5776.

Kogerman-Männik-Mahlstein

LOODUSEÕPETUS

Ühtluskooli VI õppeaasta

Kolmas trükk

K./Ü. „Loodus“, Tartus
1927

Kogerman-Männik-Mahlstein

Looduseõpetus

Ühtluskooli VI õppeaasta

11369

K.-Ü. „Loodus“, Tartus
1927

2

Bibliotheca Universitatis Tartuensis (Dorpatensis)
58077

K.-Ü. „Looduse“ keeleline korrektor Tartu Ülikooli eesti keele lektor J. V. Veski.

Tehniline korrektor A. Estam.

A 5476.

K. Mattiesen'i trükk, Tartus.

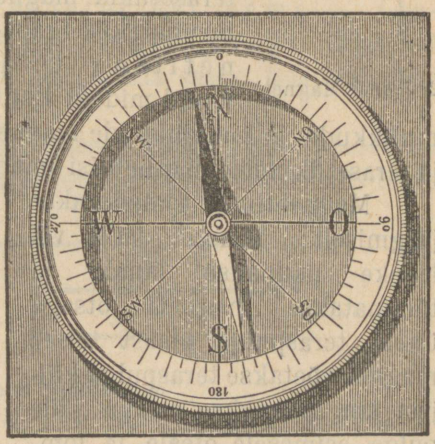
Elutu loodus.

Magnetism.

Kompass.

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

Rändajal tuleb nii mõnigi kord ristteel seisatama jääda ja juhtlaualt lugeda, missugust teed ta peab valima, või tähise puudumisel abitult ootama jääda, kuni mõni möödamineja temale soovitava sihi kätte juhatab. Raskem on õiget teed leida kõrves ja suures metsas, kuhu teekäijad harva satuvad, ja siin peab liikumissuunda määrama kas päikese järele päeval või tähtede, näit. Põhjanaela järele öösi. Pilves ilmaga on seisukord veel raskem, isegi lootuseta. Seal võime aga raskusest üle saada kompassi abil.



1. joon. Kompass.

Kompass koosneb ümmargusest karbist, mille keskkohta teraviku otsa isesugune terasnõel on asetatud, nii et see vabalt võib pöörduda (1. joon.). Karbi põhja on ilmakaarte jaotused joonistatud. Üks kompassinõela ots sihib alati põhja poole ja on harilikult siniseks värvitud;

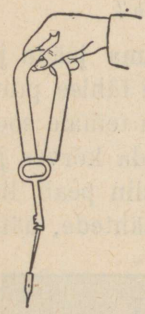
teine ots näitab vastandsihti — lõuna poole. Kompassi abil võib kergesti ilmakaari määrata ja teda tarvitavad eeskätt meremehed laevade juhtimisel. Pöörame kompassi aeglaselt tema keskkoha ümber, siis märkame, et nõel oma sihti põhjast lõunasse alal hoiab.

Magnetid. Kui puupulka või klaasitükki lähendada kompassinõela otsale, siis jääb nõel liikumata paigale; kordame sama katset noateraga (või nõelaga), siis muutub korraga kompassinõela siht, ta pöördub nimelt noatera poole. Kompassinõel tõmbab noatera külge ja ümberpöördult — noatera tõmbab kompassi nõela külge.

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

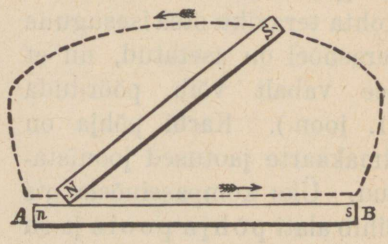
Noatera omandab aga magnetilised omadused kompassinõelale külgepuutumisel.

Juba vanasti tunti asjaolu, et mõned raudkivid (ehk rauamaagid) raua- ja terasetükke külge tõmbavad. Seesugust magnetrauda leidub mitmel pool maakeral, Venemaal, Rootsis jm., seda maaki nimetatakse loomulikuks magnetiks. Loomulikule magnetile külgepuutumisel omandab ka raudnael või terasvarras magnetilised omadused ja tõmbab omakorda raud-, teras- ja nikkelasju külge. Kui eemaldada raudnael magnetist, kaotab raud oma magnetilised omadused. Sellevastu hoiavad terasetükid magnetilisi omadusi kaua alal; neid tarvitatakse igapäevases elus kunstlikkude magnetitena (2. joon.). Kompassinõel pole ka muud midagi kui terasest magnetnõel. — Loomulikkude ja kunstlikkude magnetite abil võib harilikkudele rauaja terasetükkidele magnetilisi omadusi anda ehk neid magneetida.



2. joon. Magnet.

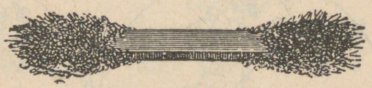
Magneetimist toimetatakse järgmiselt: terasest pulk või leheke pannakse lauale ja tõmmatakse magneti otsaga ühest teraspulga otsast teise; magnet võetakse teraspulga küljest ära, pannakse otsaga jälle pulga esimesele otsale ja tõmmatakse uuesti üle teraspulga.



3. joon. Magneetimine.

Hõõrumist toimetatakse mitu korda, kuni teraspulk ise magnetiks muutub (3. joon.). Magnet tõmbab teras- ja raudasju ligi ka, ilma et ta nendele külge puutuks. Paneme paberile nööpnõela ja liigutame paberi all magnetit edasi-tagasi: nõel jookseb magnetile järele.

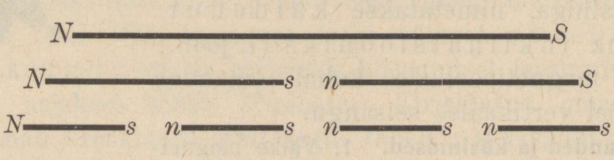
Magneti poolused. Mitte kõik magneti osad ei tõmba asju ühesuguse jõuga külge. — Külgetõmbamis-tungi jaotust magnetil võib kõige paremini jälgida, kui magnet rauapurusse asetada. Välja võttes selgub, et rauapuru kõige enam magneti otste külge hakkab, kuna keskpaigas rauapuru sugugi ei ole (4. joon.). Magneti otsi, kus külgetõmbe-tung kõige suurem, kutsutakse magneti poolusteks. Kompassi kirjeldusest selgub, et üks vabalt pöörduva magnetvarda või -nõela ots näitab alati põhja poole, seda nimetatakse põhjapooluseks *(N)*; teist aga, mis lõuna poole näitab, kutsutakse lõunapooluseks *(S)* (3. joon.).



4. joon. Magneti poolused.

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

Et magneti külgetõmbe-jõud peaasjalikult tema otstesse on koondunud, keskpaik sellest tungist aga on täiesti vaba, siis tekib

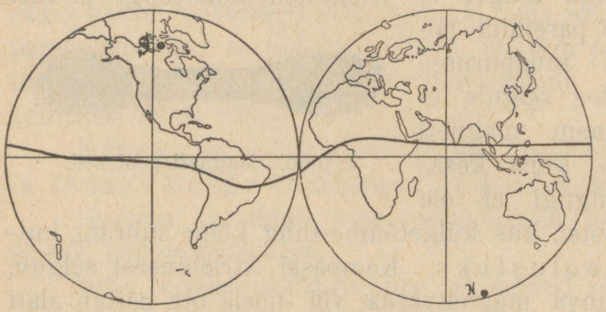


5. joon. Magneti poolitamine.

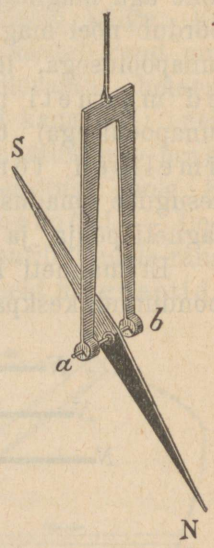
küsimus: kas on võimalik magneti jagamisel niisugust magnetit saada, millel oleks ainult üks poolus? Katse näitab, et kui pikk

magnetvarras pooleks lõigata, siis kaks vähemat magnetit saame, millel on mõlemad poolused (5. joon.).

Maakera magnetism. Silmas pidades seda, et maakera magnetnõelasse mõju avaldab, sarnaneb ta hiiglamagnetiga, mille pooluste (nabade) poole näitavad magnetnõela poolused. Maakera magnetilised poolused ei lange aga ühte tema geograafiliste poolustega ehk nabadega. Magnetnõela siht moodustab geograafilise meridiaaniga teatava nurga, mida nimetatakse magneti kääandeks ehk deklinatsiooniks. Selle järele, kummale poole kääandub meridiaani magnetnõela põhjapoolus, saame ida- või läänekääande. Magneti kääne ei ole jääv teatavas maakohas, vaid muutub aeg-ajalt. Deklinatsiooni peab kompassi tarvitades arvesse võtma (6. joon.). Kui magnetnõela, mis võib rõhtteljel vabalt pöörelda, mitmele poole maakera pinnale asetame, siis selgub, et magnetnõel mitte igal kohal rõhtsihti ei jää, vaid põhja-poolkeral põhjapoolusega ja lõunapoolkeral lõunapoolusega maa poole kaldub. Seda nurka, mille moodustab magnetnõela siht rõhtsihiga, nimetatakse kaldenurgaks ehk inklinatsiooniks (7. joon.) Maakera magnetipooluste kohal omandab magnetnõel vertikaalse seisangu.



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



7. joon. Magnetnõel näitab inklinatsiooni.

Ülesanded ja küsimused. 1. Väike magnetpulk on asetatud korgile veekaussi ujuma. Mida paned sa tähele? 2. Vask- ja raudnaelad on karbis segamini aetud. Kuidas saab raudnaelu vasknaeltest kiiresti eraldada? 3. Kahest ühesugusest teraspul-

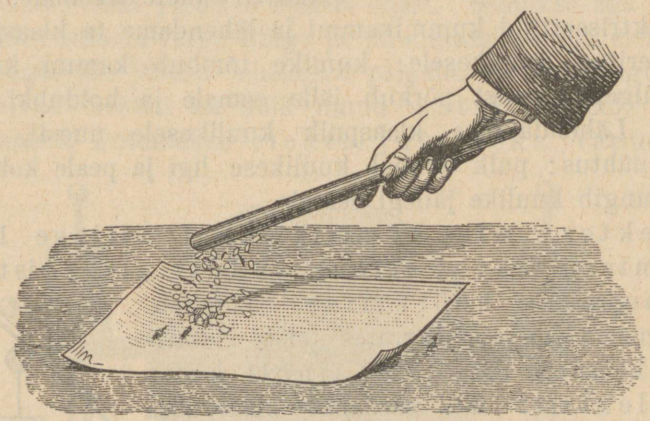
gast on ainult üks magneeditud. Kuidas teada saada, kumb neist on magneeditud? 4. Kuidas magneti abil teada saada, kas noatera on pehmest rauast või terasest tehtud? 5. Mispärast on kompassinõela teine pool siniseks tehtud?

