. liigesekihn (116. ja 117. joon.). Et luutsad kohalt nihkuda ei saaks, seovad neid peale selle liigeses ühelt luult teisele ulatuvad tugevad ja venivad sidemed (118. joon.). Hõõrdumist luude vahel vähendab liigesekihnus leiduv vedelik — liigesevedelik, mis (nagu õli masinaosad) luude otsad libedaks teeb.



Joon. 120. Inimese lihased.

Ü. — Kaht pulgakest kummitoru tükikesega ühendades saad lihtsa liigesemudeli. Vähenda ja suurenda vahet pulgakeste vahel ja jälgi selle mõju liigese liikuvusele! Vaatle mõne looma (lamba, va-sika) liigese ehitust! Val-mista puust mitmesugused 119. joon. kujutatud liigese näited!

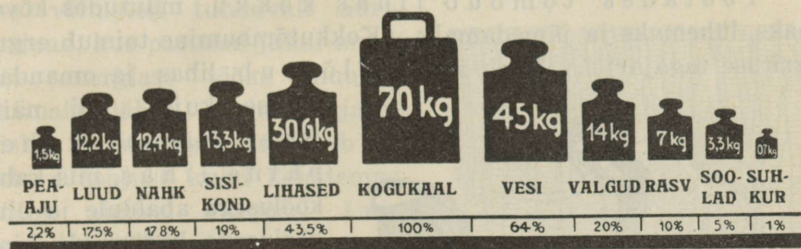
Lihaskond.

Lihaste ülesanne. Tuleta meelde toese kolme liiki ülesannet! Meie liigutused toimuvad lihaste ehk musklite abil, mis luid liikuma panevad. Lihaseid on inimkehas mitusada (120. joon.). Lihaste ja luude rohkus võimaldab meil õige mitmekesiseid liigutusi teha.

Ü. — Jälgi kehaliigutusi mitmesugustel töödel, sportimisel! Pane tähele liigutuste kokkukõla, kiirust ja täpsust!

Lihaste ehitusest. Liha-seid tunneme igapäevases elus „liha“ nime all; see koosneb üksikuist liha-seist. Lihased moodusta-vad ligi poole meie keha-kaalust (121. joon.).

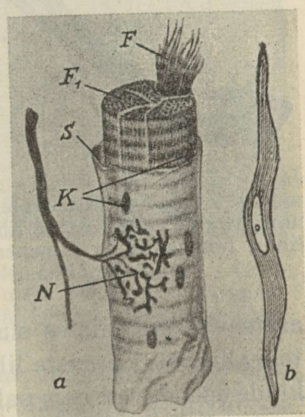
Ü. — Vaatle liha toorelt ja keedetult! Pane tähele õrnu kile-
sid lihas! Kitku keedetud liha kiududeks! Katsu, kuidas on liha



Joon. 121. Elundite ja ainete osa inimkeha koostises. (Naha hulka on arva-
tud ka nahaalune rasvkude.)

noaga kergem lõigata, kas pikuti või risti! Millest on see tingitud?

Lihaste tähtsaimaks ja peaosaks on õige peened, kuid kaunis
pikad (kuni 16 cm) lihaskiud
(122. joon., a). Iga lihaskiud koosneb
hulgast veel peenematest, vaid mikro-
skoobi all nähtavatest lihaskiu-
kestest. Peale lihaskiudude leiduvad
lihastes veresooned, ergud ja üksikuid
lihaseosi ühendav sidekude. Lihaskiud
on ühendatud kimpudeks nagu õle-
kõrred kubus. Neid kimpe hoiab koos
sidekude. Väljastpoolt katab lihast side-
koeline kile, nn. lihaseümbris.
Lihaste otstes moodustab sidekude läi-
kivad, kõvad kiurikkad kõõlused.



Joon. 122. a — osa
võõtlihaskiust,
b — silelihasrakk
(mõlemad tugevasti suu-
rendatud). F — lihaskiu-
kesed; F₁ — nende risti-
lõiked; K — tuumad; S —
lihaskiu kest; N — lihas-
ja ergukiu ühenduskoht.

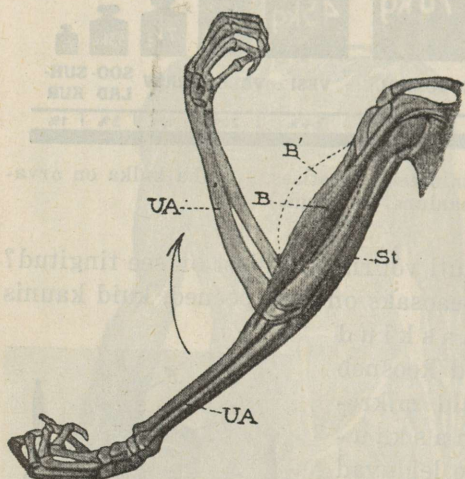
Ü. — Vaatle värskel lihal (kõige
parem lamba või vasika jalal) lihaste
kinnitusviisi luudele!

Lihased on mitmesuguse kuju ja
suurusega: käävjad (keskelt jämeda-
mad, otstelt peenemad), lamedad, rön-
gakujulised jne.

Lihaste tegevusest. Üht kätt küü-
narnukist kõverdades ja sirutades katsu teisega, kuidas muudab
oma kuju õlavarre seespoolne (nn. kahepäine) lihas! Võrdle

oma vabalt allarippuva ja painutatud käe õlavarre ümbermõõtu!

Töötades tõmbub lihas kokku, muutudes kõvemaks, lühemaks ja jämedamaks. Kokkutõmbumine toimub erguärrituse tagajärjel. Kaob ärritus, lõtvub lihas ja omandab



Joon. 123. Kõõnarvarre painutamine kahepäise lihase abil. UA — kõõnarvars; B — kahepäine lihas; B₁ — sama lihas, lühenenud ja jämenenud; St — sirutajalihas.

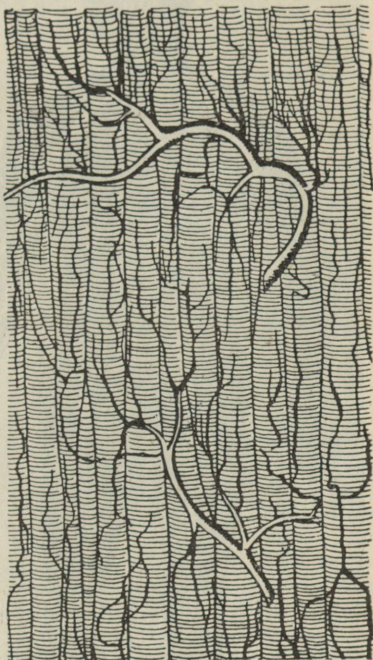
endise kuju. Nii näit. jäme käävjas kahepäine lihas, mis kahe kõõlusega abaluule ja ühe kõõlusega kodarluule kinnitub, käe painutamisel tõmbub kokku, lähendades küünarvart õlavarrele (123. joon.). Käe uuesti sirguajamiseks tõmbub teine, vastasolev — nn. kolmepäine — lihas kokku. Tavaliselt nõuavad meie liigutused mitme lihase koostööd.

Käte, jalgade ja teisi toesele kinnituvaid lihaseid võime oma tahte kohaselt tegevusse rakendada. Kuid lihased, mis

asetsevad seesmistes elundites, nagu maos, sooltes jne., pole tahtele alluvad. Viimaste lihaste ehitus on erinev esimestest. — Lihaskiude asendavad neis palju lühemad ja lihtsama ehitusega lihased (122. joon., b). Ka on nende kokkutõmbejõud märksa nõrgem ja tegevus aeglasem. Tahtele alluvate lihaste kiukesed koosnevad vahelduvatest heledamatest ja tumedamatest kettakestest, seepärast nimetatakse tahtele alluvaid lihaseid vöötlihasteks (124. joon.), tahtele allumatuid — silelihasteks. Südameihased sarnanevad ehituselt vöötlihastega, ei allu aga meie tahtele.

Lihaste tööst. Lihased muudavad keemilist energiat, mida toidust saavad, liikumiseks. Energia-allikaks on vere kaudu lihastesse toimetatavad süsivesikud-suhkrud. Nagu masinateski, ei

toimu see ümbermuutumine täielikult. Lihastes muutub umbes $\frac{1}{3}$ energiast tööks, $\frac{2}{3}$ soojuseks. Seega ületavad lihased oma võimetelt tunduvalt aurumasinad, kus paremal juhul ainult 15% energiast tööks muutub. Masinais läheb soojus asjatult raisku, lihaste tegevusel püsib aga tekkiva soojuse kulul kehatemperatuur alalisel kõrgusel (mis-sugusel?). Külma käes suureneb lihaste tegevus meie tahtest olememata — hakkame lõdisema. Selle tagajärjel suureneb soojusetahtava kehas.



Erkkond.

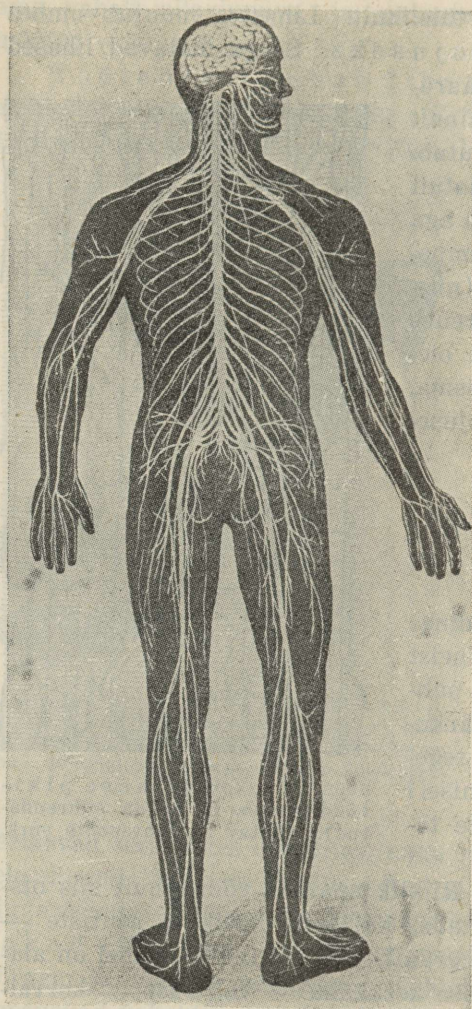
K. — Loenda seni tundmaõpitud elundeid! Missugused neist töötavad ka siis, kui meie puhkame, magame või meelemärkusetoleme? Missugused on tegevuses töötamisel, sportimisel? Kuidas mõjustab töö elundite tegevust?

Erkkonna ülesannetest. Riiklik aparaat võib ainult siis otsustarbekalt ja kokkukõlas töötada, kui selle üksikute asutiste — politsei, kohtu, tolli, posti-telegraafi, raudtee jne. — vahel on alaline ühendus ja kui need ühise keskkoha — valitsuse — korraldusi kiiresti ja täpselt täidavad.

Kõigi inimesekeha mitmesuguste elundite talitlusis valitseb samuti kokkukõla, kindel ühistegevus.

Inimesekehas on korraldajaks keskuseks peaaegu koos seljaajuga. Neist väljuvad ergud ehk närvid, millest ühed elundeist teateid peaja seljaajusse toovad, teised siit korralduskäskel elunditesse juhivad. Ergud läbivad kogu meie keha, tungides peenikeste harudena kõigisse elundisse. Nii ei

Joon. 124. Vöötlihase pikilõik (umb. 60 korda suurendatud). Nähtav ka jõhvsoonte võrk.



Joon. 125. Inimese erkkond.

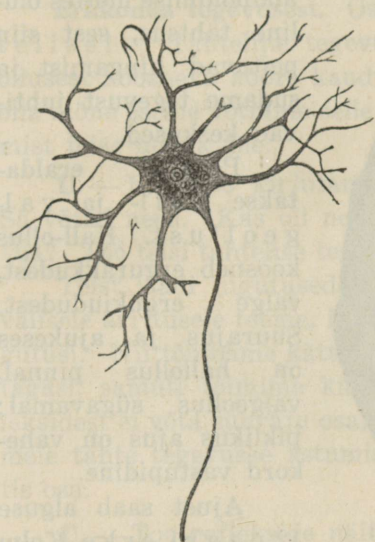
juhtu meie kehas midagi ilma erkkonna teadmise ja osavõtuta. Erkkonnaks kutsume pea- ja seljaaju koos erkudega (125. joon.). Kaks esimest moodustavad nn. keskerkkonna, ergud — piirdeerkkonna. Erkkonda võime võrrelda telefonivõrguga: keskerkkond vastaks keskjaamale, ergud juhtmeile (telefonitraatidele).

Ka välismaailm mõjustab inimesekeha tegevust: kaitseks äkilise liiga tugeva valguse eest suleme silmad; oleme nõelaga sõrme pistnud, siis tõmbame käe eemale; sõitva auto eest kargame kõrvale. Erkkond on mitte ainult üksikute elundite tegevuse kokkukõlastajaks, vaid ka tiheda sideme loojaks inimesekeha ja välismaailma vahel.

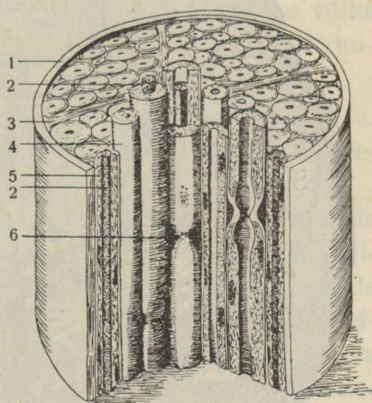
Erkkonna ehitusest.