Elekter.

Elektri tekkimine hõõrumisel.

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

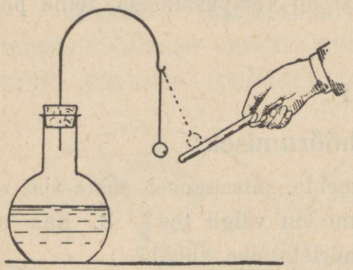
Juuste kammimisel kummikammiga kuuldub sagedasti (kui juuksed kuivad) tasast särinat; lähendatakse kamm, mis läbi



8. joon. Siidlapiga hõõrutud klaaspulk tõmbab paberitükikesi külge.

juuste tõmmatud, paberitükikestele, siis tõmbab kamm paberitükikesi külge. Veel tugevamini tõmbab paberitükikesi ja õlekõlkaid külge kirjalaki pulk kohe peale villase riidega hõõrumist (8. joon.). Pimedas toas võib seejuures isegi väikest s ä d e t näha. Nii saavad kummikamm ja kirjalakk hõõrumisel isesuguse omaduse kergeid asjakesi külge tõmmata. Kirjeldatud omadust panid juba vanad kreeklased merivaigul tähele. Merivaiku nimetatakse kreeka keeles e l e k t r o n; selle järele kutsutakse vaigu (hõõrumisel omandatud) külgetõmbe-tungi põhjust e l e k t r i k s. Peale külgetõmbamise võib e l e k t r i l i s t o l e k u t veel muul teel ära tunda, näit. sädemete tekkimise läbi.

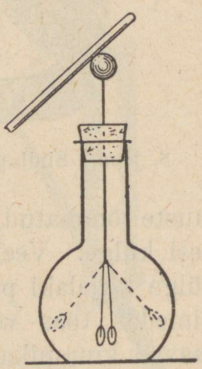
Klaasi ja vaigu elekter. Riputame siidniidi, mille otsa korgist või lodjapuu-südamest valmistatud kuulike on seotud, kõvera traadi külge, nagu 9. joonis näitab. (Kolbi on vett valatud, et ta püsivamalt seisaks.) Lähendades temale klaaspulga, mida siidlapiga hõõrutud, näeme, et kuulike pulga külge tõmbub ja kohe selle järele eemale tungib.



9. joon. Elektri edasiandumine külgepuutumisel.

Kuulike on elektriseeritud pulgaga kokkupuutumisel ise elektriliseks saanud: kaks samalaadiliselt elektriseeritud keha tõukavad teineteist eemale. Võtame nüüd elektriseeritud kummikammi ja lähendame ta klaaspulgaga elektriseeritud kuulikesele: kuulike tõmbub kammi külge ja peale külgepuutumist põrkub jälle eemale ja hoidubki temast eemale. Lähendatakse klaaspulk kuulikesele uuesti, kordub eelmine nähtus: pulk tõmbab kuulikese ligi ja peale kokkupuutumist tungib kuulike jällegi eemale.

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

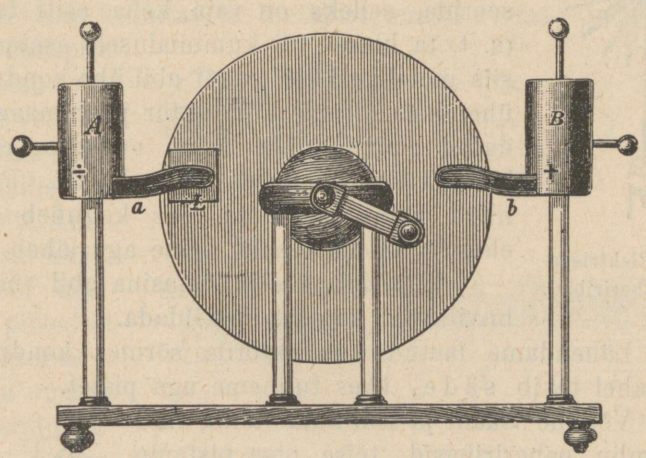


10. joon. Lihtne elektroskoop.

Elektroskoop. Samanimelise elektriga laetud kehade omadusel, teineteisest eemale tungida, põhjeneb isesuguse riista — elektroskoobi valmistamine (10. joon.). Selle riista abil võib teada saada, kas antud keha on elektri-

seeritud või mitte. Elektroskoop koosneb klaaspurgist (või kolvist), mille korgist metallvarb läbi on pistetud; varva alumises otsas ripuvad kaks õhukest lehekest, mis tehakse siidpaberist, alumiiniumist või kullast. Varva ülemises otsas on harilikult metallkuulike. Et teada saada, kas antud keha on elektriseeritud, selleks puudutatakse kehaga metallkuulikest: on keha elektriseeritud, siis läheb üks osa elektrit varba ning sealt tema külge kinnitatud lehekestele, need omandavad ühenimelised elektrilaengud ja lähevad laiali. Puudub aga kehal elektrilaeng, siis jäävad lehekesed rahulikult rippuma.

Elektri juhid ja mittejuhid. Kui laetud elektroskoobi ülemise otsa külge vasktraat kinnitada ja traadi vaba otsa elektriseeritud kehaga puudutada, siis langevad elektroskoobi lehekesed kokku; traat *juhtis* elektri edasi. Seotakse aga siidniit laetud elektroskoobi varva külge ja puudutatakse niiti elektriseeritud kehaga, siis jäävad lehekesed paigale. Samuti nagu vasktraat, juhivad elektrit ka kõik muud *metall*-traadid. Seesuguseid kehasid kutsutakse *elektri juhtideks*. Vastuoksa —

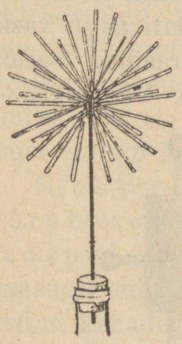


11. joon. Elektrimasin.

siidniit, kirjalakk, kummi j. m. kehad ei juhi elektrit, neid kutsutakse *mittejuhtideks*. Kui laetud elektroskoobi varba sõrmega puudutada, siis langevad lehekesed kokku: elekter kaob sõrme ja keha kaudu maasse. Seda nähtust nimetatakse elektri maasse juhtimiseks. Et elektriseeritud keha võimalikult kaua

oma laengut alal hoiaks, selleks peab teda hoidma kokku puutumast elektrijuhtidega, mis maaga ühenduses. Selleks on kõige otstarbekohasem elektriseeritud keha klaas- või kummialusele asetada. Säärase keha kohta öeldakse, et ta on isoleeritud.

Elektrimasin ja mõned katsed temaga. Tugevaid elektrilaenguid võib elektrimasina abil saada. Neid on mitu liiki: kõige lihtsam neist on hõõrumiselektri-masin, mida kujutab 11. joon. Peajoontes koosneb masin klaaskettast, mida võib isoleeritud teljel vända abil ümber ajada. Klaasketta vastu suruvad metallklambrid *a* nahkpadjakesi *L*, mis kaetud isesuguse ainega — 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 konduktoriks. Positiivne elekter koguneb klaaskettalt metallhargi *b* kaudu teise konduktorisse *B*.



12. joon. Elektriseeritud paberiribad.

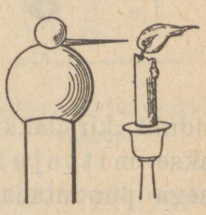
Et mõnd keha elektrimasina abil elektriseerida, selleks on vaja keha esiti isoleerida (s. t. ta klaas- või kummialusele asetada) ja ta siis metallketi või traadi abil ühe konduktoriga ühendada. Teine konduktor peab maaga ühendatud olema, mida lihtne on teha, riputades konduktorilt kett (või traat) lauale.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

Kirjeldatud elektrimasina abil võib hulga huvitavaid katseid korraldada.

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

2. Võtame traadi ja kinnitame tema ühte otsa kimbu paberiribasid, teise otsa pistame pudelikorgi (12. joon.). Ühendame nüüd traadi konduktoriga ja ajame masinat vändast ümber. Paberiribad elektriseeruvad ja tõukuvad üksteisest eemale.

3. Kinnitame ühe konduktori külge terava otsaga traadi, lähendame traadi otsale põleva küünla ja ajame masinat vändast ümber: küünla

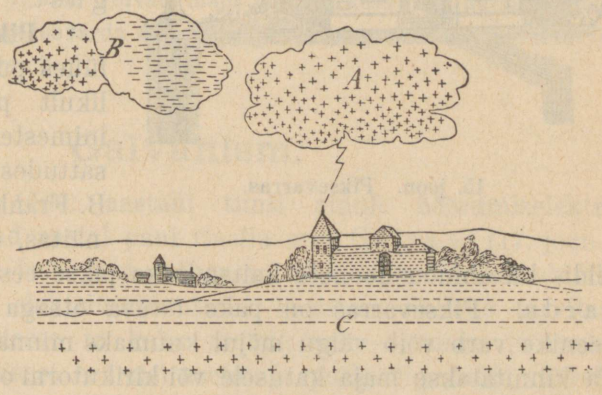


13. joon. Elektrituul.

leek kaldub teravikust eemale (13 joon.). Ohuosakesed elektriseeruvad; mis sünnib siis nendega?

Välk ja piksevarras.

Suvel on ilmad sagedasti äikeselised. Enne äikest on taevas selge, õhk vaikne ja kuum. Puude lehed seisavad liikumatult või sahisevad õige tasakesi. Silmapiirile ilmuvad tumehallid pilved, mis peagi taeva katavad; äkitselt tõuseb vali tuul, eemalt kostub müristamine ja maa peale langevad esimesed vihmapiisad. Pilvede vahel sähvatlevad välgud ja tungivad tulijoontena maasse. Välguga kaasas käib müristamine. See suurepärane loodusenähtus — välk — pole muud midagi kui elektrinähtus. Ameerika teadusemees Benjamin Franklin näitas juba 1752. a. suvel, et välk on hiigla-elektrisäde. Ta laskis äikese tulekul siidist tuulemao kõrgele üles. Siidist mao ülemisse otsa kinnitas ta metallist teraviku; mao nööri suurem osa oli kanepist, mille otsa võti seoti, võtmest edasi läks siidinöör, mille ots käes hoiti. Äikese ajal sai kanepist nöör märjaks ja pilvedest läks elekter teraviku ja märja nööri kaudu võtmesse. Kaugemale ei saanud elekter minna, sest siidnöör on mittejuht. Võtmest sai Franklin tugevaid elektrisädemeid.