Erkkond koosneb suurtest haralistest ergurakkudest ja neist algavaist ergukiududest (126. joon.). Esimesed asetsevad pea- ja seljaajus või on väiksemate kogumikkudena, nn. tänkudena, erkkonna mitmesugustesse osadesse koondatud. Ergud koosnevad kimpu- dena ühinenud ergukiududest; ergukiudude kimpe seob sidekude, mis ka erguümbrisena erku väljastpoolt katab (127. joon.).

Erke, mis ärritusi keskerkkonda juhivad, nimetame tunde-erkudeks; neid, mis käsklusi keskerkkonnast elunditesse (lihastesse) toimetavad — liigutaja-erkudeks. Ergud,



Joon. 126. Ergurakk ergukiududega (tugevasti suurendatud).



Joon. 127. Ergu ehitus (suurendatud skeem). 1 — sidekoeline erguümbris; 2 — ergukiutelgosa (ärritusi juhtiv ergu osa); 3 — sidekude; 4 — ergukiud; 5 — ergukiutest; 6 — soonistis ergukiut.

milles on nii tunde- kui ka liigutajad-kiud, kannavad sega-erkude nime.

Peaaju on koljus varjul. See õrn elund ei puutu otse luuga kokku, vaid on mitmekordsete kelmetega ümbritsetud. Viimaste kaudu toimub peaaju verega varustamine ja toitmine; ühtlasi kaitsevad kelled peaaju põrutuste eest.

Inimesel on peaaju eriti tugevasti arenenud, moodustades umbes $\frac{1}{40}$ tema kogukaalust (vt. 121. joon.).

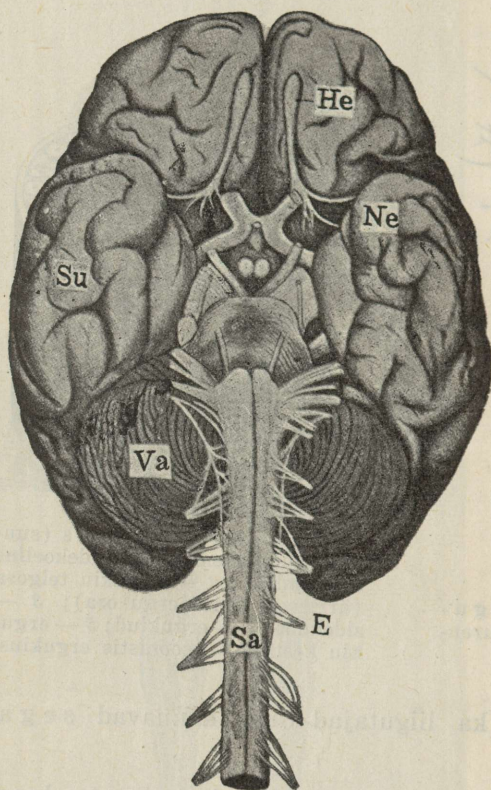
Peaaju tähtsamad osad on: suur-, väike- ja piklik aju (128. joon.). Suuraju koosneb kahest poolkerast; nende pinnal näeme ajukääre ja vagusid. Suuraju on mõistuse, vaimsete toimuste ja tahte keskuseks. Väikeaju ehk ajuke

koosneb samuti kahest poolkerast ja on arvukate sügavate rööbiti-
vagudega kaetud. Ajukese ülesandeks on kehaliigutuste peenem

kokkukõlastamine. Piklikul ajul on elu alalhoidmise mõttes oluline tähtsus, sest siin peituvad hingamist ja südame tegevust juhtivad keskused.

Peaajus eraldatakse hall- ja valgeollust. Hall-ollus koosneb ergurakkudest, valge ergukiududest. Suurajus ja ajukeses on hallollus pinnal, valgeollus sügavamal; piklikus ajus on vahetõrje vastupidine.

Ajust saab alguse 12 paari erke. Kolm paari — haistmis-, nägemis- ja kuulmisergud — on tundeergud, ülejäänud sega- või liigutajaergud. Neist on tähtsusi eriti need, mis kehasse lähevad ja siin hargneda südant, veresooni, kopsu ja nagu ergustab.



Joon. 128. Inimese aju. He — haistmis-
erk; Ne — nägemiserk; Su — suuraju;
Va — väikeaju; Sa — seljaaju; E — ergud.

Seljaaju asetseb lülisambakanalis varjul. Ta on kolju kuklamulgu kaudu peaajuga ühenduses. Piklik aju on üleminekulülilis pea- ja seljaaju vahel. Seljaajus on nagu piklikuski ajus hallollus seespool, valgeollus pinnal.

Seljaajust saab alguse 31 või 32 paari segaerke, mis hargneda üle keha laiali lähevad ja siin asetsevad mitmesuguseid elun-

deid ergustavad. Need ergud algavad kahe juurega, millest tagumine tunde- ja eesmine liigutaja-kiude sisaldab. Esi-mese juure läbilõikamisel kaotab ergustatav elund tundlikkuse, teise läbilõikamisel liigutamisevõime.

Erkkonna tegevusest. Osalt toimuvad meie liigutused tahteliselt. Tahteline tegevus toimub suuraju, eriti selle hallollusest koosneva koore kaudu. Tahtlise tegevuse näiteks võiks olla mõne eseme võtmine selle nägemisel, teatava sihiga ühest ruumist teise minek jne.

Ü. — Kirjatöö kirjutamiseks on teatavaid vahendeid vaja. Sa võtad need. Kas oli nende vahendite võtmine tahteline tegevus? Too teisi tahtlise tegevuse näiteid!

Teist laadi liigutused on refleksid. Vastusena mõnele välisele ärritusele teeme, ilma et selles teadlikud oleksime, rea liigutusi. Nii tõmbame kätte lõigates või nõelaga sõrme pistes selle tagasi, samuti toimime kuuma esemega kokkupuutumisel. Refleksidest ei võta suuraju osa, nad toimuvad seljaaju kaudu ja ilma meie tahte tegevusse astumiseta. Refleksidel on meie elus tähtis osa.

Ü. — Too reflekside näiteid!

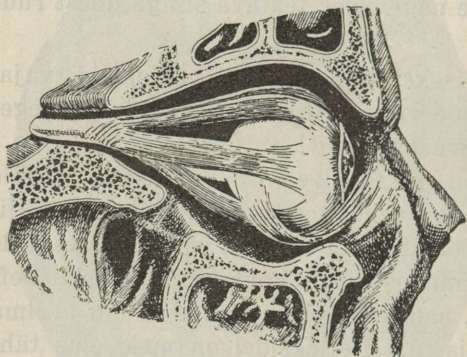
Rea siseelundite tegevus toimub refleksidelaadselt, automaatselt, osalt isegi olenemata keskerkkonnast, erkkonna eriosa, nn. sümpaatilise erkkonna mõjul. Siia kuuluvad südame, mao, soolte tegevus. Et sümpaatiline erkkond seljaajuga ja selle erkudega ühenduses on ja ka keskerkkonnast ergud nimetatud elunditesse lähevad, võivad hingelised elamused südame ja mao tegevust mõjustada. Sellest on tingitud ütlused nagu „süda valutab“, „süda lõhkeb“ jne., sest et meie ajutegevust ei märka, tuneme aga südametegevuse muutusi rõõmu, ärrituse, ehmatuse, mure jne. puhul.

Meeleriistad.

Side välismaailma ja erkkonna vahel toimub meeleriistade kaudu. Meeleriistad võtavad väljaspool meie keha toimuvaid muutusi nn. ärritustena vastu ja teevad neid erkude kaudu peaaajule teatavaks. Meil on nägemis-, kuulmis-, haist-

mis-, maitsemis- ja kompimis- ehk nahameele-
riistad. Iga meeleriista abil tajume ainult erilaadilisi välis-
maailma nähtusi, nii kõrvaga hääle võnkumisi, silmaga valgus-
nähtusi jne.

Silm — aken välismaailma. Meie täiuslikumaks ja tähtsa-
maks meeleriistaks on silm. Tema abil teeme vahet pimedas ja



valguse vahel, saame ku-
jutlust värvidest, esemete
suurusest, kujust ja pin-
naehitusest, nende kaugu-
sest ja liikumisest.

Meile nähtav „silm“
on osa silmamunast,
mis rasvakihi ümbritse-
tult hoolsalt sügavasse
silmakoopasse pei-
detud (129. joon.). Silma-
muna on kerajas, kolme-
kordse seinaga põis, mis
osalt on vedela vesiselge
sisuga täidetud.

Joon. 129. Silmamuna silmakoo-
pas. Silmakooa luune sein ja silmalaud
on kõrvaldatud. Nähtav on silmamuna
nägemisergu (vasemal, luude vahel) ja
silmailiigutajate lihastega.

Ü. — Kui juhust on,
vaatle mõne looma silma-
muna väljastpoolt! Lõika

mõne tapetud looma silmamuna lõhki ja tutvu selle siseehitusega!

Silmamuna välimist kihti kutsutakse kiudkestaks
(130. joon.); osa sellest on nn. silmavalgena nähtav. Kiud-
kesta eesmine osa on uuriklaasitaoliselt kumer, läbipaistev ning
kannab sarvkesta nime. Keskmises kihis, nn. soonkes-
tas, on tihe veresoonte võrk, mille kaudu silma siseosade toit-
mine toimub. Soonkesta eesmist, läbi sarvkesta nähtavat, värvi-
list osa nimetatakse vikerkestaks. Selle värvi järgi kutsu-
takse inimesi sinise-, halli-, pruuni- jne. silmalisteks. Pane tähele
kaasõpilaste vikerkesta värvi!

Vikerkesta keskel on väike auk, nn. silmaava (silmatera),
mille kaudu valgus silma pääseb.

Ü. — Lase mõnda kaasõpilast akna all heleda valguse käes
seista ja varja tal üks silm käega! Pane tähele valgusse vaa-

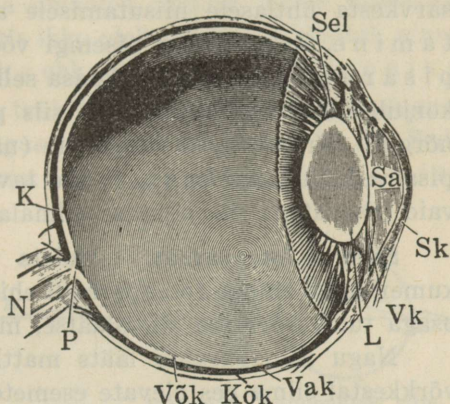
tava ja varjatud silmaava suurust! Mida õppisid kassi silmaava kujumuutmise võimest?

Silmaava kaudu pääseb vastavalt valguse tugevusele rohkem või vähem valguskiiri silma.

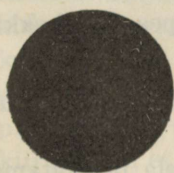
Kõige sügavama silmamuna seina kihi moodustab võrkkest, valgusärritusi vastu võttev silma osa. Võrkkest on otseühenduses nägemiserguga, mis silmamuna tagaseinas kiud- ja soonkesta läbib.

Silmaava taga asetseb läbipaistev läätsekujuline keha, nn. silmalääts. Ruum eespool silmaläätse on täidetud vesiselge silmavedelikuga; silmaläätsetagust ruumi täidab sültjas klaaskeha.

Otse silmaava vastas on kõige tundlikum koht silmas, nn. kollane tähn. Koht, kus nägemiserk silmast väljub, nn. pime tähn, on valgusärritusi vastu võtvate osadeta. Seepärast ei näe inimene selle osaga.



Joon. 130. Silma pikilõik. Sel — silma seaduvust korraldaja lihas; Sa — silmaava; Sk — sarvkest; Vk — vikerkest; L — lääts; Vak — kiudkest; Kõk — soonkest; Vök — võrkkest; P — pime tähn; N — nägemiserk; K — kollane tähn.



Joon. 131. Katse pimedale tähni olemasolu tõestamiseks.

Ü. — Tõenda järgmiselt pimedale tähni olemasolu: kata käega parem silm kinni ja vaata vasemaga teraselt 131. joon. kujutatud risti. Raamatut lähendades või eemaldades taba kaugus, kuni must ketas hoopis kaob! Selle kujutus langeb siis pimedale tähnile.

Silma kaitseabinõud. Vigastuste ja liiga ereda valguse eest kaitsevad silma ripsmetega palistatud silmalauad, mis kiiresti iseendast sulguvad, kui silma mõni hädaoht ähvardab. Kaitseks silmadele on ka kulmud, mis takistavad soolast ja musta higi silma valgumast.

Vastavate näärmete eritus hoiab silma pinna alati niiskena; sarvkesta ühtlasele niisutamisele aitab kaasa silmade pilgutamine. Satub silma pisemgi võõrkehake, siis asub tegevusse pisaraneääre, aidates kaasa selle väljauhtmisele. Pisarvedelik korjub silma sisenurka, kust siis peene torukese kaudu ninasse nõrgub. Ärrituste, ka hingeliste (näit. mure, rõõmu), puhul tekib pisarvedelikku nii palju, et see tavalisel teel ära ei jõua joosta, vaid pisaratena üle alumise silmalau serva silmast välja voolab.

Silm — fotoaparaat. Tuleta meelde kujutiste tekkimist kumerläätsel abil ja fotoaparaadi ehitust! Missuguse fotoaparaadi osaga tuleb võrrelda silmaläätsel, missugusega võrkkesta?