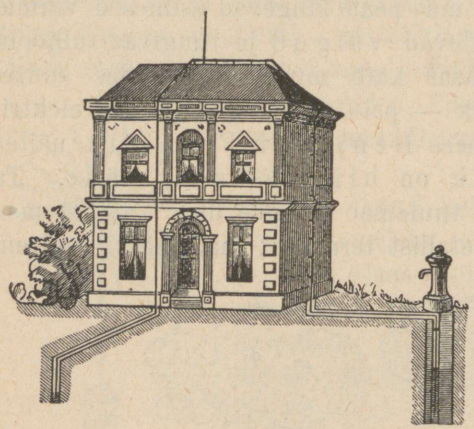


14. joon. Välk.

Õhus on alati elektrit, nii selge kui pilves ilmaga. Õhus leiduv vee-aur on elektrijuht, kuna õhk ise elektrit ei juhi. Kui vee-aur piiskadeks tiheneb, siis koguneb nendele elekter. Vähemad piisad ühinevad suuremaiks tilkadeks, kusjuures nende elektri-

laeng kasvab. Nii tekivadki äikesepilved, kui niiske, soe õhk järsku jaheneb. Suuremalt jaolt on pilved positiivselt elektriseeritud. See tõukab maapinna positiivse elektri sügavamale maapõue ja tõmbab negatiivse elektri maapinnale (14. joon.), niikaugele kui see võimalik, puude latvadesse, tornidesse ja muisse kõrgemaisse kohtadesse. Lõpuks ühinevad isenimelised elektrid hiiglasädemena, välguna. Sellepärast lööb välk ikka kõrgemaisse kohtadesse sisse.

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

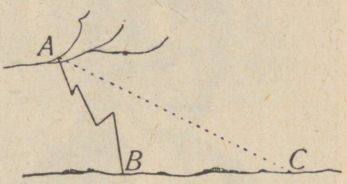


15. joon. Piksevarras.

Piksevarras. Sisse lüües purustab välk harilikult puud ja hooned; inimestesse ja loomadesse sattudes lööb need maha. B. Franklin, kes esimesena näitas, et välk ele kter, leidis ka abinõu hoonete kaitsmiseks pikse eest, nimelt piksevarda. Piksevarras on paks terava otsaga metallvarb; liiga peenike varb võib välgu mõjul kuumaks minna ja sulama hakata. Ta kinnitatakse maja katusele või kirikutorni otsa ja ühendatakse raudvarda abil maaga. Kuiv muld on halb elektri juht; sellepärast juhitakse raudvarda ots kas pinnaveeni mulda või lähedalolevasse kaevu (15. joon.), et elekter kiiremini võiks levida ja varda otsa laeng ei koguneks. Kui piksevarda kohale ilmub äikesepilv, mis näit. positiivselt elektriseeritud, siis tõmbab ta oma külge maapinna negatiivse elektri, mis piksevarda teraviku kaudu õhku läheb ja pilve elektriga ühineb, nii et pikselöök jääb tulemata või ilmub ainult nõrgal kujul. Piksevarras kaitseb

ainult teatavat pindala, piirkonda, mille raadius võrdub piksevarda (vastuvõtmis-osa) pikkusega. Suurtel hoonetel on seepärast mitu piksevarrast. Rooste ei juhi elektrit; sellepärast peab piksevarrast roostest puhastama ja vähemalt iga kahe aasta tagant tema elektrijuhtivust katsutama.

Ülesanded ja küsimused. 1. Riputa isoleeritud alusele kõrvuti kaks lodjapuu-südamest kuulikest ja elektriseeri kirjalaki-pulga abil. Mis sünnib siis? 2. Nimeta, missugused kehad on elektri juhid, missugused mittejuhid. Kuidas võib mittejuhti juhist ära tunda? 3. Kuhu jääb elekter, mis tekib kahe elektrijuhi hõõrumisel? 4. Välgu otsad *A* ja *B* (16. joon.) olid vaatekohast *C* — esimene 5 ja teine 3 km kaugel. Mitu sekundit hiljemini kuuldub müristamine punkt *A*-st hiljemini kui p. *B*-st? Kas võib selle põhjal seletada osalt ka müristamise kestust? 5. Millega seda seletada, et linnades pikseõnnetusi vähem juhtub kui maal? 6. Missuguseid ettevaatuse-abinõusid tuleb piksehäda ärahoidmiseks tarvitusele võtta: 1) majas, 2) uulitsal ja 3) lagedal väljal? 7. Kas võivad maja lähedal kasvavad kõrged puud, kuused, männid jne. piksevarda aset täita? 8. Missuguseid vanasõnu tarvitab rahvas pikse kohta?



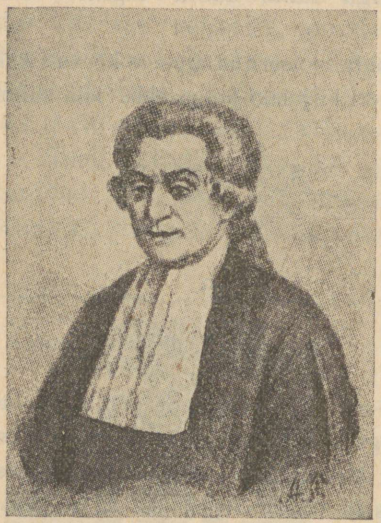
16. joon. 4. ülesande juurde.

Galvanism.

Elektrivool. 1789. aastani tunti ainult hõõrumiselektri nähtusi. Nimetatud aastal pani itaalia arst Galvani (17. joon.) juhuslikult tähele isesugust nähtust, mida tema kaaskodanik Volta (18. joon.) elektritekitamiseks kasutas. Selleks tarvitas ta klaaspurki, millesse ta kaks metallplaati — tsink- ja vaskplaadi [1]) — (teineteisest eemale) asetas ja purki õige lahja väävelhapet valas (19. joon.). Plaatide külge olid traadid kinnitatud. Lähendades traadi otsi teineteisele sai Volta sädeme. Elekter tekib siin tsingi ja happe kokkupuutumisel; tsink omandab negatiivse laengu ja hape positiivse, mis vaskplaadile koguneb. Purgis mõjub hape kogu aeg tsingisse. Kui traatide otsad ühendada, siis tekib pidev elektrivool. Positiivne elekter

1) Vaskplaadi asemel võib ka koksist plaati tarvitada.

tungib negatiivsega ühinema ja voolab traate mööda vasest tsingi poole. Niisugust riista, mille abil meie elektri ehk Galvani voolu võime saada, nimetatakse Galvani elemendiks; traati nime-

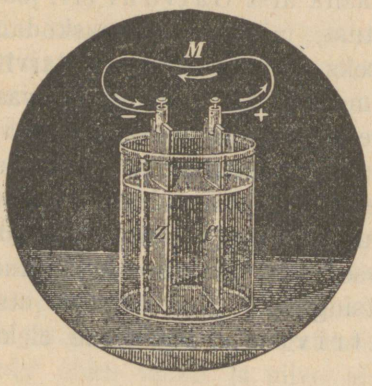


17. joon. L. Galváni (1737—1798), itaalia arst, pani esimesena elektrivoolu nähtusi tähele.



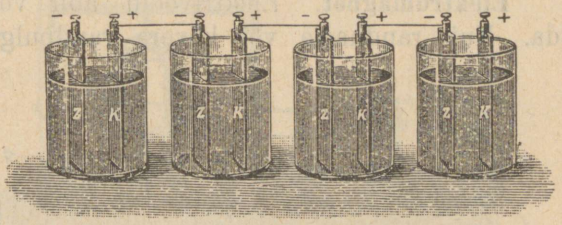
18. joon. A. Vólta (1745—1827), itaalia õpetlane, esimese Galvani elemendi leiutaja.

tatakse juhtmeks. Et traadi kaudu elekter kokkupuutumisel teistesse kehadesse ei läheks, mähitakse juhtme ümber siidniiti, s. t. traat isoleeritakse. Uks element ei suuda tugevat voolu anda. Tugevama voolu tekitamiseks ühendatakse mitu elementi nii, et ühe elemendi vaskplaat on ühendatud järgmise elemendi tsinkplaadiga jne. Seda ühendatud elementide kogu nimetatakse Galvani patareiks (20. joon.). Peale Volta elemendi on praegusel ajal veel palju muid elemente tarvitusel, milledest siin Grenet' elementi nimetame (21. joon.). Volta elemendi vool jääb võrd-



19. joon. Volta element.

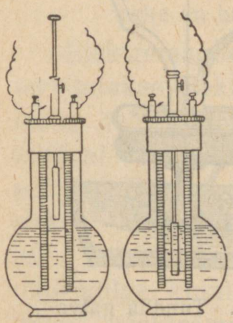
lemisi lühikese aja jooksul nõrgaks ja hape lahustab tsinki vahet pidamata. Et seda nähtust ära hoida, kinnitas Grenet tsinkplaadi metallvarva külge, mille abil teda võib alla lasta ja üles tõsta. Vedelikuks on Grenet' elemendis lahja väävelhape ja kaaliumbikromaadi lahus (12%). Tsinkplaat on asetatud kahe söeplaadi vahele. Kui voolu ei tarvitata, siis tõstetakse tsinkplaat vedelikust välja. Grenet' elemendis koguneb söeplaatidele positiivne, tsingile negatiivne elekter. Vask-, tsink- ja söeplaadid on elementide poolused. Nendega ühendatud juhtmeid nimetatakse elektroodideks.



20. joon. Galvani patarei.

Elektrivoolu mõjud.

Magnetiline mõju. Ühendame Grenet' elemendi poolused pika traadi abil ja juhime osa traati üle magnetnõela, pikuti nõela sihis. Hoiame alguses tsinkplaadi üleval, nagu 22. joon. näitab. Niipea kui me tsingi vedelikku laseme, pöördub magnetnõel oma endisest seisangust kõrvale. Asetades magnetnõela traatraami, mida mööda läheb vool (23. joon.), kõvendame voolu mõju. Magnetnõela põhjapoolus pöördub seejuures ikka ühele poole ja nimelt: kui parem käsi välja sirutada voolu sihis peoga nõela poole, siis pöördub magnetnõela põhjapoolus alati pöidla poole. Mida tugevam on elektrivool juhtmes, seda suurem on magnetnõela pooluste kääne.

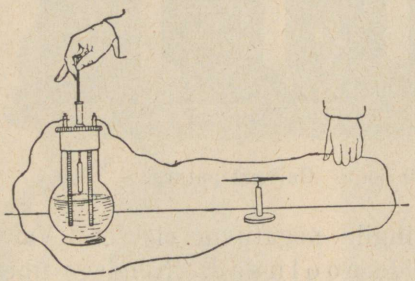


21. joon. Grenet' elemendid. Pahemal pool — vool katkestatud, kui elementi ei tarvitata; paremal pool — element tegevusvalmis.