Nagu fotoaparaadi lääts mattklaasil, nii annab silmalääts võrkkestal silma ees olevate esemete ümberpööratud ja vähendatud kujutise. Ärritust, mis nii saadud kujutised silma võrkkestal tekitavad, tajume nägemiserkude kaudu valguse muljena: meie näeme neid esemeid.

Kuigi kujutised silmas on ümber pööratud, võrreldes tõeliste esemetega, ei pane meie seda tähele, olles juba lapsest saadik harjunud, et seda, mis kujutises on ülalpool, tõepoolest tuleb otsida altpoolt ja vastupidi.

Samuti omades kaht silma ei näe meie siiski kahekordselt, sest kummagi silma tekitatud pilt sulatatakse peaaegu kokku üheks esemekujutiseks.

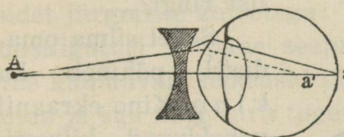
K. — Mis tuleb teha fotoaparaadiga, et objektiivi antud kujutised mattklaasil oleksid teravad?

Asetame silma ette umbes 25 cm kaugusele nõela ja vaatame seda siis teraselt; selle järel vaatame ruttu nõela taga olevale aknale. Esimesel silmapilgul näivad akna raamid meile ebaselgetena, kuid varsti kohastub silm selle kaugusega ja meie näeme raame selgesti.

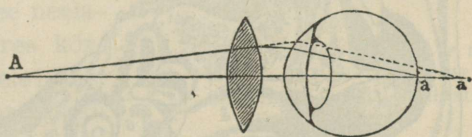
Et esemeid selgesti näha, peavad nende kujutised langema täpselt võrkkestale. Kumer-

läätsse juures nägime, et mida lähemale läätsesele ese tuua, seda kaugemale nihkub eseme kujutis, mille annab lääts. Samasugune lugu on ka silma juures. Kuid meie võime siiski nii kaugeid kui ka lähedaid esemeid selgesti näha. Selle põhjuseks on silmaläätsse kumeruse muutuvus: kaugete esemete vaatamisel on silmalääts lame dam, lähedate esemete vaatamisel kumer am. Silma omadust muuta läätsse kumerust nii, et vaadeldava eseme kujutis ikka oleks silma võrkkestal, nimetatakse silma seaduvuseks ehk a kom mod a t s i o o n i k s.

Terve, normaalsilm näeb trükitähti raamatus ilma igasuguse pingutusega, kui raamatu kaugus silmadest on umbes 25 cm. Seda kaugust nimetatakse normaalsilma selgenägemise



Joon. 132. Lühinägev silm.



Joon. 133. Kaugenägev silm.

kauguseks. Kaugemale või lähemale vaadates tuleb silma teatava pingutusega kohastada. Normaalsilm kohastub peaaegu kõigi kaugustega, mitte aga lähemale kui 10 cm.

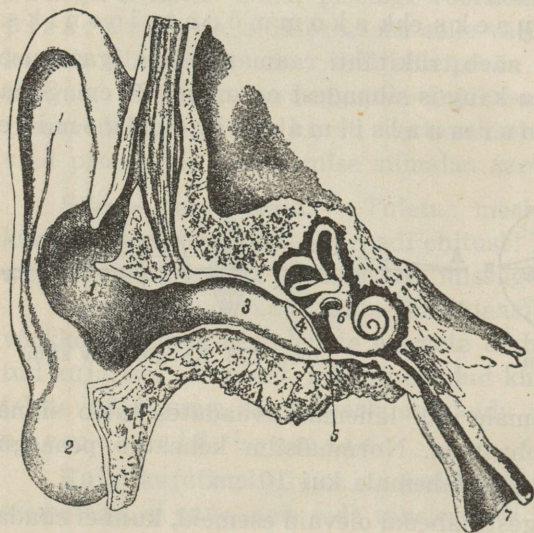
Silma, mis näeb selgesti lähedal olevaid esemeid, kuid ei suuda seaduda kaugelolevatele esemeile, nimetatakse lühinägeva k s. Lühinägeva silma selgenägemise kaugus on lühem kui normaal-silmal. Kaugete esemete vaatamisel tekivad lühinägija silmas kujutised eespool võrkkestast. Lühinägija silmalääts on kas liiga kumer (132. joon.) või on jälle silmamuna liiga piklik. Selle silmapuuduse kõrvaldamiseks kannavad lühinägijad inimesed prillidena nõgusläätsi, mis hajutavalt mõjuvad valgus-kiirtele, nii et kujutis tekib võrkkestal.

Lühinägevust võib omandada, kui eriti noores põlves luge-misel, kirjutamisel, õmlemisel puudulikus valguses hoitakse vaadeldavad esemed lähemal kui 25 cm, mistõttu silmalääts muu-tub aja jooksul liiga kumeraks.

Silma, mis näeb selgesti kaugelolevaid esemeid, kuid ei suuda seaduda lähedalolevatele esemeile, nimetatakse kaugenäge-

v a k s. Kaugenägeva silma selgenägemise kaugus on suurem kui normaalsilmal. Lähedate esemete vaatlemisel tekivad kaugenägevas silmas esemete kujutised võrkkesta taga. Ta silmalääts on seega liiga lame. Selle silmapuuduse kõrvaldamiseks kannavad kaugenägijad inimesed prillidena k u m e r l ä ä t s i, mis koondavad valguskiiri, nii et eseme kujutis tekib võrkkestal (133. joon.).

Valguse mulje silmas säilib lühikest aega, umbes 0,1 sek., ka



Joon. 134. Kõrva ehitus. 1 — kuulmetoru sissekäik; 2 — kõrvaleht; 3 — kuulmetoru; 4 — trummikile; 5 — keskkõrv; 6 — sisekõrv; 7 — keskkõrva kurguga ühendav toru.

pärast seda, kui valgust silma enam ei tule. Seetõttu näeme hõõguva söe asemel, mida kiiresti silmade ees keerutatakse, tulist ringi.

Sellel silma omadusel põhineb ka k i n o. Kino ekraanil vahelduvad kiiresti, umbes 20 korda sekundis, üksteisest pisut erinevad pildid, mistõttu meile näib, nagu „elaksid“ nad. Need pildid tekitatakse ekraanil projektsiooniaparaadiga sarnaneva k i n o - a p a r a a d i abil.

K. — Miks spektrivärvidega ketas kiirel pöörlemisel paistab valgena?

Kõrv ja kuulmine. Kuulmisriistaks on kõrv. Inimese kõrv jaguneb kolme ossa: väliskõrv, mis häälelaineid vastu aitab võtta, keskkõrv, mis neid edasi toimetab, ja sisekõrv, kus varjul on kuulmisärritusi vastuvõtavad meelerakud.

V ä l i s k õ r v a moodustavad kõrvaleht, kuulmetoru ja seda sulgev trummikile ehk kuulmenahk (134. joon.).

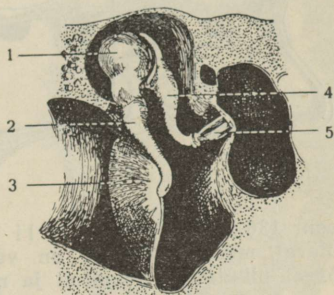
Ü. — Suru sõrmega kõrvaleht ettepoole ja kuula! Hoia kuulates peopesa kõrvalehe taga! Millal kuuled paremini? Suru

kõrvalehed hoopis vastu pead — kuidas kuuled nüüd? Tuleta meelde loomade kõrvalehtede kuju ja liikuvust!

Kuulmetoru nahas asetsevad näärmed toodavad kõrvavaiku. See, koos kuulmetorus kasvavate karvakestega, takistab võõrkehade — eriti tolmu ja putukate — sattumist kõrva õrna sisse-musse.

Keskkõrv on väike õhuga täidetud ruum, mis torukese kaudu on kurguga ühenduses. Seetõttu on õhurõhk mõlemal pool trummikilet ühesugune.

Ü. — Tõesta kõrva ja suukoopa sidet järgmiste katsetega: Tee neelamisliigutusi ja pane seejuures kõrvas kuulduvaid naksusid tähele! Sule nina ja suu ning suru tugevasti õhku kopsust suhu! Mida tunned kõrvades!



Joon. 135. Keskkõrva ehitus. 1, 2 — vasar; 3 — trummikile; 4 — alasi; 5 — jalus.

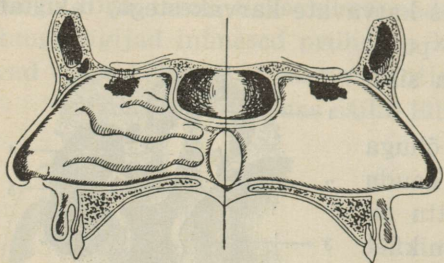
K. — Miks on soovitatav tugevate helide puhul (suurtükilaskmine, kellalöömine kellatornis) suu avada?

Keskkõrvas on varjul kolm kuulmeluukest, mida nende kuju kohaselt vasaraks, alasiks ja jaluseks kutsutakse (135. joon.). Vasar on ühenduses trummikilega, kuna jalus avale toetub, mis sisekõrva viib. Kuulmeluukeste kaudu jõuavad trummikile võnkuma pannud häälelained kõrva tähtsamasse ossa — sisekõrva. Vedelikuga täidetud sisekõrv on sügaval luu sees varjul. Tema tähtsamad osad on tigu ja kolm poolringkanalit. Teos asetsevad meelerakud, mis on ühenduses kuulmisergu harukestega. Sisekõrvani jõudnud häälelained ärritavad neid rakke; kuulmiserg juhivad ärritused edasi peaaajusse, mille tagajärjel häält kuuleme.

Poolringkanalid on tasakaalumele riistadeks — nende kaudu tajume keha asendit ja säilitame tasakaalu.

Haistmine. Tuleta meelde, mida õppisid nina ehitusest ja ülesannetest hingamiselunditega tutvumisel! Kuidas tunned paremini lõhna: lõhnavat eset lihtsalt nina all hoides või sellest õhku sisse tõmmates, seda „nuusutades“?

Lõhnavad ainult säärased esemed, mille osakesed õhuga segunenult (gaasilises olekus) sügavale ninaõõnde suudavad tungida.



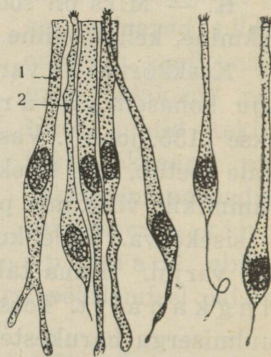
Joon. 136. Haistmisväli ninas (üleval, must). Ninaõõs on vaheseina kõrval pikuti läbi lõigatud ja mõlemad pooled lahutatud.

Ninaõõne ülemises osas on väike ala, nn. haistmisväli (136. joon.), mille limanahk rikkalikult haistmisrakke sisaldab (137. joon.). Need võtavad haistmisärritusi vastu ja juhivad haistmisergu kaudu peajusse.

Haistmise abil hindame toidu ja sissehingatava õhu väärtust. Halva, haiseva toidu jätame tarvitamata, hal-

vasti lõhnava õhuga ruumist hoidume eemale. Haistmine on seevõrra terav, et lõhna järgi võime sageli kindlaks teha ainete leidumist õhus ka siis, kui need seal nii väikestes hulkades esinevad, et enam peenemategi keemiliste katsetega nende olemasolu tõestatav ei ole. Nii tunneme kampri lõhna veel siis, kui sellest vaid üks neljasajatuhandendik grammi 0,5 l õhus on hajutatud; ülitundlik on inimese nina merkaptaani (vinav vedelik) vastu, mida tunneme veel siis, kui sellest 0,5 l kohta tuleb vaid $\frac{1}{50\,000\,000\,000}$ grammi! Seejuures on meie haistmisvõime võrreldes paljude loomade (nimeta!) haistmisvõimega hoopis nõrk.

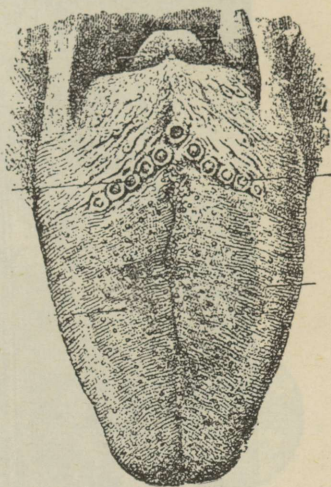
Tugev või kaua püsiv ühtlane lõhn pingutab haistmiselundit, seda lõpuks väsitades. Selles võib veenduda järgmise tähelepaneku abil: kui astud rahvarikkasse ruumi, tunned alguses küll paha õhku, kuid hiljemini ei märka sa seda enam peaaegu sugugi.



Joon. 137. Haistmisvälja rakud (tugevasti suurendatud). 1 — tugirakk; 2 — haistmisrakk.

Maitsemine. Maitsemiseelundiks on keel. Tuleta meelde keele ülesannet söömisel!