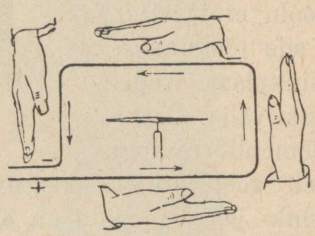
Kirjeldatud elektrivoolu mõju kasutatakse isesuguse riista — galvanoskoobi — ehitamiseks, mille abil teada võib saada, kas antud juhtmes on vool või mitte. Galvanoskoobi moodustab magnetnõel, mille ümber raamina on painutatud vaskriba.

Vaskraami otstesse on traatide jaoks näpitsad kinnitatud (24. joon.). Palju tundlikumad on niisugused galvanoskoobid, kus vaskraami asemel on puuraam, millele on mähitud isoleeritud vasktraat (25. joon.).

Elektromagnet. Elektrivoolu abil võime rauda magneetida. Kui raudnaela või kõvera raudpulga ümber isoleeritud

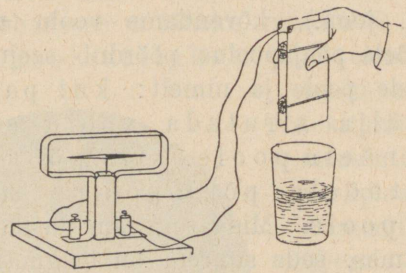


22. joon. Elektrivool mõjub magnetnõelasse.

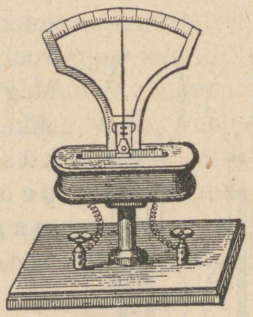


23. joon. Elektrivoolu mõju seadus.

traati mähkida ja traadi otsad elemendi poolustega ühendada, siis saab raud elektrivoolu mõjul magnetiks ja tõmbab külge raud- ning terasasju (26. joon.). Niipea aga kui me traadis voolu katkestame, kaotab raudpulk magnetilised omadused.



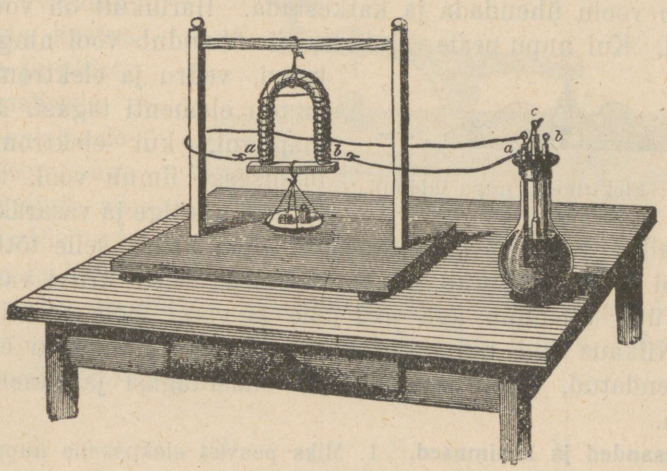
24. joon. Lihtne galvanoskoop.



25. joon. Tundlik galvanoskoop.

Sääraseid magneteid kutsutakse elektromagnetiteks. Harilikult on elektromagnetid hobuseraua-kujulised; hobuseraua otste ümber on isoleeritud traat mähitud (26. joon.). Elektromagnetite külgetõmbejõud on palju suurem kui harilikul magnetil. Teras-

pulk hoiab magnetilisi omadusi ka peale voolu katkestamist alal. Elektromagneteid tarvitatakse igapäevases elus ja tööstuses väga mitmesuguseiks otstarbeiks.

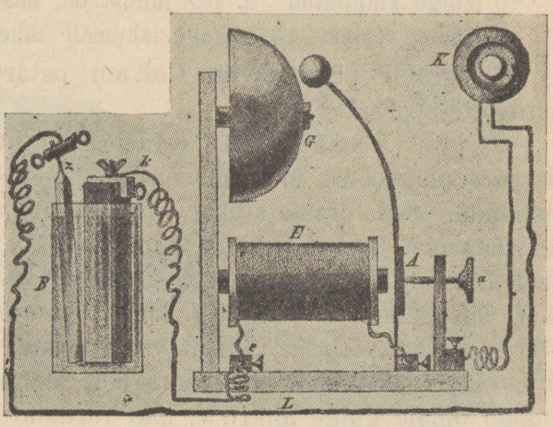


26. joon. Elektromagnet.

Elektrikell.

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

Elektromagnetit tarvitatakse elektrikella, telegraafi ja telefoni valmistamiseks. Elektrikella ehitus on järgmine (27. joon.). Lauatüki külge kinnitatakse elektromagnet, selle lähedale vedru külge pehmest rauast kitsas plaat (*A*), mida nimetatakse ankruks;



27. joon. Elektrikell.

ankru küljes on vasarake. Vedru toetub vastu kruvi (*A*), mis metallpulga ja juhtme kaudu on elemendi ühe poolusega ühendatud; teise juhtme teele on asetatud nupp (27. joon. *K* ja 28. joon.), mille abil võib voolu ühendada ja katkestada. Harilikult on vool katkestatud. Kui nupu peale vajutada, siis ühendub vool ning läheb kruvi, vedru ja elektromagneti kaudu elementi tagasi. Sel silmapilgul, kui elektromagneti mähisesse ilmub vool, tõmbab ta ankru külge ja vasarake lööb vastu kella; vedru ei puuduta nüüd enam kruvi, selle tõttu katkeb vool ja vedru rõhub ankru endisesse seisu kruvi vastu tagasi. Nüüd ühendub aga vool jälle ja vasar lööb uuesti vastu kella. Niikaua kui nupu peale vajutatakse ja kell on elemendiga ühendatud, liigub vasar kiirelt edasi-tagasi ja paneb kella helisema.



28. joon. Elektrikella nupu läbilõik.

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

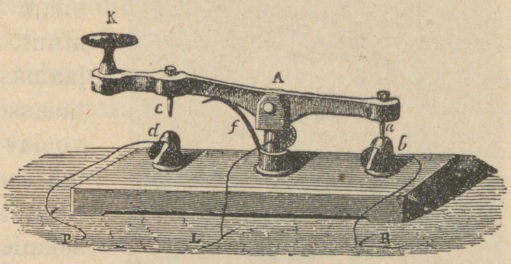
Telegraaf.

Vaatlused. 1. Vaadelge, kuidas on telegraafitraadid postide külge kinnitatud. 2. Kui juhust on, siis pange tähele telegraafikaabli mähist. 3. Pange lähemalt tähele telegraafi blanketti!

Telegraafi peaosad on Galvani patarei, võti, juhtmed ja vastuvõtte-aparaat.

Galvani patareina esineb suur hulk Galvani elemente. Võtme (29. joon.) ülesanne on, nagu elektrikella nupul, voolu ühendada. Seda toimetatakse võtme allavajutamisega; siis tuleb vool patareist juhet *P* kaudu võtmesse, läheb sambasse *A* ja sealt juhet *L* kaudu patareisse tagasi. Tuleb vool mõnest teisest jaamast, siis läheb see traati *L* kaudu sambasse *A* ja sealt traati *R* kaudu vastuvõtjasse, kirjutavasse aparaati (30. joon.). Vastuvõtjas läheb vool läbi elektromagneti mähise *m*; elektromagnet tõmbab omale külge ankru *e*, mis varustatud on kangikesega *d*; kangikese otsas on nõel või pliiats *i*. Niipea kui elektromagnet

ankru külge tõmbab, surub pliiats vastu paberist linti, mida kellamehhanism aeglaselt edasi lükkab. Kui telegrafist võtme ainult silmapilguks alla vajutab, siis on voolu kestus õige lühike ja pliiats märgib paberile punkti, hoiab telegrafist võtme aga vähe kauemini all, siis ilmub lindile joon.

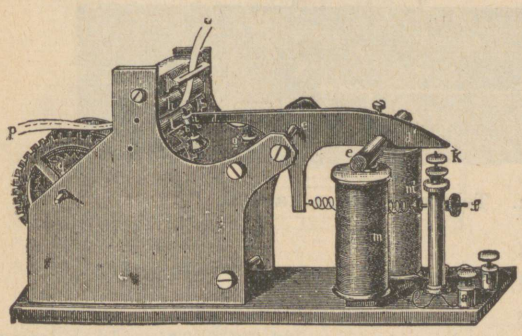


29. joon. Telegraafi võti.

Võtme ja kirjutava aparaadi leiutas 1837. a. ameeriklane Morse'i (31. joon.). Ta seadis punktidest ja joonekestest ka tähestiku kokku. Morse'i tähestik on järgmine:

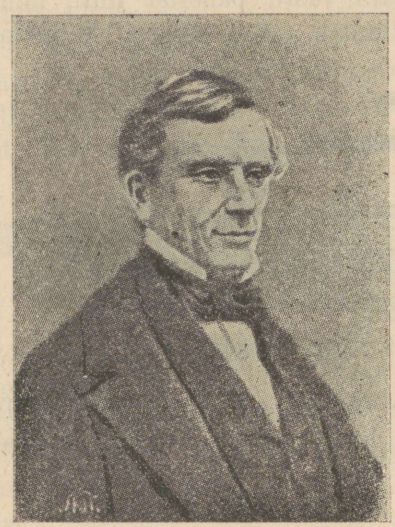
A · —	G — — ·	M — —	S · · ·	Y — · — —
B — · · ·	H · · · ·	N — ·	T —	Z — — · ·
C — · — ·	I · ·	O — — —	U · · —	Ä · — · —
D — · ·	J · — — —	P · — — ·	V · · · —	Ö — — — ·
E ·	K — · —	Q — — · —	W · — —	Ü · · — —
F · · — ·	L · — · ·	R · — ·	X — · · —	. . . . .

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



30. joon. Morse telegraafi kirjutav aparaat.

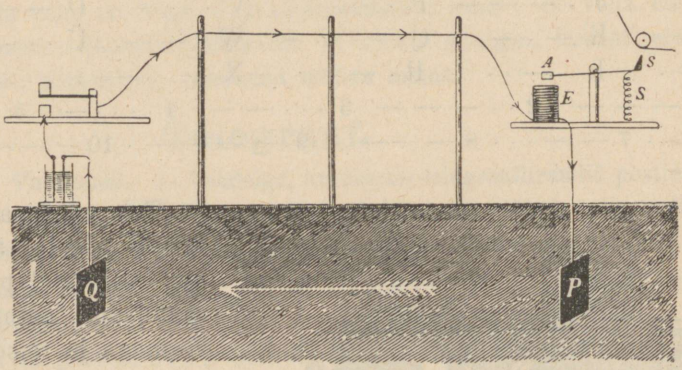
Telegraafijaama tegevust selgitab 32. joonis, kus ühel pool on saatejaam patarei ja võtmega ja teisel pool vastuvõtte-jaam elektromagneti ja kirjutava aparaadiga. Võtme abil ühendame voolu saatejaamas, mis mööda juhet (traati) vastuvõtte-jaamas elektromagnetisse läheb; elektromagnet tõmbab ankru külge ja pliiats vajutab liikuva lindi peale. Katkestame voolu, siis tõmbab



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

vedru *s* ankru magneti küljest eemale ning pliiats ei puuduta enam linti. Ühenduseks on ainult üks traat; vastuvõttejaamas juhitakse elektrivool maasse (*P*). Et traati mööda voolav elekter postide kaudu maasse ei läheks, selleks kinnitatakse traat isesuguste portselanist kannude ehk isolaatorite külge.