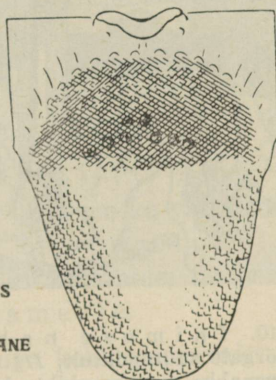
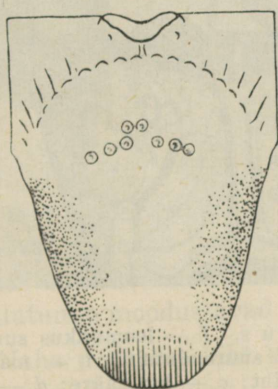
Maitseda võime vedelaid aineid, või aineid, mis süljes lahustuvad. Need ärritavad keeles hargnevate erguharudega ühenduses olevaid omapäraseid kehakesi, nn. maitsemispungi. Maitsemispungad on koondunud keele pinnal maitsemisnäsadesse, mille kuju ja suurus on keele eri osades erisugune (138. joon.). Iga koht keelel ei tunne ühtviisi: ots tunneb magusat ja keelepära mõru maiku. Kuidas üksikud maiguliigid keelel jagunevad, näitab 139. joon.



Joon. 138. Keel. Keelepinnal nähtavad mitmekujulised maitsemisnäsad.

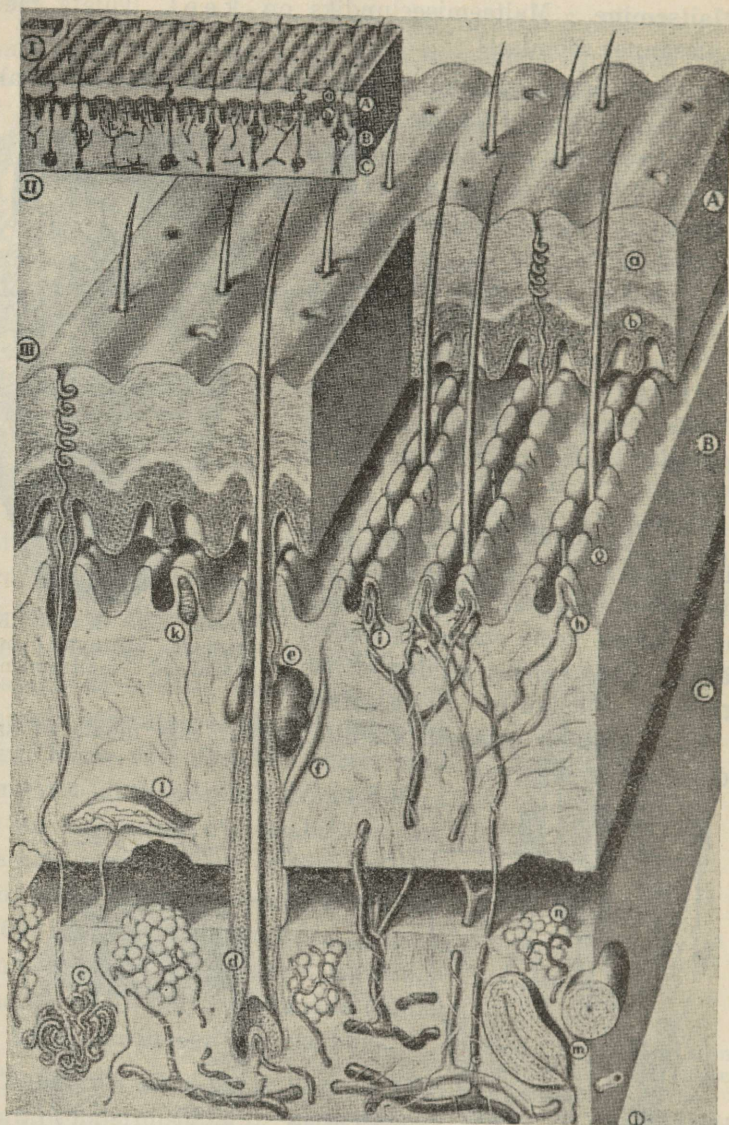
Ü. — Kontrolli 139. joon. andmeid! Selleks kanna terava pintsli-otsaga mõnd magusat, soolast, haput ja mõru lahust keele otsale, külgedele ja pärale! Pane tähele, kuidas erineb maigutunne üksikutes keeleosades!

Sule nina ja katsu määrata vanilli maiku, siis näed, et sageli maiku ja lõhna segame!



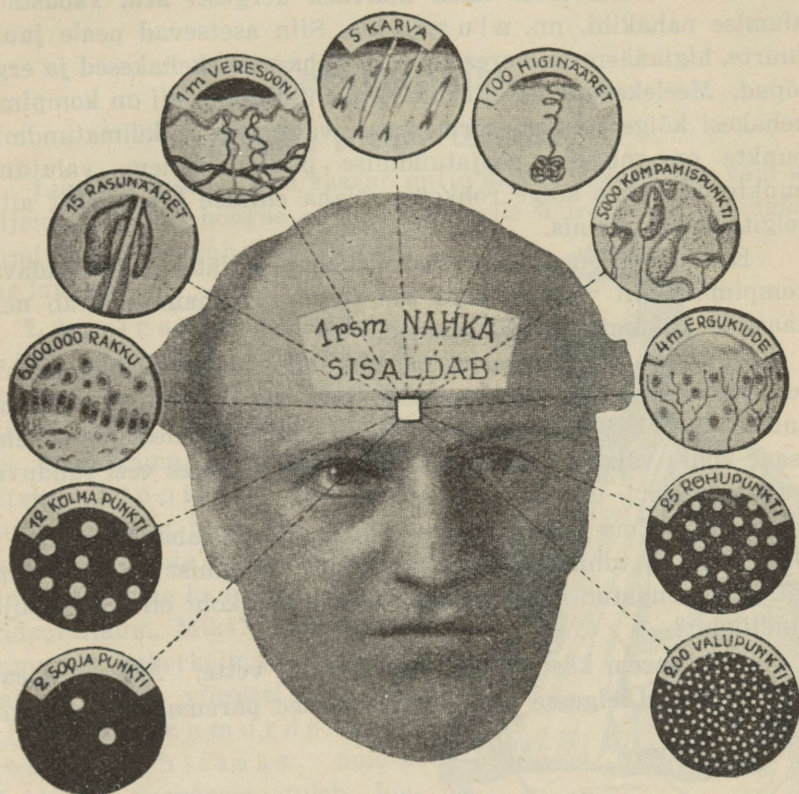
||||| MAGUS
 HAPU
 SOOLANE
 ■■■■■ MÖRU

Joon. 139. Maiguliikide jaotus keelel.



Joon. 140. Inimese naha ehitus. I — loomulikus suuruses, II — nõrgalt suurendatult, III — tugevasti suurendatult. A — marrask; B — alusnahk; a — sarvkiht; b — tekituskiht; c — higinääre; d — juus; e — rasunääre; g — näsad, millesse ulatuvad tekituskihi rakke toitvad veresooned; i — veresooned; k — meelekehake; n — nahaalune rasvkude.

Nahk meeleriistana. Ergud, mis igal pool nahas peente harukestena või isesuguste meelegehakestena lõpevad, teevad naha tundlikuks. Naha abil tunname, kas katsutav ese on määrg või kuiv, sile või kore, pehme või kõva jne. Nahk on meie



Joon. 141. Piltlik kujutis naha ehitusest.

kompimisriistaks. Naha abil tunname ka vahet külma ja sooja vahel, seega peitub nahas ka temperatuurimeel; lõpuks tunname naha abil ka valu. Kompimine, temperatuuri- ja valutunne moodustavad koos naha meele.

Naha pealmine kiht koosneb õhuga kokkupuutuvaist surnud ja sarvunud rakkudest. See nn. sarvkiht on tundlikkuseta ja teeb naha kokkupuutumisel välisõhuga vähem hellaks. Sarv-

kihi all on tekituskiht, kus kõõmana äralangevate sarvkihi rakkude asemele uued tekivad. Need kaks ülemist nahakihti koos moodustavad nn. marraski ehk marrasknaha (140. joon.). Tuleta meelde taimede marrasknahka!

Nahakriimustustel tuleb marrask kergesti ära, vabastades alumise nahakihi, nn. alusnaha. Siin asetsevad peale juuste juurte, higinäärmete, veresoonte ka naha meelekehakesed ja ergulõpud. Meelekehakesed ei esine nahas ühtlaselt: nii on kompimisekehakesi kõige rohkem sõrmeotstel, vähe seljal; külmatundmise punkte on rohkem, soojatundmise punkte vähem, valutunde punkte on nahas kõige rohkem. Naha ehituse keerulisust aitab selgitada 141. joonis.

Eriti hästi on nahameel arenenud pimedatel; nad suudavad kompimise abil vaevata asju ära tunda. Nahameel aitab neile kaasa ka liikumiste reguleerimisel.

Ü. — Puuduta ühtaegu mõlema sirkliotsaga nahka mitmesugustel kehaosadel (sõrmeotstel, peopesal, käeseljal, otsmikul, huultel jne.)! Valmista tabel, kuhu kanna mitmesuguste kehaosade kohta väikesim sirkliotste vahe, mille juures veel tunduvad on kaks pistet!

Rõhu külma sukavardaga küünarvart ja labakätt pealt- ja altpoolt! Kus tunned külma, kus ainult rõhumist? Korda sama katset soojendatud sukavardaga! Missugune koht oli kõige soojatundlikum?

Pane parem käsi külma, vasem sooja vette. Aseta seepeale mõlemad käed leigesse vette! Mida tunned parema, mida vasema käega?

Tervishoiust.

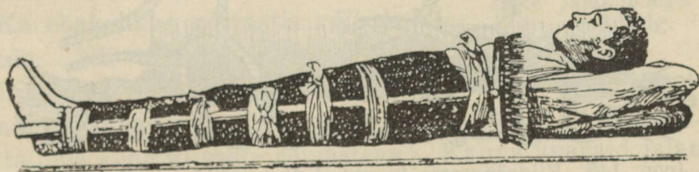
Kuidas püsime tervena?

Luuvigastused. Luu kasvab mitte üksnes noores eas, vaid ka hiljemini. Eriti hoogne on luu kasv selle murdumisel — vigastatud kohal võrsub siis kiiresti uus luukude.

Luuvigastuste puhul tuleb otsida kiiretarstiabi! Luumurde puhul peab kiiresti ja ettevaatlikult esimest abi korraldama. Luumurret kutatakse kinniseks, kui nahk murdekohal on terve, ja lahtiseks, kui luuots on läbi naha tunginud. Viimane luumurre on palju hädaohtlikum. Miks? Haigega oskamatult ümberkäimine tõstmisel, paigast paika viimisel jne. võib kinnise luumurde kergesti lahtiseks muuta. Kuidas? Seepärast tuleb luumurde puhul kõigepealt hoolt kanda, et murtud koht ei liiguks. Selleks tuleb vigastatud kehaosa otsekohe õnne-

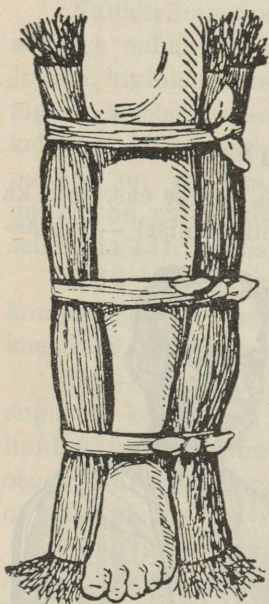


Joon. 142. Õlavarre-lahas.



Joon. 143. Lahas reieluu murde puhul.

tuskohal lahasesse panna (142. ja 143. joon.). Lahase valmistamiseks kõlbavad igasugused käepärast olevad esemed — lauakesed, kepid, vihmavarjud, aga ka õled, oksad, vitsad jne.; köitmiseks rihmad, paelad, rätikud. Et vere liikumine tõmbsoontes takistatud ei saaks, pannakse lahase alla vatti, vilti, sammalt jne. Kuidas õlenuustidest ja riidetükist hea lahase võib valmistada, näitavad joon. 144. ja 145. On käeluu murdunud, siis tuleb käsi peale lahasesse panekut kaela siduda, et käel oleks rahu. On jalg vigastatud, tuleb haige lamavas asendis edasi toimetada.

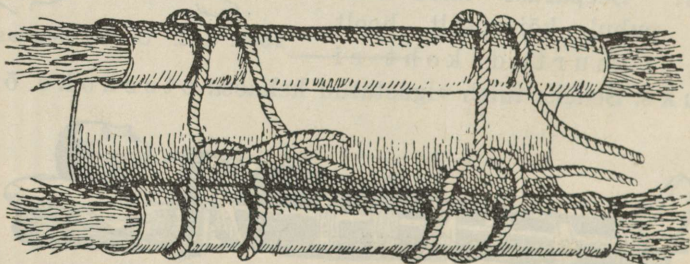


Joon. 144. Jalg õlgedest lahases.

Ü. — Lahasta käepärast olevate abinõudega klassikaaslase käsi, jalg! Kui koolis või kodus juhtub luumurd, missugused esemed on siis kohased abi andmiseks?

Peale esimese abi andmist tuleb kiiresti arsti järele saata või läkitada haige haiglasse, kus murdunud luu otsad õigesse seisangusse asetatakse ja vigastusele kindel side ümber pannakse. Sidemes kasvab murtud luu otstele neid ühendav aine, mis hiljemini luustub. Hästi lahastatud luumurre kasvab 2—8 nädala jooksul kinni.

Liigesevigastused. Kui kukkumise, põrutuse, löögi jne. tagajärjel luuotsad liigeses oma õigelt kohalt välja tõugatakse, kõneleme väändumisest. Nikastuseks kutsutakse väik-



Joon. 145. Riideäärtesse keeratud õlenuustidest valmistatud jalalahas.

semaid liigeste vigastusi. Mõlemal puhul on liiges valus ja liikumine liigeses on takistatud. Sellelaadiliste vigastuste puhul tuleb kannatada-saanud koht rahule jätta, külma vette või äädikhappe-alumiiniumivedelikku kastetud lapp vigastatud koha ümber panna ja haige arsti juurde toimetada. Ainult arst võib paigast nihkunud osad uuesti õigesse seisangusse asetada. Pea meeles, et väändumise paigaleasetamine on seda kergem, mida varemini see toimub!