Mere taha telegrafeerimiseks pannakse juhtmed mere põhja. Merealune juhe koosneb mitmest vasktraadist, mis on mitmekordse pigitatud mähisega ümbritsetud. Sääraseid juhtmeid nimetatakse kaabliteks.

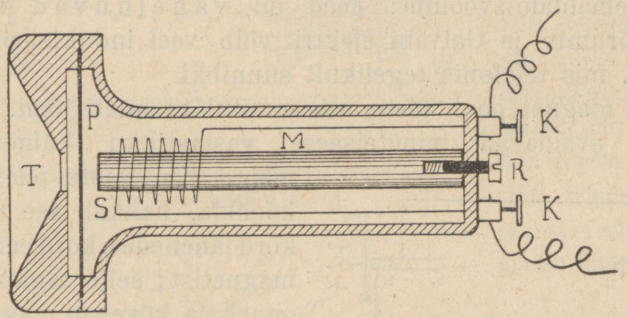


32. joon. Telegraafijaama kavand.

Telefon.

Telefoniks nimetatakse sisseseadet, mis võimaldab kauge maa taha kõnelda ja kaugel öeldud sõnu kuulda. Kõige enam tarvitusel on ameeriklase Bell'i telefon. Väliselt kujutab telefon puukasti, mis ettepoole laieneb (33. joon.), moodustades lehtri *T*,

milles on keskel umbes 2-sentimeetrilise läbimõõduga avaus. Selle taga asub õhukesest raudplekist k õ n e p l a a t *P*. Teisel pool telefoni otsas on kaks n ä p i t s a t *K* traatide kinnitamiseks. Traadid ühendavad kaht telefoni. Puukastis on magnetpulk *M*, mille ühe otsa ümber on asetatud pool, vasktraadist mähises.

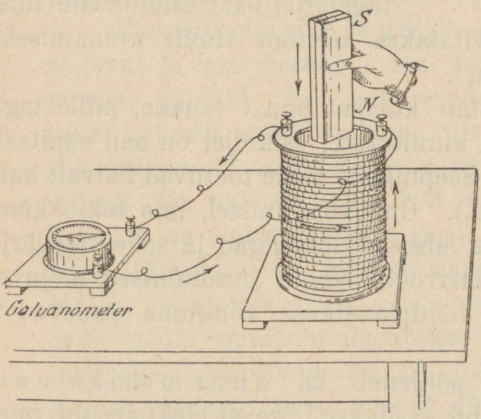


33. joon. Telefoni läbilõik.

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

Telefoni töötamisviisi selgemaks arusaamiseks peatume järgmiste katsete juures.

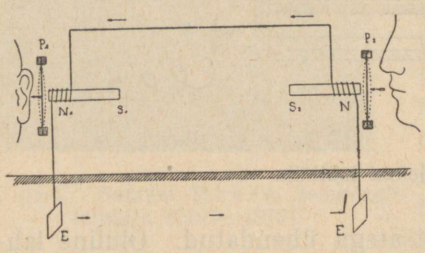
I n d u k t s i o o n. Ühendame elektroskoobi pooli mähisega, nagu 34. joon. näitab, ning ootame, kuni magnetnõel paigale jääb. Pistame nüüd kiiresti magnetpulga, põhjapoolus ees, pooli. Magnetnõel teeb pöörde p a h e m a l e ja tuleb endisesse asendisse kohe jälle tagasi. Tõmbame magneti järsku välja: elektroskoobinõel teeb pöörde p a r e m a l e. Elektroskoobinõela liikumine tõendab meile, et mähisest vool läbi läks sel silmapilgul, kui meie magneti lä-



34. joon. Induktsioonivoolu tekkimise selgitamine.

hendasime või eemale viisime. Vool kestab aga ainult niikaua, kui magnet läheneb või eemaldub. Voolu kestus on õige lühike. Neid voolusid, mis mähises magneti lähendamisel või eemaldamisel tekivad, kutsutakse induktsioonivooludeks [1]). Lähendamisel tekkiv induktsioonivool on oma sihi poolest vastupidine eemaldamisvoolule: need on vahelduvad voolud. Peale hõõrumis- ja Galvani elektri võib veel induktsioonielektrit kasutada, mis telefonis tegelikult sünnibki.

Kui magnet pooli pista, siis muutub magneti jõud. Magnet ja raud avaldavad teineteisesse vastastikku külgetõmbavat mõju. Kui vastu telefoniplaati kõnelda, hakkab see võnkuma, kord lähenedes, kord eemaldudes magnetist; selle tagajärjel nõrgeneb ja kõveneb magnetism ja ümbritsevas mähises *S* (33. joon.) tekivad ja kaovad voolud. Need muudavad teise telefoni magneti jõudu, mis omakorda seal plaati võnkuma paneb ja mille tagajärjel hääl kuuldavale tuleb (35. joon.). Tegelikult tarvitatakse telefoni ainult kuulamiseks, kõneldakse aga mikrofoni.



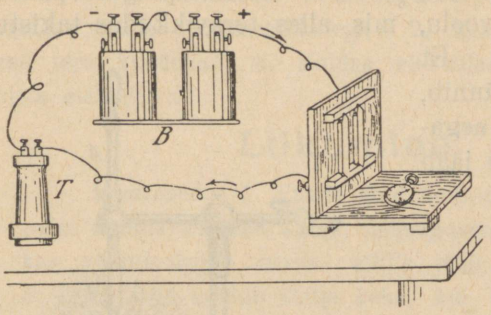
35. joon. Telefoni tegevuse selgitamine.

Mikrofoni moodustab kuivast puust lauake, mille tagaküljele kaks söepulka on kinnitatud; esiküljel on nad näpitsate abil traatidega ühendatud. Söepulkade peale toetuvad lõdvalt kaks teist söepulgakest (36. joon.). Õhu võnkumisel, mis tekib kõnelemise puhul, liiguvad vähe lahtised söepulgad ja selle tagajärjel nõrgeneb või kõveneb elektrivool. Voolu muutumised mõjuvad magnetisse telefonis, mis raudplaadikese võnkuma panevad ja hääle kuuldavale toovad.

Induktsiooninähtustel põhjeneb ka dünamomasinate ehitus. Dünamomasinate abil saadakse tugevat elektrivoolu, mida elektrivalgustuse j. m. otstarveteks kasutatakse.

Ülesanded ja küsimused: 1. Mis tähtsus on telegraafil ühiskondlikus elus (loenda kõik alad, kus telegraaf on tarvitusel)? 2. Miks ei tohi telegraafiposti külge kinnitatud isolaatoreid kividega pilduda, neid rikkuda? 3. Missu-

1) ladinakeelsest sõnast inducere — sisse viima.



36. joon. Mikrofoon; *B* — patarei, *T* — telefon.

guseid tähtsamaid leiutusi elektri alal oli vaja, et telegraafi tarvitusele võtmine võimalikuks sai? 4. Mispärast „sumisevad“ mõnikord telegraafitraadid? 5. Joonista telegraafijaamade kavand! 6. Kirjuta Morse'i tähestiku järele järgmine lause: „Mu isamaa armas“. 7. Võrdle telegraafiaparaati telefoniga! 8. Mispärast ei või telefoni „kõneplaat“ vasest olla?

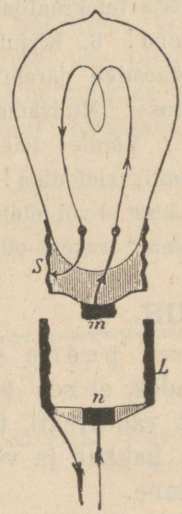
Elektrivalgustus.

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

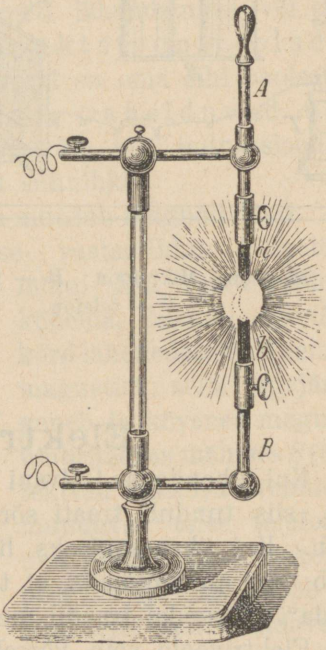
Elektrivoolu võib võrrelda jõevooluga: paks traat kujutaks sügavat ja laia jõesängi; ses sängis voolab vesi rahulikult ja ei purusta kaldaid. Kui sama veehulk (sama jõgi) on sunnitud kitsaste kallaste vahel voolama, siis muutub voolus käredaks, hakkab kallast uhtuma, teeb tööd, et takistust võita. Vesi tõuseb üle kallaste, osa vett ei jõuagi merre või järve. Sama lugu on ka elektrivooluga: peen traat ei suuda kogu elektrihulka edasi juhtida, vool hakkab tööle, sünnitades soojust ja valgust. Mida peenem on juht, seda suurem on takistus. Seda voolu omadust kasutavad inimesed elektrilampide valmistamiseks. Harilikud elektri hõõglambid koosnevad klaaspirnist, millesse peen söeniit või raskelt sulavast metallist peen traat on asetatud (37. joon.). Minnes läbi peene traadi paneb tugev vool ta heledasti hõõguma. Et söeniit ära ei põleks, selleks pumbatakse õhk pirnist välja.

Hõõglampide kõrval on tarvitusel veel elektri kaarlambid. Kaarlampides lõpevad elektrijuhtmed umbes sõrmepaksuste söepulkadega (38. joon.), söepulkade otsad on teravaks tehtud; al-

guses puudutavad teravikud teineteist. Et söepulgad paksud on, siis ei takista nad voolu, mis alles teravikkudes takistub ja neid hõõguma paneb. Et hõõgumine vabas õhus sünnib, siis põlevad teravikud aegamööda ära; nende vahele jääb

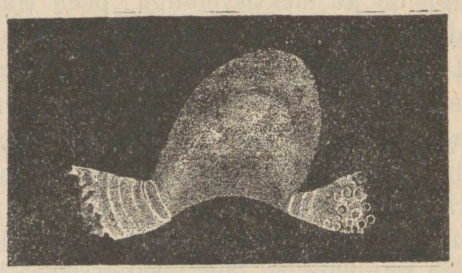


37. joon. Elektripirn; *L* — hülss, millesse pirn keeratakse.