Toese tervishoiust. Et luud loomulikult saaksid kasvada ja areneda, peab toit tarvilisel määral nõutavaid aineid, eriti sooli sisaldama. Seepärast tarvita järjekindlalt segatoitu! Söö rohkesti sooladeküllast aed- ja puuvilja! Ka joogivee kaudu pääsevad lubisoolad meie kehasse.

K. — Missugune vesi — pehme või kõva — on joogiveena sobivam?

Halva toitumise tagajärjel tekib väikestel lastel nn. inglise haigus ehk rahhiit. Sel puhul on luudel puudus sooladest, mille tõttu luud kõveraks painduvad. Lapsel kasvavad O- või X-moodi kõverad jalad.

Lapseeas on toes alles pehme. Et lülisammas kõveraks ei kasvaks, tuleb 1) hoiduda raamatuid või muid raskusi alati ühes käes või ühe ja sama kaenla all kandmast, 2) mitte liiga kõrgel või madalal pingil istuda, 3) mitte küürus käia jne.

Istu sirgelt! Ära vajuta rinda vastu lauda! Hoiat raamat ja kaustik otse enese ees! Kõige parem, kannat raamatuid seljas!

Ka ebakohane rõivastis võib keha rikkuda. Nii takistab korsett rinna-

korvi, samuti kitsad, teravate ninadega või kõrgete kontsadega kingad ja saapad jalgade loomulikku arenemist (146. joon.). Ära pigista oma keha kitsaste rõivastega! Kanna avaraid jalanõusid! Kõnni rohkesti palja jalu!

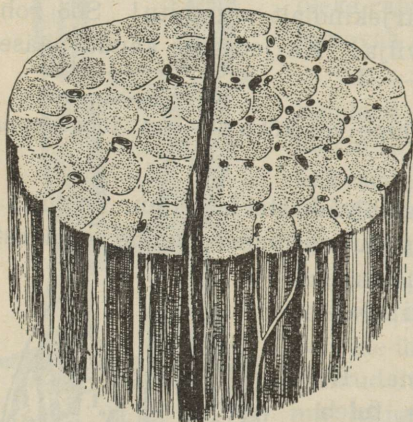


Joon. 146. Inimese jalapõid. 1 — loomulik kuju; 2 — kitsaste jalanõudega rikutud jalg.

Lihaste tervishoiust. Töötades lihas väsib, osalt lihase-
aine äratarvitamise, osalt lihasesse töö tagajärjel tekkinud jää-
nusainete mõjul. Et vere kaudu saaks toimuda uus toidu juurde-
vool ja jäänusainete kõrvaldamine, vajab lihas puhkust.
Tuleta meelde südame tegevust!

Ü. — Vaata kella järgi, kui kaua jõuad kätt väljasirutatult,
peopesa ülespoole, hoida! Korda sama katset järgmisel päeval,
kuid pane peopesale 0,5 kg-ne raskus!

Lihaseid peab alalise harjutuse teel kõ-
venda. Vere läbivool tegevuses olevast lihasest on suurem



Joon. 147. Tegevuses oleva
(paremal) ja puhkava (vase-
mal) lihase ristilõik. Esime-
ses on palju rohkem jõhvsooni verrega
täidetud.

kui puhkavast (147. joon.).
Lihaste tegevus mõjustab
veresoonkonna kaudu kogu
keha ainevahetust. Suure-
male lihaste tegevusele järg-
neb suurem toidutarvidus,
ühes sellega suureneb isu.
Nii on jõukohane
töö parimaks abi-
nõuks kogu keha teo-
võime tõstmiseks.
Kohased abinõud selleks on
ka võimlemine ja sport.
Kuid ära võimle liig-
väsimumeni! Liigsed
pingutused mõjuvad tervi-
sele halvasti. Tee mitmekesi-
seid harjutusi korrapäraselt

iga päev, see teeb keha ilusaks ja painduvaks! Eriti tähtsad on
võimlemine ja sport vaimutöö tegijatele, sest tegevuseta oleku
tõttu väheneb lihaste jõud ja nad rasvuvad. Ära lase liha-
seid töötada olekuga känguda!

Kuidas püsib meie erkkond tervena? Kestev vaimutöö väsi-
tab peaaju, mis — nagu lihasedki — alles peale puhkust
uuesti töövõimeliseks muutub. Et lihaste tegevusest ka erkkond osa
võtab, väsitab ka kehaline töö — eriti selline, mis suurt tähelepanu
või tahtejõu pingutamist nõuab — meie erkkonda. Isegi pikemat
aega kestev kerge töö väsitab vaimujõudu. On kehaline töö meid

ära väsitatud, siis ei saa ka enam edukalt vaimset tööd teha ja ümberpöördukt.

Parimaks erkkonna puhkuseks on *magamine*. Magama jääme „väsimumusolluste“ ajju kogunedes. Täiskasvanud inimene peab öö-päeva kohta 7—8 tundi magama. Kasvav laps tarvitab pikemat puhkust, nimelt 8—12 tundi öö-päeva kohta. Rinnalaps magab veel pikemat aega. Sageli on „närvlikkus“ vähese une tagajärjeks. Maga vähemalt 8 tundi!

Peaaju võime kasvab, nagu lihastegi jõud, harjutuse teel. Ole järjekindlalt vaimselt tegev, siis arendad ja kõvendad aju võimeid, eriti meelespidamist! Kuid hoidu vaimse ületöötamise, liigväsimumuse eest! Pea meeles, et kino, teater ja muud lõbustused on küll töös ühekülgselt koormatud erkkonnale vaheldusepakkujad, kuid nad väsitavad samuti nagu mõni teinegi tegevus. Paras vaimne tegevus vaheldugu jõukohase kehalise tööga!

Erkkond on eriti tundlik rea mürkide vastu. Alkohol võib peaajule raskeid vigastusi tekitada. Rohkel joovastavate jookide tarvitamisel kaob enese üle valitsemine ja meelespidamine. Alalised alkoholitarvitajad mürgistavad end pidevalt ja nende töö võime ja tahte jõud kahanevad. Joodikute lapsed on sageli nõrga erkkonnaga ja kannatavad mitmesuguste erguhaiguste all. Laste vaimuhaigus ja langetõbi on sageli tingitud nende vanemate liigjoomisest. Alkoholi halba mõju suurendab see, et kui ollakse sellega harjunud, siis on temast raske loobuda.

Ka kange tee ja kohv sisaldavad mürkaineid, mis erkkonnale mõjuvad. Nende tarvitamisega ei tohi liialdada, eriti laste toitmisel.

Ära unusta, et terve erkkonna eeltingimuseks on karske elu!

Silma tervishoiust. Silm, kui ülitähtis ja õrn elund, vajab erilist hoolt, et kaua teovõimelisena püsida. Ära unusta täitmast järgmisi tervishoiulisi käske:

Lugedes või töötades hoia raamat või töö otse enese ees, umbes 25 cm kaugusel!

Valgu olgu paras ja paistku vasakult poolt!

Ära loe hämaras! Ära loe ka siis, kui heledad päikesekiired raamatule paistavad!

Hoiä silmi suitsu ja tolmu eest!

Silmahaiguste puhul pöördu viibimata arsti poole! Ka prillide valiku puhul tuleb silmaarsti poole pöörduda!

Kõrva tervishoiust. Kõrvatoru kaudu võivad bakterid kurgust keskkõrva sattuda ja siin põletikku tekitada. Nii tekib sageli leetrite, sarlaki või kurgutõve (difteeria) puhul keskkõrva põletik. Seda hooletusse jättes võib haigus kaugemale levida, ning siis pole seda enam hõlpus ravida. Oled mõne haiguse (ka nohu) järel halvasti kuulma hakanud, siis mine aegsasti arsti juurde — muidu võib kuulmine veelgi halvemaks minna.

Pea silmas järgmisi tervishoiulisi käskke:

Hoiä kõrva põrutuste ja löökide eest! Ära karju kellelegi kõvasti kõrva!

Ära pane midagi kõrva sisse! Ära kunagi torgi kõrva! Tahad sa teda vaigust puhastada, siis pese või pritsi teda leige veega!

Naha eest hoolitsemisest ja keha karastamisest. Tuleta meelde, mis ülesanded on täita nahal!

Tähtsaks eelduseks tervise alalhoidmisel on asjaolu, et nahk saaks oma mitmekesisist tegevust segamatult ja korrapäraselt jätkata. Selleks hoiame naha puhtana kõõmatükikestest, higist, tolmust, muust mustusest jne., seda korralikult pestes. Tuleb iga nädal saunas või vannis käia või vähemalt kord nädalas ennast korralikult seebi ja sooja veega üleni pesta. Nägu, käsi ja higistavaid kohti peseme iga päev.

Nahka karastamise teel harjutame selles leiduvaid vere-sooni temperatuuri muutuste korral kiiresti kokku tõmbuma või laienema.

Nahka karastame õhu- ja päikesevannidega, külma või jaheda veega hõõrumiste ja suplemise abil. Need mõjuvad ühtlasi värskendavalt erkkonnale, tugevdavad südame tegevust ja aitavad kaasa ainevahetusele.

Päikesevalgus hävitab ka pisikuid ja desinfitseerib seega nahka. Päikese käes pruunistunud nahk on nakkushaiguste suhtes vastupidavam kui kahvatu ja karastamata nahk, millele päike

ja õhk pole ligi pääsenud. Päike soodustab ka punaliblede paljunemist ja luude arenemist.

Oma keha vee, õhu ja päikesega karastades hoidume eriti külmetushaigusist, nagu nohu, köha ja teised. Nende haiguste vältimiseks on tähtis ka keha mitte üleliia hellitada ülisoojade elu-, eriti magamisruumidega või üleliigse rõivastisega.

Vee, õhu ja päikese kasutamisel tervishoiu vahenditena harjuta keha nendega järkjärgult, hiljemini aga hoidu liialdusist. Muidu võivad need tegurid oodatava kasu asemel kehale ainult kahju teha. Et suplemisel uppumisohtu vältida, õpi aegsasti ujuma!

Nakkushaigustest.

Nakkushaigused on haigused, mis bakterite kaudu ühelt inimeselt teisele kanduvad, „külge hakkavad“. Tähtsamaid nakkushaigusi on tiisikus (tuberkuloos), soetõbi (tüüfus), rõuged, gripp (influenta), lapseas eriti sagedad leetrid, sarlak, kurgutõbi (difteeria), läkaköha, tuulerõuged, kõrvanäärme põletik (mumps) jt. Omandab nakkushaigus eriti laia ulatuse, siis kõneleme taudist.

Kõige rohkem nõuab nakkushaigusist ohvreid tiisikus: meil sureb aastas tiisikusse keskmiselt 2550 inimest; seega nõuab tiisikus meilt igal kuul viiest vagunist koosneva rongi täie ohvreid.

K. — Mida tead juba tiisikusest?

Tiisikushaige röga sisaldab loendamatu hulki tuberkuloosipisikuid. Need avastas a. 1882 õpetlane Robert Koch. Köhides, aevastades või kõneldes paiskuvad tiisikuspisikud ühes röga- või süljepiiskadega õhku, põrandale, tarbeesemeile jne., kust nad kergesti terve inimese kehha pääsevad. Tiisikust põevad ka loomad: nii võib tiisikusse nakatuda ka haige lehma piima juues.

Võitlusest nakkushaigustega. Et nakkushaigustest hoiduda, tuleb takistada haigusi nakatavatel bakteritel meie kehasse satumast. Seepärast ei tohi nakkushaigetega kokku puutuda, sest nende röga, sülje, väljaheidete jne. kaudu võivad bakterid kergesti tervele inimesele sattuda. Kõige otstarbekohasem on haige otse-

kohe terveist eraldada. Paljude nakkushaiguste puhul peab eraldamine ka mõnda aega peale paranemist kestma, sest et haige teatud aja jooksul peale tervenemist haiguspisikuid eneses kannab ja neid levitab.

Nakkushaiguste vastu võitlemiseks ongi kooliõpilaste tarbeks kindlaks määratud peale haigust eraldamisajad, mille möödudes alles nad kooli võivad minna.

Tähtsaks võitlusvahendiks nakkushaigustega on desinfektsioon — haiguspisikute surmamine vastavate keemiliste ainete või kuumutamisega. Vedelikest tarvitatakse desinfitseerimiseks sageli sublimaadid, lüsooli või karboolhappe lahust, gaasidest — formalini aur. Desinfitseerimiseks tarvitatakse ka lubjapiima ja kloorlupja. Lihtsamaid desinfektsioonivahendeid on tuli, keev vesi, kuum aur, päike, pesemine seebi (eriti roheline) ja veega. Desinfitseerida tuleb mitte ainult haige toidunõusid, tarberiistu, voodipesu ja rõivaid, vaid ka ruumi, kus haige viibis, ühes kõige selles leiduva majakraamiga. Ägedate nakkushaiguste puhul teostatakse ruumide desinfektsioon sunduslikult linna või maakonna tervishoiuarsti korraldusel.

Kaaskodanikkude hoiatamiseks kinnitatakse ruumile, kus nakkushaigus ilmsiks tulnud, sellekohane teadaanne (plakat), mida ainult ametliku arsti loal maha võib võtta.