38. joon. Elektri kaarlamp, *a b* — söepulgad.

vahe. Nüüd aga murduvad väikesed söekübemed ühe söepulga küljest lahti ja lendavad teise juurde, voolu edasi kandes. Söekübemete lennutee on kaare sarnane; nii tekib söepulkade otste vahele pimestavalt helenduv leekkaar (39. joon.), millest lambid ka oma nimetuse — kaarlambid — on saanud; kaart ennast nimetatakse Volta kaareks. Volta kaart, mille temperatuur on väga kõrge, kasutatakse elektri-soendamisahjude ehitamisel.



39. joon. Volta kaar.

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

Liikumine.

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

Igal kehal on ruumis oma asukoht ehk paik, näit. majal, aial jne.; need kehad püsivad oma kohal. Mõned kehad, nagu inimesed ja loomad, muudavad oma kohta ehk liiguvad. Liikumist ei märka meie iga kord; meie märkame seda ainult siis, kui mõni keha oma seisukohta meie või teiste asjade suhtes muudab. Kui aga meie ise meid ümbritsevate kehadega koos liigume, nii et need üksteise suhtes oma asukohti ei muuda, siis ei pane me liikumist tähelegi. Istudes liikuva rongi vagunis ei märka meie, et vaguni põrand, pingid j. m. liiguvad; vaguni aknast välja vaadates näib meile isegi, et puud ja postid meist mööda liiguvad, meie ise aga paigal oleme. Samuti ei märka me ka maakera liikumist ta telje ja päikese ümber, sest ühes maakeraga liigume meie ise ja kõik maakeral olevad kehad. Liikumisest kõneldes tuleb alati tähendada, missuguse keha suhtes toimub asukoha muutumine.

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

Katame veeklaasi paberi- või papitükiga ja paneme paberile metallraha; tõmbame siis järsu liigutusega paberi klaasi pealt ära, siis kukub raha klaasi ja ei liigu paberiga ühes. Tähendab, paigalolev keha püüab oma olekut alal hoida. Kõik looduse kehad, mis ei liigu, püüavad paigal püsida,

need kehad aga, mis liiguvad, püüavad alati liikuda. Kehade omadust, oma olekut alal hoida, kutsutakse inertsiks. Inertsi abil võime paljusid nähtusi seletada. Seesugused nähtused on, näit., kirvele varre tahalöömine, tolmu väljakloppimine rõivaist jne.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast ei saa me kiire jooksu pealt järsku seisma jääda? 2. Mispärast ei purusta püssikuul aknaklaasi kildudeks, vaid lööb ainult väikese augu klaasi? 3. Mispärast peame laiast kraavist üle hüppamiseks hoogu võtma? 4. Mispärast on kardetav liikuva sõiduriista pealt maha hüpata? Kuhupoole peame maha hüppama? 5. Mispärast katkevad mõnikord seisva rongi vagunite ühendusketid, kui vedur järsku edasi tõmbab? 6. Mispärast läheb kiirelt ümber nurga sõitev koorem (vanker) kergesti ümber?

Tung ja tema mõõtmine.

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

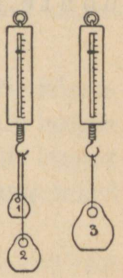
Iga põhjust, mis antud keha olekut muudab, s. t. mis paigaloleva keha liikuma ja liikuva keha seisma paneb või tema liikumist muudab, nimetatakse tungiks. Tungid on väga mitmesugused: inimese ja loomade lihaste tung, tuule tung, voolav vee tung, elektritung jne. Tungide hulka tuleb ka hõõrumist arvata, mis liikumist takistab. Hõõrumistungi, mis pindadega kokkupuutumisel esineb, ei saa me tegelikult täiesti ära kaotada: ükskõik kui siledaks me pinna ka lihvime, siiski jääb hõõrumistung alale. Hõõrumistung on mõnel juhtumusel isegi kasulik, näit. kuival maal astume julgelt, jääl aga on raskem sammuda.

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

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugune ülesanne on veduri ja vaguni piduril täita? Millega seletada tema tegevust? 2. Mispärast määritakse vankri telgesid (ratta rummu sees)? 3. Nimetage juhtumusi, kus kasulik on hõõrumist suurendada? 4. Mispärast määritakse viiuli poognat kampoliga?

Tungide liitmine ja lahutamine.

Tungide kujutamine joonisel. Ühte kehasse võivad samal ajal mitu tungi mõjuda. Näit. vees ujuvasse lootsikusse mõjuvad raskusetung ja vee surumine. Et kergemini ülevaadet saada tungide mõjust kehasse, kujutatakse tungisid joonisel noolte abil. Nool algab sellest keha punktist, milles tung otsekohe mõjub, niinim. tungi rakenduspunktist, ja on suunatud sinnapoole, missuguses suunas tung mõjub. Kui tungi suurus võrdub 1 naelaga, siis võetakse noole pikkuseks mõni pikkuseühik; kui tung võrdub 2 n., siis on nool kaks antud ühikut pikk jne.



40. joon. Raskusetungide liitmine.

Tungi, mis kehasse samuti mõjub kui mitu teist tungi ühtekokku, nimetatakse resultandiks, antud tungisid aga nimetatakse liidetavaiks. Mõnel juhtumusel on kerge öelda, kui suur on resultant, näit. 40. joon. kujutatud 3-naelane pomm avaldab vedrusse sama mõju kui 1-n. ja 2-n. pomm. Tungide resultandi leidmist nimetatakse tungide liitmiseks.

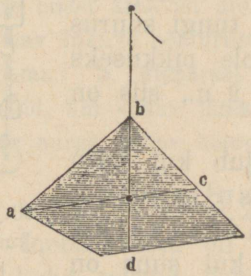
Raskuspunkt ja tasakaal.

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

Iga keha, mis millelegi ei toetu, langeb; et keha langemast hoida, pole aga sugugi vaja teda kogu laiuse ja pikkuse ulatuses toetada. Keppi võime sõrmel hoida, ilma et ta langeks: siis võrdub kepi pahempoolse osa raskus parempoolse osa raskusega; me ütleme: mõlemad pooled on tasakaalus. Ka papist ketas, mille keskpunkt nõela otsa toetub, ei lange mitte: kõik pooled on tasakaalus. Samuti leiame igas kehas ühe punkti, mille ümber raskus igas suunas ühetasaselt on jaotatud. Seesugust punkti nimetatakse raskuspunktiks. Kui keha raskuspunktis toetub, siis ta ei lange.

Ruudu raskuspunkt asub tema diagonaalide lõikepunktis. Kuuli raskuspunkt asub tema keskpunktis. Riputame lauatüki niidi

otsa (41. joon.), siis asub raskuspunkt sirgjoonel *bd*, vertikaalsuunas toetuspunkti all; seda joont nimetatakse raskusjooneks. Riputame sama lauatüki mõnda muud nurka pidi niidi otsa, näit. *a* kohal, siis saame uue raskusjoone *ac*. Kuna keha raskuspunkt kuskil neil joontel asub, siis peab tema asukohaks raskusjoonte lõikepunkt olema, mis mõlemal joonel ühine.



41. joon. Raskuspunkti leidmine.



42. joon. 2. ülesande juurde.

Toetuspunkt ei tarvitse raskuspunktiga ühte langeda: rippuvail kehadel, nagu laelambil, asub toetuspunkt raskuspunktist kõrgemal, laual, majal ja muil seisvail kehadel on toetuspunkt raskuspunktist allpool ja ainult suuremal osal pöörlevail kehadel, nagu võllil, rattal j. m., langevad mõlemad punktid ühte. Keha on tasakaalus siis, kui toetus- ja raskuspunktid asuvad ühel vertikaaljoonel (41. joon.), ja mida madalamal asub raskuspunkt, seda püsivamalt seisab keha.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kus kohal (umbes) asub seisva inimese keha raskuspunkt? 2. Kuhupoole ta nihkub, kui me raske pange pahemasse kätte võtame (42. joon.)? kui me koti selga võtame? 3. Mispärast on ühtlane kera horisontaalsel tasapinnal igas seisangus tasakaalus? 4. Vankri koormaks on tühjad ja raske kaubaga täidetud kastid. Missugusel juhtumusel läheb ta kergemini ümber, kas siis, kui tühjad kastid on täidetud kastide peale laotud või vastuoksa, kui täidetud kastid asuvad tühjade peal? 5. Kuidas hoiab inimene keha, kui ta järsust mäest üles läheb? 6. Lõigake papist mitmenurgelisi lõike (tükke) ja määrake nende raskuspunktid, riputades neid niidi otsa ja tõmmates vastavaid raskusjooni.

Kehade vaba langemine.

Vaatlused. 1. Kes on näinud, seletagu, kuidas silla ehitamisel vaiasid maasse (jõe põhja) lüüakse. 2. Viska rusika suurune kivi esiti $^1/_2$, siis 1 ja 2 m kõrgusele ja püüa kinni! Missugusel juhtumusel on rõhumine peopesadele suurem? 3. Võrdle oma tähelepanekute põhjal, kummad langevad kiiremini alla, kas vihmapiisad või lumehelbed?

Kui kivi lasta esiti poole meetri, pärast meetri kõrguselt pehmesse savisse langeda, siis näeme, et kõrgemalt langev kivi sügavamale savisse tungib; samuti lööb kõrgemalt langev kivi kepi sügavamale mulda. Teed, mille kivi vabal langemisel ära käib, nimetatakse langemiskõrguseks.

Katsed näitavad, et vabalt langeva keha mõju (või „töövõime“) kasvab langemise kõrgusega.

Veeretame puukuuli lauda mööda tasakesi vastu pappkasti (näit. paberossikestade karp). Kast jääb paigale. Tõukame nüüd kuuli suure hooga sama maa pealt vastu kasti: kuul lööb kasti pikali ja muljub teda. Sel juhtumusel jäi kuuli mass ja kaugus muutumatuks, muutus tema liikumiskiirus.

Jalakäija liigub aeglasemalt kui jalgratta-sõitja. Jalakäija suudab tunnis umbes 5 km ära käia; me ütleme, et jalakäija kiirus on 5 km tunnis; jalgratta-sõitja jõuab sama aja jooksul umbes 35 km edasi, tema kiirus on seega 35 km tunnis. Hääle levimise kiirus on 333 m sekundis. Tee, mille keha ühe ajaühiku (tunni, minuti, sekundi) vältusel ära käib, annab meile keha kiiruse. Harilikult võetakse ajaühikuks 1 sekund.