Bakterite vastu võitlejaiks on haige kehas vere valgelibled, mis pisikuid enesesse koguvad ja hävitavad. Kuid ka vereleem on võitluses bakteritega tegev. Vereleemes leidub erilisi kaitseaineid, mis baktereid lahustada suudavad. Nende kõrval tekivad haige veres erilised „võitlusollused“, mis ainult antud haiguse baktereid hävitavad. Need jäävad verre mõneks ajaks püsima. Seega on seletatav, et paljudele haigustele immuunsus ehk ohustumatus järgneb. Selle kestel sama haigus uuesti ei nakatu. Ohustumatus kestab ühtede haiguste järel pikemat, teiste järel lühemat aega.

Neid haige kehas tekkinud olluseid, nn. antitoksiine, kasutatakse selleks, et tõsta inimkeha vastupanuvõimet nakkushaigustele. Selleks süstitakse (pritsitakse) inimese verre

immuunseks muudetud loomade verest saadud raviseerumit. Süstimist tarvitatakse näit. difteeria, tüüfuse, koolera, marutõve ja teiste haiguste puhul. Osalt toimetatakse süstimist — nn. kaitsesüstimist — tervetele, kaitseks haigustumise vastu, osalt haigetele selleks, et nende keha võitlusvõimet haigusega tõsta.

Rõugepanemisel nakatatakse inimene haigetelt vasikatelt kogutava rõugelimaga. See sisaldab veiserõuge pisi- kuid ja tekitab vaid nõrga haigustumise, mis mõne päevaga möödub, millele aga kuni 10 aastat kestev immuunsus inimeserõuge- tele järgneb. Sundusliku üldise rõugepanekuga on suudetud rõugetaudile, mis endistel aegadel suuri hulki ohvraid nõudis, piir panna, nii et see haigus väga haruldaseks on muutunud.

Kuigi loendatud vahendid on mõjuvaks relvaks võitluses nakkushaigustega, ei ole selles võitluses mitte väiksema tähtsusega iga üksiku tervislik seisukord ning sellest tingitud kaitse- ja vastupanuvõime nakkushaigustele. Terve ja lihtne toit, puhas, valguse-, õhu- ning päikeserohke elamu ja korralik puhkus peale tööd on parimad vahendid tervise alalhoidmiseks. Kui meie korraliku ja kaine eluviisi juures oma keha ka sportlikult arendame ja karastame, siis varustume loomuliku, tugeva ja kindla kaitse- võimega nii mõnegi nakkushaiguse vastu võitlemisel.

Haige eest hoolitsemisest. Haiget tuleb hoida õhurikkas puhtas, võimalikult päikesepaistelises toas, mida korralikult tuleb tuulutada. Akna avatud oleku ajaks tuleb haige hoolikalt vaibaga katta. Haigetoa temperatuur peab olema 19° C ümber, verekaotuste, põletuste, väga nõrkade haigete jne. puhul veelgi kõrgem.

Haige ümbruses valitsegu vaikus ja rahu, sest haiget ärritab tavaliselt väikegi müra, ka säärane, mida terve ei märkagi. Ka ei tule haiget halbade või ebameeldivate teadete jutustamisega ärritada ega pika vestlusega väsitada. Haigetalitajal peab olema kannatust haige kaebuste rahulikuks ärakuulamiseks ning ta peab püüdma haige soove võimalust mööda rahuldada.

Haigevoodi tuleb seinast eemale tõmmata, mis võimaldab haige talitamisel ja toa puhastamisel hõlpsamat ligipääsu. Voodi asetsegu nii, et valgus langeb haigele tagant või küljelt.

Põetajal tuleb hoolitseda selle eest, et haige kõik arsti ettekirjutused korralikult täidaks ja talle määratud ravimeid arsti õpetuse kohaselt tarvitaks. Et ravimid tarvitamisel segamini ei läheks, tuleb neile nimesedelid külge jätta ja enne ravimi tarvitamist vaadata, kas see on õige. Mürgiseid ravimeid hoitagu luku taga!

Peale higistamist tuleb iga kord vahetada haige ihupesu. Kui haige ise ennast pesta ei saa, tuleb igal hommikul ta nägu pesta märja lapiga. Hambaid tuleb puhastada nagu harilikultki igal õhtul ja hommikul; kui haige seda jõuetuse tõttu ei suuda, peab ta vähemalt suud boorveega (ja iga söögi eel lihtsalt veega) loputama. Haige varustatagu kaanega kruusiga või purgikesega, kuhu ta võiks sülitada röga, suuloputamistvett jne. Põrandale või ninarätti sülitamisel võib ta haigust, eriti tiisikust ja difteeriat kergesti levitada, röga allaneelamisel aga haigust (näit. tiisikust) sooltorru edasi kanda. Oksendamisel tuleb haige pea küljele pöörata, et takistada okse kurku sattumist.

Kehasoojust tuleb mõõta arsti eeskirjade kohaselt (harilikult kolm korda päevas — kell 8 hommikul, kell 1 päeval ja kell 7 õhtul). Mõõtmist toimetatakse tavaliselt kaenla all 10—15 minutit; peale temperatuuri äralumemist tuleb veel kord katsuda, kas see enam ei tõuse.

Eespool-antud olulisematele enam-vähem üldistele eeskirjadele lisandub rida teisi, mida arst ühe või teise haiguse ravimisel tarvitlikuks peab. Nende kõikide täpsest täitmisest oleneb suurel määral haige hea käekäik ja paranemise kiirus.

Et kodune haigepõetamine on küllaltki tülikas ja vaevanõudev ning pole sageli kitsaste olude tõttu üldse otstarbekohaselt läbiviidav, on pikaldaste haiguste puhul parem toimetada haige haiglasse, kus ta kõigiti asjatundliku hoolitsemise ja ravi osaliseks saab. Eriti tähtis on haiglasse paigutamine nakkushaiguste puhul, sest säärased haiged on ohtlikud oma ümbrusele: nende kodusel ravimisel varitseb haigustumisoht kõiki haige kaaselanikke.

Esmasabi.

„**Õnnetus ei hüüa tulles!**“ ütleb tuntud vanasõna. Töö juures, raudtee- või autosõidul ja muul liiklemisel, tulikahju puhul, iga-sugustel rahvakogunemistel ja mujal võivad kergesti esineda õnnetusjuhtumid, nagu haavamised, luumurded, mürgistused, meelemärkuse kaotamine ja muud. Ka koduses elus pole need — vaatamata vajalikule hooletule ja ettevaatusele — täielikult väldi-tavad.

Säärasel korral oleneb vigastatu saatus sageli kohalviibijate külmast verest ja oskusest kannatada saanut õieti abistada, talle e s m a s a b i anda. Kiire ja otstarbekohase esmasabiga võib sageli vigastatu elu päästa. Peale esmasabi andmist on tähtis võimalikult kiiresti arst kutsuda või õnnetu arsti juurde või haig-lasse toimetada.

Esmasabi teostamiseks peaks igas kodus olema alati käe-pärast k o d u a p t e e k, mis sisaldagu peale muu ka kõike esmas-abi andmiseks vajalikku, nagu joodtinktuuri, tümoolpiiritust, ben-siini, põletatud magneesiumi, nuuskpiiritust, vatti, marlisidet, side-rätikuid, kinnitusnõelu jne.

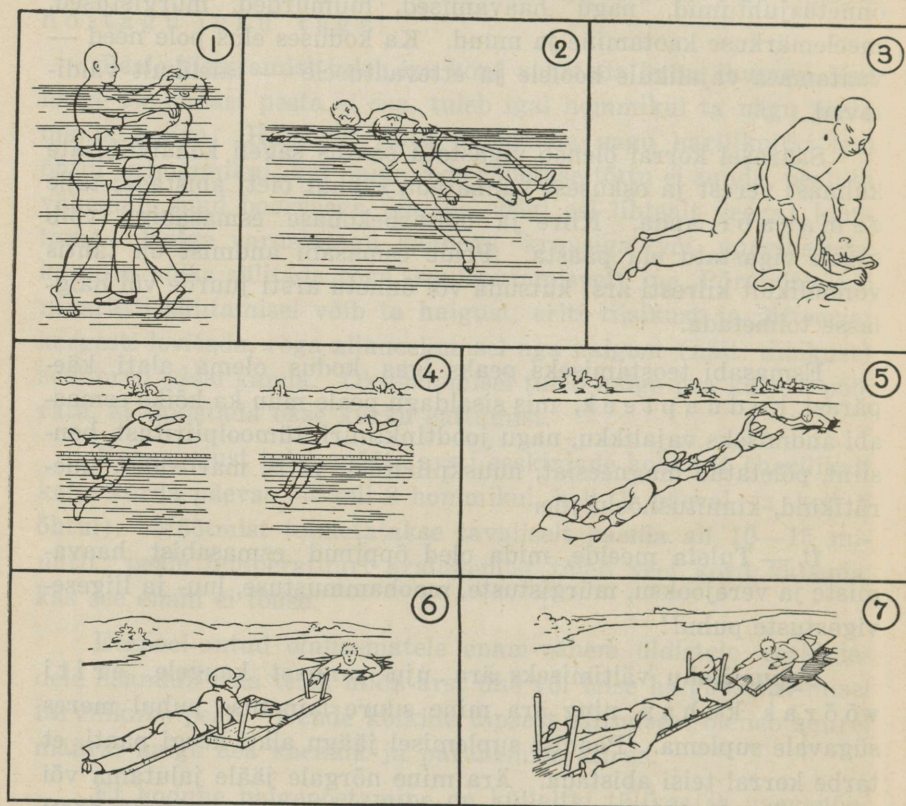
Ü. — Tuleta meelde, mida oled õppinud esmasabist haava-miste ja verejooksu, mürgistuste, maohammustuse, luu- ja liigese-vigastuste puhul!

Uppumisohu vältimiseks ära uju rannast kaugele, eriti v õ õ r a s k o h a s, ning ära mine suure lainetuse puhul meres sügavale suplema. Paadist suplemisel jäägu alati keegi paati, et tarbe korral teisi abistada. Ära mine nõrgale jääle jalutama või uisutama! Pea meeles, et uppuja päästja peab ise oskama hästi ujuda. Õ p i a e g s a s t i u j u m i n e s e l g e k s !

Tähtsamaid võtteid uppuja päästmisel näed joonisel 148. On uppunu veest välja toodud, siis tuleb tal ülakeha rõivaist vabas-tada, ta kõhuli üle abistaja põlve asetada, et kopsudesse tunginud vesi välja saaks voolata. Selle hõlbustamiseks tuleb uppunu aba-luudele vajutada. Siis tuleb õnnetu selili vaibale või puupõran-dale (mitte külmale maapinnale) asetada, tal keel suust välja tõm-mata ja ninarätikuga lõua külge kinnitada, selja alla kokkurulli-

tud riided panna ning kunstlikku hingamist tegema hakata. Sellekohaseid võtteid näed joonisel 149.

Elektrilöögi saanu tuleb võimalikult kiiresti elektrijuhtmeist vabastada. Seda võib teha seistes klaasi, hästi kuiva puu või

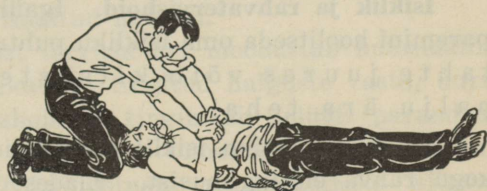


Joon. 148. Uppuja päästmine. 1 — Enda päästmine uppuja haarest. 2 — Uppuja päästmine. 3 — Uppunu asetamine põvele, et vesi voolaks suust välja. 4 — Murdunud jääle väljaronimine: rinnuli (vasemal pool) — valesti, selili (paremal pool) — õieti. 5 — Uppuja juurde roomamine üksteisest kinni hoides. 6 ja 7 — Uppuja abistamine laua ja pingi abil.

kummi peal (näit. kalossides). Miks? Kummikinnaste puudumisel tuleb käed vabastamisel mässida kummimantlisse või kuiva räti sisse. Vigastatut võib traatidest ka puukepiga eemale tõmata. Elektrijuhtmeist vabastatule tuleb hakata tegema kunst-

likku hingamist, tarbe korral kuni 4—5 tundi.

Kaitsest sõjagaaside vastu. Sõjas kaitseks ja pealetungiks tarvitataivate nn. sõjagaaside toime on mitmekesine. Ühed, nn. pisargaasid tekitavad pisarate voolu, valgusekartust ja valu silmades; need gaasid on kõige vähem ohtlikud. Teised, nagu fosgeen, kloor jt., mõjuvad hävitavalt kopsudesse ja limanahkadesse ning kannavad lammataivate gaaside nime. Kolmandad, nagu sinihape, on mürkgaasid. Ipriit kuulub nn. sööbegaaside hulka.



Joon. 149. Kunstlik hingamine: üleval sisse-, all väljahingamine.



Joon. 150. Gaasitorbik; a — gaasikurn, b — näokate.

Viimased mõjuvad mitte ainult kopsudele, kõrile, silmadele jne., nagu teised sõjagaasid, vaid tekitavad kogu nahal aeglaselt paranevaid haavu. Gaasirünnaku ajal kaitstakse end gaasimürgistuse vastu gaasitorbiku abil, mis asetatakse näole (joon. 150). Gaasitorbik on varustatud kurnaga. Viimane on täidetud söepuruga ja immutatud keemiliste ainetega, mis sissehingatavat õhku mürkgaasidest puhastavad. Teiseks kaitsevahendiks on gaasikindlad ruumid, nn. gaasivarjendid. Neid ehitatakse väiksemaid, ainult teatava maja

elanikkonna jaoks, või suuremaid, kus linnaelanikud hulgaliselt gaasirünnaku korral kaitset võivad leida.

Silmas pidades esmasabi andmise oskuse ülisuurt tähtsust nii rahu kui ka eriti sõja ajal, püüa esimesel võimalusel läbiteha samariitlaste kursused!

Ühiskondlik ja kutsealaline tervishoid.

Isiklik ja rahvatervishoid. Igaühe kohuseks on võimalikult paremini hoolitseda oma isikliku puhtuse ja tervishoiu eest. Hea tahte juures võib kitsasteski oludes sel alal palju ära teha!

Kuid iga üksiku isiklik tervishoid oleneb suurel määral kogu rahva elutingimustest. Elades halbades tervishoiuoludes, näit. ümbruses, kus puudub hea joogivesi või kanalisatsioon, kus ei teostata nakkushaiguste vastu võitlemist, kus valitsevad üldine kasimatus ja räpasus jne., on igal üksikul palju rohkem võimalusi haigustuda kui seal, kus üldised tervishoiutingimused on kõrgel tasemel.

Üsikkodanik pole võimeline kõiki tervisevastaseid olusid kõrvaldama. Siin tulevad appi riik, omavalitsused ja seltskond, kellel lasub ühiskondliku tervishoiu teostamine. Selleks ehitatakse haiglaid, sanatooriume, lastevajupaiku, puhkekodusid jne., hoolitsetakse imikute ja tööjõuetute ning vanade eest, rajatakse vesivarustus ja kanalisatsioon, ehitatakse tapamaju, külmutushooneid jne., korraldatakse toiduainete järelevaatust, võidakse nakkushaigustega, uuritakse ühiskonna elutingimusi, et leida vahendeid tervisevastaste olude kõrvaldamiseks või nende tagajärgede pehmendamiseks, antakse tervishoiumäärusi koolide, saunade, kinode, toiduainete-kaupluste ja teiste rahvale tarvitamiseks määratud asutiste kohta, levitatakse kirjanduse kaudu tervishoiulisi näpunäiteid, et tõsta rahvas arusaamist tervishoiunõuete tähtsusest jne. Kõige selle tagajärjeks on üldiste tervishoiutingimuste paranemine.

Laialdaselt teostatud ühiskondliku tervishoiu üheks tagajärjeks on inimese keskmise eluea tunduv pikenemine. Kui inimese keskmine eluiga oli XVII—XVIII sajandil 35—36 aastat, on see nüüd Eestis 56,4 aastat, teistes kultuurmaades aga veelgi kõrgem.

Tööalad ja eluviis. K. — Milline tööala nõuab püsivat istumist? käimist? seismist? kopsude pingutamist? silmade väsitamist? Nimeta tööstusi, kus valitseb tugev müra; kus esineb rohkesti tolmu; kus on tegemist mürgiste ainetega!

Kutsealaline tegevus ei nõua kõikidelt kehaosadelt ühesugust tööd. Sel ajal kui osa elundeist peab ennast tugevasti pingutama, ei tööta teised hoopiski või on ainult nõrgalt tegevad. Esimesi elundeid ähvardab ülepingutus, teisi kängumine. See põhjustab mitmesuguseid elukutsest tingitud haigusi.

Ühe osa ühiskondlikust tervishoiust moodustab kutsealaline tervishoid, mis võitleb elukutsest tingitud haiguste vastu, uurib üksikute elukutsete tervishoiulisi tingimusi, püüab parandada tööolusid kätistes, otsib abinõusid õnnetusjuhtumite vältimiseks töö juures jne. Töökahjustuste vähendamisele aitavad kaasa ka tööaja piiramine seadusega. Enamikus riiges on tööstusis maksev 8-tunnine tööpäev, mis võimaldab töölistele tarvilikku puhkust. Sama taotleavad ka ületunni- ja öötöö, samuti alaealiste ja naiste töö piiramine või täielik keeld.

Taimeriik ja inimene.

Mida saab inimene taimeriigist?

1. Toiduained. Suurema osa omast igapäevasest toidust saame taimedest. Toiduks tarvitame toiteaineterikkaid ja maitsevaid taimeosi, kõige rohkem **vilju ja seemneid**.

Ü. — Märgi antud tabeli kujul, missuguste kodumaal kasvavate taimede vilju ja seemneid tarvitatakse toiduks!

Toiduks tarvitatakse	Aiataimed	Põllutaimed	Metsataimed
Vilju			
Seemneid			

Võõramaa-taimedest etendavad inimkonna toitlustamisel tähtsat osa riis, mais ja hirss, mille seemned on tähtsrikkad.

K. — Kus kasvatatakse riisi, maisi, hirssi?

Suhkrut sisaldavad kõik magusad puuviljad ja marjad (missugused?). Puhast suhkrut saadakse aga suhkruroo varrest ja suhkrupeedist, mille mahlas on kõrge % suhkrut.

Valkaineid ja õlised sisaldavad mitmesugused pähklid (meie harilik sarapuupähkel, kreeka ja kookospähklid). Eriti õlirikkad on õlipuu ja päevalille seemned.

K. — Kuidas nimetatakse õlipuu- ja päevalilleseemnetest saadud õli? Milleks tarvitatakse neid õlised?

Lehti ja varsi tarvitame toiduks paljudelt aedviljadelt.
Ü. — Koosta aedviljade tabel ja märgi sinna, millistest nendest süüakse lehti, millistest varsi!

Ka maa-aluseid taimeosi, kuhu on säilitatud toiteainete tagavarad, tarvitab inimene toiduks.

Ü. — Koosta tabel ja märgi sinna, millistest juurviljadest tarvitatakse toiduks juuri, juurikaid, sibulaid, varremugulaid!

K. — Miks inimene ei söö kõiki taimi ja kõiki taimeosi? Millist taimtoitu süüakse toorelt, millist keedetult?

2. Maitseained. Ka need on pärit taimeriigist, nagu pipar, piparmünt, sinep, vanill, safran, kardamom, rosinad jne. Maitseainete hulka kuuluvad aga ka tee, kohv ja tubakas.

Suurem osa maitseaineid — eriti aga tubakas — on liial tarvitamisel mürgised.

K. — Missuguseid kodumaal kasvavaid maitseaineid tunnend?

3. Kiudained. Kiudainetest valmistatakse riidet, nõõri, köisi ja punutakse mitmesuguseid tarbeid (vaipu, matte jne.). Kodumaa tähtsamad kiudained on lina ja kanep, võõramaistest — džuuut (jute), Uus-Meremaa ja India linad ja kanepid. Kiudu sisaldavad veel nõgesed, kookospähklid, palmilehed, pärnaniin jne.

K. — Millest valmistatakse paberit, pappi, kunstiidi?

4. Kütteainetena võib tarvitada kõiki taimeosi, sest kõik nad sisaldavad süsinikku, võivad põleda ja soojust anda. Kuid kütteainena eelistatakse puitunud taimeosi, mis sisaldavad vähem vett ja sooli.

K. — Missugused kodumaa puud annavad põlemisel kõige rohkem soojust? Miks põlevad kuivad puud paremini kui toored? Miks jääb hagudest rohkem tuhka järele kui puudest?

Kõige tähtsamaks põletus- ja kütteaineks on kivisüsi, aga ka turvas. Ka need on, nagu teame, tekkinud taimedest.

5. Ehitus- ja puutöömaterjal. Sellena tarvitatakse sirgetüvelisi puid palkidena, plankudena ja laudadena.

K. — Missuguseid puid tarvitatakse ehitus-, missuguseid puutöömaterjalina? Missugustest puudest valmistatakse vineeri?

6. Värvained. Endistel aegadel, kui ei tuntud keemiliselt valmistatud värvaineid, saadi neid peamiselt taimeriigist. Meie kodumaal tarvitati vanasti: maranajuurte punast, naistepuna õienuppude lillakaspunast, kanarbiku rohelist, lepapargi kollast jne. Neid mahedaid taime-värvitoone võime näha vanades vöö- ja vaibakirjades.

Võõramaa värvidest oli kõige kuulsam Indias kasvavatest taimedest saadav indigosinine. Praegu valmistatakse indigot ja teisi värvaineid kunstlikult keemilisel teel.

7. Ravimid. Taimeriigist on pärit hulk aineid, mida tarvitatakse mitmesuguste inimese ja looma haiguste puhul ravimitena. Vaatamata sellele, et praegu rohkesti ravimeid valmistatakse keemilisel teel algainetest, on taimeriigist saadavad ravimid endiselt aukohal.

Kodumaa taimedest saadakse ravimeid:

juurtest: palderjan, käoking, kalmus, surmaputk, maarja-sõnajalg;

vartest ja lehtedest: leesikas, liivatee, hiirekõrv, mesikas, naistepuna, piparmünt, koirohi;

õitest: piibeleht, saialill, kummel, põldmagun;

viljadest: köömen, aedmagun, vaarikas, maasikas;

seemnetest: sinep, okasõun, koerapöörirohi, lina, kõrvits;

koorest: näsiniin.

Vanarahval on peale selle veel paljud taimed ravimitena tuntud, nagu: üheksaväGINE, verehurmarohi, silmarohi, veiste südamerohi, kaetisrohi, päevatisrohi, jne.

K. — Millest on tulnud nende taimede nimetused? Millist tulu võib saada ravimitaimede kasvatamisest ja korjamisest?

8. Taimed puhastavad õhku ja rikastavad seda hapnikuga.

9. Lõpuks on taimed veel meeldivad meie silmale, kütkestades meid oma rohelusega (mets, aas, muru)

või oma värviküllaste õite ja lehtedega. Seepärast kasvatame elamute ümber ilupuid, -põõsaid ja lilli ning kaunistame ka eluruume lilledega.

Ü. — Kirjuta oma töövihku, milliseid ilupuid, ilupõõsaid, aedlilli ja toalilli sa tunnud!

Kuidas hoolitseb inimene taimede eest?

Varematel aegadel, kui inimesi oli maakeral vähe ja nad elatasid endid alles jahist, kalapüügist ja karjakasvatusest, ei hoolitsenud inimene üldse taimede eest. Alles sellest ajast peale, kus ta asus püsivalt elama ühele kohale ja muutus maaharijaks — põllumeheks, hakkas ta kasvatama taimi ja nende eest hoolitsema. Praegu aga, kus inimeste arv maakeral on kasvanud hiiglasuureks ja nende juurdekasv sunnib inimesi järjest kitsamal maa-alal endid ära elatama, muutub ka hool taimede eest iga päevaga intensiivsemaks. Isegi metsad, kus seni puud võisid kasvada inimestest eksitamata (suurtel maa-aladel põhjas ja ekvaatori all kasvavad metsad ka praegu inimese hooleta), on kultuurriikides muutunud teatud määral istandikeks. Siin kasvatatakse noored puutaimed taimelavades üles ja istutatakse selle järel ridamisi määratud kohtadele. Ka haritakse ja väetatakse siin metsamaad ja hoolitsetakse metsapuude eest nagu teistegi kultuurtaimede eest: kõrvaldatakse liigsed puud ja valitud puude kasvu segavad taimed, peetakse võitlust puude haiguste ja metsakahjurite vastu.

Meiegi kodumaa mets on muutumas kultuurmetsaks. Ka meie kasvatame ja istutame noort metsa ja hoolitseme selle eest. Ainult võitlus puude haiguste ja kahjurite vastu nõuab veel ulatuslikumat teostamist.

Samuti aasa, heina- ja karjamaa, soo ja raba taimekasvu on hakanud inimene mõjustama. Siin kuivatatakse ja tasandatakse maapinda, küntakse üles ja külitakse sinna valitud taimede seemneid. Nii on soetatud meilgi hulk kultuurheinamaid ja karjakopleid valitud söödataimestikuga.

Ü. — Loe erikirjandust raamatukogust ja katsu selle kaudu jõuda kultuurheinamaade ja karjakoplite korraldamises selgusele!

Kõige rohkem hoolitseb inimene põld- ja aedtaimede eest. Need taimed nõuavad kasvamiseks tavaliselt rammusat ja hästiharitud mulda, rohkesti valgust ja soojust, nad ei suuda umbrohtudega võistelda ega ole üldse elujõulised inimese hooleta.

Nii näeme, kuidas taimeriik maapinnal on võtnud — ja võtab edaspidi veel enam — inimese mõjul hoopis uue ilme: looduslikud taimed ja taimeühingud surutakse tagasi või hävitatakse hoopis ja nende asemele asutatakse kultuurtaimede ühingud: kultuurmetsad, -niidud, põllud, aiad. Kultuur hävitab looduse!

Loodusekaitse. Kultuurtaimede ühingutes ei leidu enam looduslikke taimekasvu tingimusi ega looduslikku taime arengut. Kultuur hävitab mitte üksnes kahjulikke ja väheväärtuslikke, vaid samuti ka tähtsaid, huvitavaid ja omapäraseid taimi ning loomi. Ja et me võime tõelist taime- ja loomaelu tundma õppida ainult looduslikes — mitte kunstlikes — elutingimustes, siis peame hoolitsema selle eest, et inimkultuur loodust täielikult ära ei hävitaks. Peame loodust mitte üksnes kasutama, vaid teda ka kaitsema!

Nii ongi kultuurriikides eraldatud iseloomulikumat ja haruldasemate taimedega ja loomadega maa-alasid ja võetud need loodusekaitse alla. Nendes nn. loodus- ehk rahvusparkides on keelatud küttimine, taime korjamine või murdmine, maakuivatamine, langenud puude äravedamine jne. Siin võime näha taime looduslikku kasvu ja loomade elu ning seda teaduslikult uurida.