Kui keha liikumise kiirus jääb muutumatuks, siis liigub keha ühtlaselt ehk keha liikumine on ühtlane; muutub aga kiirus, siis on liikumine mitte ühtlane.

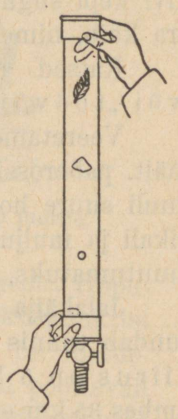
Kahe jaama vahel võib raudtee-rong ühtlase kiirusega liikuda. Jaamast liikuma hakates aga on rongi kiirus õige väike; see kasvab teatava kiiruseni, mis mõni aeg püsib; teise jaama lähedal vähendab rong kiirust. Arvesse võttes aega, mida rong ühest jaamast teise sõitmiseks tarvitab, ja jagades sellega kaugust jaamade vahel (kilomeetrites) saame rongi keskmise kiiruse.

Vabalt langeva keha mõju tähele pannes näeme, et see oleneb langemise kõrgusest; keha raskus (mass) jääb muutumatuks. Kahest võrdsest massist võib aga üks suuremat mõju avaldada ainult siis,

kui tema kiirus on suurem. Sellest järeldame, et vabal langemisel muutub, nimelt kasvab keha kiirus.

Igapäevane elukogemus näitab, et kehad ei lange siiski mitte võrdsete kiirustega; nii langeb paberitükk aeglasemalt kui raudnael.

Viskame taldriku vette; ta langeb vees silmanähtavalt aeglasemalt kui õhus. Raskusetung jääb siiski samaks. Vesi teeb taldriku liikumisele takistust. Ka õhk takistab vabalt langeva keha liikumist. Langemisel õhus peab keha oma teelt õhuosakesed välja tõrjuma, ja mida suurem on keha pind (ja mida vähem tema tihedus), seda aeglasem on langemine. Õhus langeb teraskuulike kiiremini kui paberitükk ja udusulg; asetame need kehad pikka klaasist torusse, pöörame toru vertikaalses suunas kiirelt ümber; ka siin langevad nimetatud kolm keha igaüks isekiirusega (43. joon.); pumpame niipalju õhku torust välja, kui palju õhupump suudab imeda, ja pöörame toru alumise otsa järsku üles; nüüd hakkavad kehad langema pea ühesuguse kiirusega. Tähendab, tühjas ruumis langevad kõik kehad ühesuuruse kiirusega.



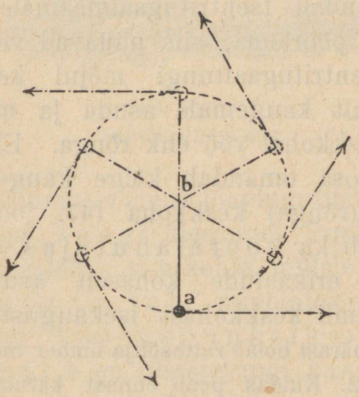
43. joon. Kehade langemine vabalt.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast on kardetav kõrge puu otsast maha hüpata? 2. Mispärast langevad raheterad kiiremini kui lumehelbed? 3. Kiirrong sõidab Tallinnast välja kell 6 p. l. ja jõuab Tartu kl. 10,54 m. p. l. Leidke kiirrongi keskmine kiirus (km tunnis ja m sekundis), kui Tallinnast Tartu on rauteed mööda 191 km. 6. Hoidke kaustik põranda pinnaga paralleelselt. Pange tema peale mõned asjad, nagu kriiditükk, metallraha, korк, paberitükk jne. Laske kaustik asjadega lahti. Kas langevad asjad kaustikuga ühel ajal põrandale?

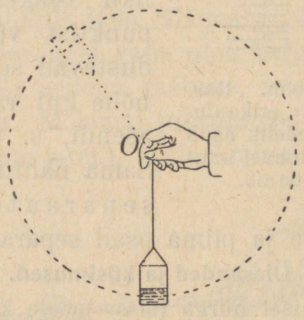
Ringjooneline liikumine. Liikuva keha või tema üksikute punktide tee võib kuju poolest olla kas sirg- või kõverjooneline. Vabalt langeva keha liikumistee on sirgjooneline. Kõverjoonelistest liikumistest on kõige lihtsam keha ühtlane ringjooneline liikumine.

Seome raske kuuli peene nööri otsa ja hakkame seda keskpunkti *b* ümber keerutama (44. joon.). Seesugusel ringjoonelisel liikumisel paneme kahte tungi tähele: üks, mis nööri pingul hoiab ning püüab raskust keskpunktist eemaldada ja teine —

sõrmede lihaste tung, mis takistab kuuli eemale liikumast ning teda ringi keskpunkti poole tõmbab. Niipea kui me nööri otsa sõrmede vahelt lahti laseme, lendab kuul esimese tungi mõjul



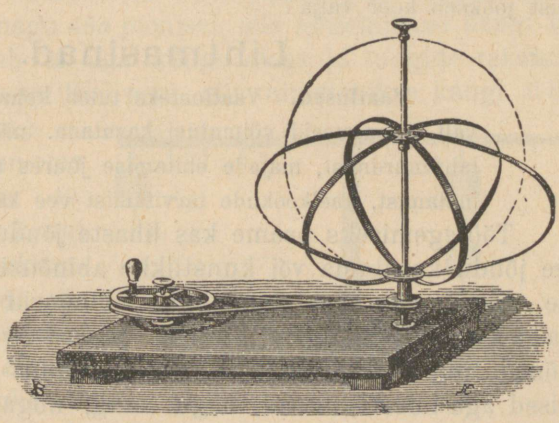
44. joon. Ringjooneline liikumine.



45. joon. Keskhageva tungi mõjul jääb vesi klaasi.

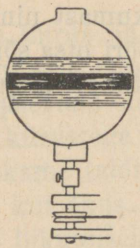
puutuja sihis eemale. Seda tungi nimetatakse tsentrifugaal- ehk keskpagevaks tungiks. Teist tungi, mis liikuvat keha ringi keskpunkti poole tõmbab, nimetatakse tsentripetaal- ehk keskhagevaks tungiks.

Keskhageva tungi mõjul ei jookse vesi klaasist, mida keerutatakse, mitte välja (45. joon.), olgugi et klaas mõnedel silmapilkudel kummuli on, vaid vesi tungib vastu klaasi põhja.



46. joon. Tsentrifugaalmasin.

Katsete varal tsentrifugaalmasinaga, mida 46. joon. kujutab, pandi tähele järgmisi nähtusi: tsentrifugaaltung on seda suurem, a) mida kiiremini keha ringjoonel liigub, b) mida raskem on keha ja mida pikem on nöör.



47. joon. Raskema erikaaluga vedelik asub keskkohast kaugemale.

Valame kerakujulisse pudelisse elavhõbedat ja värvitud vett; elavhõbe kui erikaalu poolest raskem langeb põhja, vesi tõuseb pinnale. Asetame nüüd selle pudeli tsentrifugaalmasinale ja paneme ta kiiresti pöörlema, siis püüavad vedeliku osakesed tsentrifugaaltungi mõjul keskpunktist võimalikult kaugemale asuda ja moodustavad seinte keskkohal vöö ehk rõnga. Elavhõbe kui raskem osa omandab kõige kaugema asendi, s. t. vöö (rõnga) keskkoha (47. joon.). Sama nähtus esineb ka *koorelahutajas* ehk *separaatoris*: erikaalude kohaselt asuvad koore ja piima osad separaatoritrumli keskkohast isekaugustele.

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

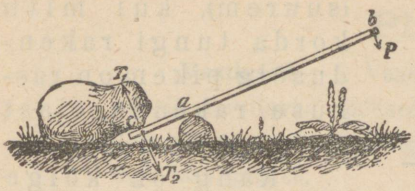
Lihtmasinad.

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

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

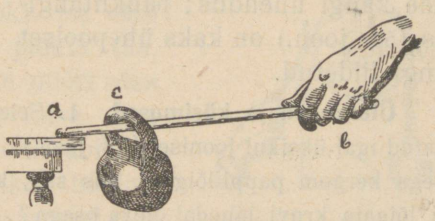
Kang.

Kang on lihtne kepp või varb, mille abil raskusi võib tõsta. Pistame kepi otsa kivi ääre alla, paneme vähema kivi



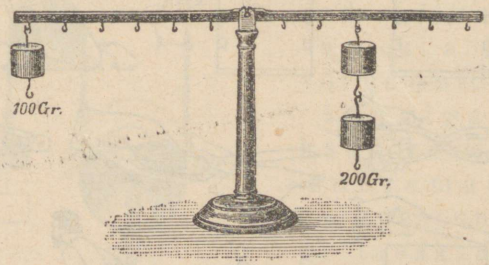
48*a* joonis.
Kahepoolne kang.

või puutüki kepi alla ja rõhume kepi vaba otsa peale (48*a* joon.): kerge vaevaga tõstame raskuse üles. Paneme siis kepi otsa lauaservale ja riputame raskuse kepile (48. joon.) võimalikult laua lähemale. Kergitades kepi vaba otsa kergitame ühes sellega raskuse, mis selgi juhtumusel suurt jõupingutust ei nõua. Mõlemal juhtumusel täitis kepp kangi ülesannet. Punkti *a* (48*a* joon.), mille ümber kangi pööratakse, s. t. kohta, millele kang toetub, nimetatakse toetuspunktiks; punkt *b* on lihastetungi rakenduspunkt ja *c* on raskuse rakenduspunkt. Punkt *a* jagab kangi kaheks osaks *ab* ja *ac*; neid kaugusi toetuspunktist rakenduspunktideni nimetatakse kangi õlgadeks. Kui toetuspunkt asub tungide rakenduspunktide vahel, nagu 48*a* joonisel, siis nimetatakse kangi kahepoolseks; asub ta aga kangi otsas ja tungide rakenduspunktid asuvad temast ühel pool, siis nimetatakse kangi ühepoolseks (48. joon.).

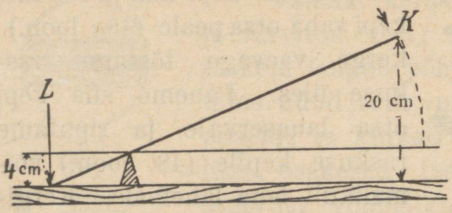


48. joon.
Ühepoolne kang.

Kangi abil võime oma jõudu kokku hoida. 49. joonis näitab, et me kangi abil võime antud raskusetungi (200 g) poole vähema tungiga tasakaalus hoida, kui kangi õlgade pikkused on sellekohaselt valitud. Kuid kokku hoides töötava tungi hulka kaotame aega, sest et tungi rakenduspunkti poolt käidud tee on antud raskusetungi rakenduspunkti poolt käidud teest nii mitu korda pikem



49. joon.
Võrdsete õlgadega kang.