Eestis on eraldatud ülikooli metskonnast Kastre-Peravallas selliseks looduspargiks kaunis suured metsaosad. Samuti kuuluvad loodusekaitse alla Abruka saar, väikesed linnusaared Vilsandi juures jne.

Peale selle on iga inimese kohus hoolitseda looduse eest: mitte lõhkuda linnupesi, mitte tappa ilma põhjuseta roomajaid, kahepaikseid ja putukaid, austada jahiseadust, hoolitseda taime eest, eriti kaunite vanade puude eest, mis on ümbrusele iluks, mitte asjatult

kitkuda ja murda teeäärseid taimi; iseäranis aga tuleb kaitseda oma ümbruses neid haruldasi loomi ja taimi, mis on hävimas.

Kodu ümbruse kaunistamisest.

Iga perekond püüab soetada endale kodu, s. o. meelepärase elamu koos aiaga. Elamu üksinda — ilma sinna juurde kuuluva maata — ei suuda pakkuda meile elamiseks kunagi täielikku rahuldust ega kujuneda meile koduks. Kodu juurde kuulub koduaed, mida igaüks enda meele päraselt sisustab ja kaunistab. Lastele jääb eluajaks meelde just koduaed, kus nad päikesepaistel on veetnud oma ilusamad nooruspäevad. Ja kui neid eluteed viivad kodust eemale, siis ihkavad nad alati pääseda tagasi oma armsasse lapsepõlvekoju, oma nooruse õnnemaale. See koduarmastus, millega liitub armastus oma vanemate ning õdede-vennade vastu, on seda tugevam, mida kaunim on meie kodu ja selle ligem ümbrus ja mida rohkem see varajases nooruses on mõjustanud meie ilutunnet. Seepärast on meie kohus endi ja oma laste tuleviku nimel panna suurt rõhku kodu ja selle ümbruse kaunistamisele.

On ebamugav elada hoones, mis asetseb lagedal väljal tormide ja tuiskude käes. Peale muu võivad lõõtsuvad tõmbetuuled ohustada meie tervist. Seepärast on tarvis istutada kaitsepuid hoonete ja õue ümber. Eriti sobivad selleks okaspuud, mis talviseid tuiske ja külmi tuuli suudavad hästi kinni hoida.

Peale kaitsepuude istutame elamu lähikonda veel ilupuud ja -põõsaid, jätame aga ka vaba ruumi muruna elamu ümber, et oleks võimalus maja ümber vabalt liikuda ja et seal oleks õhku ning päikest.

Liikumise soodustamiseks rajame veel tasased ja siledad teed ning hoiame need puhtad. Teede äärde ja akende ette rajame kaunid lillepeenrad.

Sellisel korraldatud ja kaunistatud koduaed, kuhu peale iluaia kuulub veel tuluaed — viljapuudega, marjapõõsastega ja köögiviljaga — tõstab kodu väärtust. Ta tõstab meie tuju, pakub meile palju rõõmu ja tiivustab meid tööle: sellise kauni, mugava ja

meelepärase kodu heaks oleme valmis innukalt töötama ja ohvreid tooma.

Kuidas teostame koduümbruse kaunistamist? Kõledate ja külmade talviste põhja- ning kirdetuulte kaitseks istutame hoonete ja õue ümber okaspuid: tasasele ja niiskust sisaldavale mullale kuuski, kas ridamisi või rühmiti vahemaaga umbes 1,5 m üksikute puude vahel, kuivadele liivastele küngastele aga mände, kaugusega umbes 4 m üksikute puude vahel.

K. — Miks võime kuuski istutada tihedamalt kui mände? Mispärast kuused ei kasva kuival liivasel pinnasel?

Läanetuulte kaitseks võime istutada lehtpuid, nagu pärni, vahtraid, jalakaid jt. vahekaugusega 4 m. Lõuna poole hoonetest pole soovitatav üldse suuri puid istutada; sealt ei puhu kunagi külmi tuuli ja peale selle varjaksid seal kasvavad puud päikest.

Kaitsepuid kui ka ilupuid ei või istutada eluhoonetele liiga ligidale. Kunagi ei tohi ilu- ja kaitsepuid oksad ulatuda hoonete katustele ega takistada päikesevalguse pääsemist elamu ning hoonete akendesse.

K. — Milleks on tubades tarvis päikesevalgust?

Elumaja ümber jäetakse lagedaid muruplatse, kus lastel on mõnus päikesepaistel joosta. Neid muruplatse võib kaunistada kas üksikute või rühmiti paigutatud ilupuudega (kuused, nuld, elupuud, lehised, pärnad, vahtrad, hobukastanid, tammed) või ilupõõsastega (sirel, jasmiin, viirpuu, põõsasanelad, põõsasroosid jt.).

Tee äärde või akende ette rajame lillepeenrad. Sobivasse kohta paigutame istepingid. Me hoolitseme ilupuude ja -põõsaste eest: ei murra nende oksi ega lase loomadel neid rikkuda, lõikame nende võradest välja kuivanud ja liigsed oksad. Muru niidame sagedasti ja hoiame selle kui ka lillepeenrad ja teed umbrohust puhtad. Tarbe korral kastame lilli ja muru.

Ilupuude, -põõsaste ja hekkide istutamisest. Leht-ilupuude ja -põõsaste istutamine on üldjoontes samasugune kui viljapuude istutamine. Okaspuude ja -põõsaste istutamisel tuleb aga silmas pidada järgmisi asjaolusid. Okaspuudel püsivad okkad küljes ümber aasta. Ka istutamise momendil on neil okkad küljes, mis-

pärast nende aurumise pind on lehtpuude omast palju suurem. Peale selle okaspuudel ei või istutamise puhul latva ega oki maha lõigata (nagu lehtpuudel), sest sel juhul häviks nende loomulik kuju. Eelmainitud põhjustel tuleb okaspuid istutamiseks mullast üles võtta võimalikult terve juurepalliga, s. o. juurte ja mullaga ning seda palli puu kohaletoimetamisel mitte purustada. Ainult nii saame säästa okaspuule vajaliku juurestiku tervena ja ilma vigastusteta, mis puhul mahaistutatud puu hakkab korralikult kasvama. Veel tuleb silmas pidada, et okaspuud ei vajuks pärast istutamist sügavamale mullasse kui nad kasvasid varemini. Selleks tuleb nad istutada vajumise võrra mullapinnast kõrgemale. Kui okaspuude juurestik vajub sügavamale mullasse, siis hakkavad puud põdema, haigustuvad ja hävivad aegamööda.

Hekkide istutamine. Heki istutamise eel — vähemalt 2 nädalat enne istutamist — kaevatakse selle tarvis umbes 100 cm laiune ja 50—60 cm sügavune kraav. Kui muld on vilets, täidetakse see poolest saadik sobiva mullaga ja jäetakse õhustuma. Istutamiseks tuuakse istutamismaterjal kohale: okaspuud — tervete juurepallidega, lehtpuud — kui võimalik — samuti enam-vähem korraliku ja rikkumatu juurestikuga. Istutamise eel tuleb kraavi mulda juurde ajada ning see kraavi põhja suruda (mitte liiga tugevasti kinni tampida!). Istutada tuleb sirgetes ridades nõõri järgi ja kindlate ühtlaste vahekaugustega. Parem on hekitaimede istutamist sooritada kahekesi: üks asetab taime õigesse kohta, teine viskab labidaga mulla ümber, misjärel esimene istutaja mulda taime juurte ümber kohendab ja lõpuks kinni tallab. Pärast istutamist tuleb hekiks istutatud lehtpuud ja -põõsad 12—15 cm kaugusele maapinnast tagasi lõigata, et nad hakkaksid kohe maapinnalt hargnema ja et hekk kasvaks alt tihe. Elupuid võib tagasi lõigata teisel või kolmandal aastal pärast istutamist, kuuski aga alles siis, kui nende aastased kasvud on küllalt tugevad ja kuni 20 cm pikad. Okaspuude tagasilõikamist toimetatakse sügisel — augustikuu esimesel poolel.

Enesestmõistetavalt tuleb istutatud hekipuid valada pärast istutamist.

Hekkide tähtsus. Hekid on nägusaks aiapiirdeks kui ka tagaseinaks lilledele. Kui nende eest rahuldavalt hoolitseda,

püsiivad nad kaua tervetena ja kaunitena ning on sealjuures teistest piiretest — nagu tarad — palju odavamad. Odavus ja kaunidus ongi heki vooruseks. Hekkidega ei tule aga liialdada, sest nende korrashoid (pügamine) nõuab rohkesti aega.

Kevadisi töid tuluaias. L a v a. Kui soovime saada kevadel aegsasti värsket salatit, rediseid või suve alguseks kurke, kui soovime ise kasvatada endile tomati- ja lilletaimi, siis peame selleks otstarbeks lavad korda seadma. Harilikus kuivas maas kaevame lavade tarvis maasse vastava süvendi¹ ja asetame sinna lavakasti e. -raami nii, et lavaaknad oma nõlvaga oleksid suunatud lõunasse. Lavaakna soovitavad mõõtmed on 1,0×1,5 m. Vastavalt sellele tuleb teha lavakast. Selle põhjakülje kõrgus on 85—90 cm ja lõunakülje kõrgus 70—75 cm. Lavakasti täidame segiraputatud värsket ja sooja hobusesõnnikuga peaaegu ääreni (iga lavaakna alla kulub umbes üks hobusekoorem sõnnikut), katame lava aken-dega ja mattidega ning ootame, kuni sõnnik hakkab „põlema“, s. o. muutub palavaks. Siis sõtkume sõnniku kinni, katame selle pinna pikkade õlgedega ja asetame sinna peale umbes 20 cm paksuse kompostmulla kihi. Alul on muld liiga soe; kui aga lava on veidi jahtunud ja mulla temperatuur alanenud alla 30° C, siis võime külvata lava mullasse vajalikke seemneid või istutada noori taimi.

Noorte taimede eest tuleb lavas hästi hoolitseda: õhutada, valada, keskpäeval varjutada palava päikese puhul ja öösiti mattidega külma eest kaitseda. Peale selle tuleb lavakast hoida puhas umbrohist. Hästi hooldatud lavades kasvavad taimed palju paremini ja kiiremini kui peenardel vabamaas. Miks?

K. — Missuguste köögiviljade seemned külvatakse lavasse ja millised otse peenrasse?

Viljapuuaed. Siin tuleb õigeaegselt toimetada viljapuude pritsimist vastavate vedelikkudega selleks, et hävitada viljapuude kahjurite (külmaliblika, õielõikaja, mähkurite jt.) mune ning viljamädaniku ja lehe jahukaste eoseid (vt. õunapuu!).

Köögiviljapuuaed. Muld tuleb aegsasti läbi kaevata ja rehitseda, et see asjatult liigselt ei kuivaks.

¹ Niiske pinnase puhul, kuhu pole võimalik kaevata lava jaoks süvendit, võib lavakasti asetada maapinnale laotud sõnnikuhunnikule, täita siis kast sõnnikuga ja toimetada edasi samuti kui eelmise lavakastiga.

Edasi tuleb valmistada peenraid ning, kui ilmad on muutunud küllalt soojaks, külvata maha porgandi, herne, aed- ja põldoa ning peedi ja redise seemned, või siis istutada peenardele lavades ettekasvatatud noored taimed: kapsad, kaalikad, tomatid jt.

K. — Kunas ja kuidas külvatakse kurgiseemneid? Missugune on kurgipeenar? Missugused köögiviljad vajavad tugesid? Milliseid köögivilju nimetatakse juurviljadeks? Millised köögiviljad on ühe- ja kaheaastased, millised paljuaastased (püsikud)? Kas maasikas on aedvili või köögivili?

SISUKORD.

	Lk.
Loodus ja inimene.	
Umbrohud	3
Kahjureid aias, põllul ja metsas	5
Taime- ja loomariigi vahelised suhted	10
Taimeühingud	14
Taimede omavahelised suhted	19
Loodusejõud inimese teenistuses.	
Vesi	26
Õhk	31
Mehaanilise jõu kasutamisest. Kiirus	38
Inerts	39
Raskustung	40
Hõõrdumine	42
Keskkonna takistus liikumisel	43
Kesktõuke tung	44
Tung ja selle mõõtmine	45
Pendel	46
Töö	47
Lihtmasinad	48
Soojusjõu kasutamine. Aurumasin	56
Keemilise jõu kasutamine. Happed, alused ja soolad	61
Seebi valmistamine ja tarvitamine	64
Käärimine	65
Liht- ja liitained	67
Magnetism	69
Elekter	72
Välg	77
Vooluelekter	79
Elektrivalgustus	81
Elektromagnet	85
Induktsioonvool	90
Hääl	94
Valgus	97
Fotograafia	103
Loodusjõudude algallikas	107
Inimese keha ehitusest ja tegevusest.	
Toes	109
Lihaskond	118
Erkkond	121
Meeleriistad	125
Tervishoiust.	
Kuidas püsime tervena	137
Nakkushaigustest	143
Esmasabi	147
Ühiskondlik ja kutsealaline tervishoid	150
Taimeriik ja inimene.	
Mida saab inimene taimeriigist?	152
Kuidas hoolitseb inimene taimede eest?	155
Kodu ümbruse kaunistamisest	157
Kevadisi töid tuluaias	160

Shu

A-13806

^o
i



Hind 1 kr. 50 senti.