50. joon. Kangi tegevuse selgitamine.

kui kahepoolne võrdsete õlgadega kang; käärid ja tangid on kahe kangi ühendus; pähklitangides (51. joon.) on kaks ühepoolset kangi liidetud.

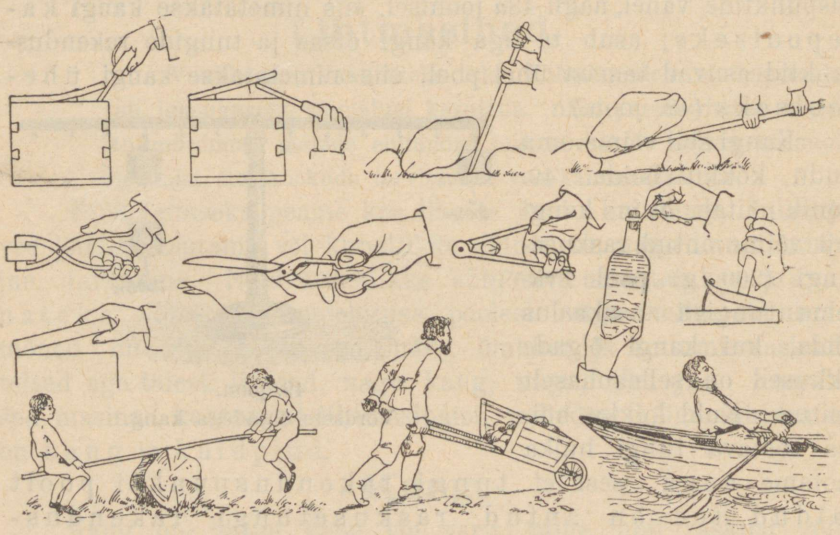
(suurem), kui mitu korda tungi rakendusõlg pikem on raskuse rakendusõlast (50. joon.).

Kang on kõige tähtsam abinõu tööstuses. Harilikud kaalud pole muud midagi



51. joon. Pähklitangid.

Ülesanded ja küsimused. 1. Seletage, missugust liiki kang on kujutatud igal üksikul joonisel (52. joon.). 2. Missugusel juhtumusel on kääridega kergem pappi lõigata, kas siis, kui lõigata kääriotsadega, või siis, kui lõigata kruvi lähedal oleva osaga? Mispärast? 3. Kuhu peame käru koorma asetama, et teda kergem oleks kanda? 4. Missugust liiki kang on uksevõti? inimese käsi ja jalg? kus on nende toetuspunktid? 5. Palk kaalub 200 kg; teda tahetakse kangiga üles tõsta; kangi tungiõlg on $^1/_2$ m ja raskuseõlg 2 m pikk. Kui suurt jõudu tuleb tarvitada?

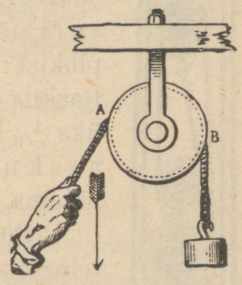


52. joon. Mitmesugused kangid.

Plokk.

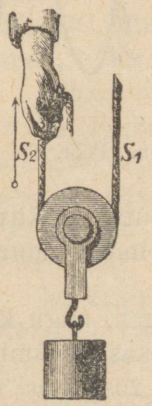
Vaatlused. 1. Vaadelge, kui juhust on, missuguseid abinõusid tarvitavad töölised, et ehituste juures kive, palke j. m. üles vinnata. 1. Vaadelge, kuidas on plokk ehitatud ja kuidas teda tarvitatakse.

Plokiks nimetatakse ketast, mis oma telje ümber võib pöörduda; telg on hargi vahele kinnitatud. Ketta äärel on rennike ehk õnar, milles nöör liigub (53. joon.). Plokkisid on kahte liiki: liikumatu, kui hark on palgi või seina külge kinnitatud, ja liikuv, kui plokk ise võib vabalt liikuda. Liikumatus plokis (53. joon.) käib nöör üle ketta; ühte nööri otsa on mõni raskus kinnitatud, teise otsa mõjub tung. Seesuguse ploki abil ei saa me jõudu säästa (kokku hoida), vaid lihastetungi ainult mõnusamini rakendada.

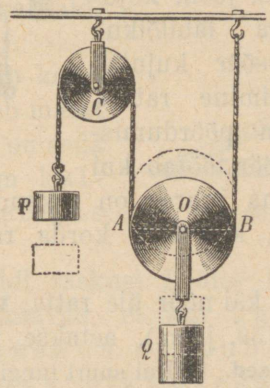


53. joon. Lihtplokk.

Ploki horisontaalset läbimõõtu *AB* võib vaadelda kui võrdsete õlgadega kahepoolset kangi. Rakenduspunktid asuvad läbimõõdu otsades. Liikumatu plokk on tasakaalus ainult siis, kui temasse mõjuvad (raskuse- ja lihaste-) tungid on võrdsed. Liikuva ploki abil võime antud tungiga kaks korda suuremat raskusetungi tasakaalus hoida. Võtame paremasse kätte ühe ja pahemasse kätte teise liikuva ploki nööri, nõndaviisi kannab iga käsi poole kogu ras-



54. joon.
Liikuv plokk.



55. joon.
Liikuv plokk.

kusest (54. joon.). Kui liikuv plokk ripub üht nööri otsa pidi mõne palgi küljes, siis kannab see poole raskusest.

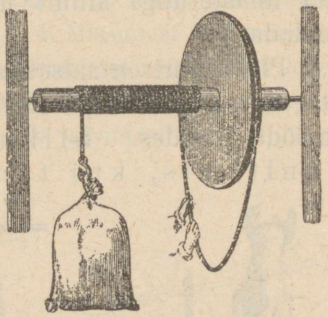


56. joon. Liitplokk.

Liikuval plokil (55. joon.) on raskuse rakenduspunkt keskel, tungi rakenduspunkt *A* on samal pool toetuspunkti (*B*). Nii on liikuv plokk ühepoolne kang, mille tungiõlg on kaks korda pikem kui raskuseõlg.

Sageli ühendatakse mitu liikuvat plokki, et suuri raskusi tõsta; nii saadakse liitplokk ehk tali (56. joon.). Harilikult koosneb tali kuuest plokist: kolmest liikuvast ja kolmest liikumatust. Raskus mõjub siis kuude plokki, millest igaüks $^1/_6$ koormast kannab. Tung võrdub $^1/_6$-ga raskusest; sellepärast peab talilööper 6 korda pikema tee käima kui raskus.

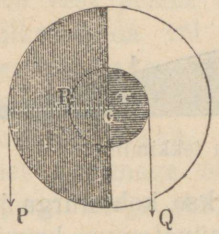
Pöör. Pöör koosneb võllist ja rattast, mis on teineteisega kõvasti ühendatud ja võivad ühise telje ümber pöörduda (57. joon.). Ümber võlli käib nöör, mille otsas ripub raskus; teine nöör käib vastupidises suunas üle ratta; sellesse mõjub tung *P*. 58. joon. kujutab pööra läbilõiku: sisemine sõõr kujutab võlli, välimine ratast, telg *c* on pöördumispunkt. Pöör töötab kui kahepoolne kang; tema juures on rakendatud tung raskusest nii mitu korda vähem, kui mitu korda ratta läbimõõt suurem on võlli läbimõõdust.


57. joon. Pöör.

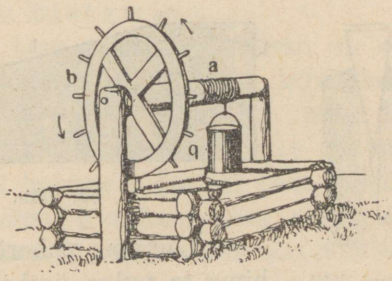
Mitte iga kord ei käi nöör üle ratta, vaid sageli, nagu kaevust vee vinnamisel (59. joon.), aetakse ratast käsitsi ümber.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kui suurt tungi on vaja 20-puudase raskuse tõstmiseks liitploki abil, mis koosneb 2 liikuvast ja 2 liikumatust plokist? 2. Missuguseid paremusi pakub liikumatu ploki tarvitamine? 3. Joonista liikuv plokk; märgi ära, kus on rakenduspunktid, kus toetuspunkt! 4. Mis otstarbeks tarvitatakse kodus plokkisid ja pööra? Kui suur tung

hoiab võllisse mõjuvat 120 kg raskust tasakaalus, kui võlli raadius = 20 sm, ratta raadius = 100 sm?



58. joon. Pööra läbilõik.

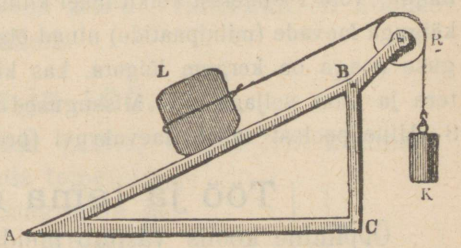


59. joon. Kaevuvinn.

Kaldpind.

Vaatlused. 1. Jutustage, kes tähele on pannud, kuidas tõstetakse ja veeretatakse raskeid kive (trepikive), vaate j. m. vankrile. 2. Vaatle, kuidas läheb hobune koormaga järsust mäest üles.

Sile, kaldu vastu seina pandud laud moodustab kaldpinna. Iga redel, katusekülg, mäkke viiv tee, jõesäng j. m. on kaldpinnad. Kaldpinna tegevust on kõige lihtsam seletada täisnurkse kolmnurga abil (60. joon.) *AB* on kaldpinna pikkus; kaugust kaldpinna ülemisest otsast horisontaalse tasapinnani, *BC*, nimetatakse kaldpinna „kõrguseks".



60. joon. Kaldpind.

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

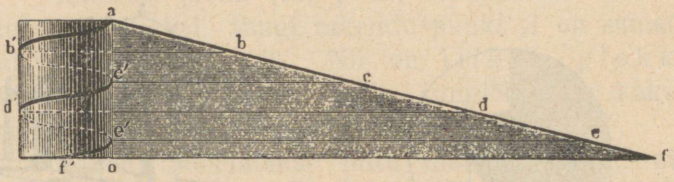
Et kaldpinna abil raskust *L* üles hoovata, on vaja jõudu kulutada. Katsed näitavad, et kui kaldpinnal tasakaal valitseb, siis raskus suhtub tungisse nii kui kaldpinna kõrgus pikkusesse. Ka kaldpinna abil võime väikese tungiga suurt raskust üles tõsta. Kaldpinda tarvitatakse õige laialdaselt igapäevases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

Kiilu ja kruvi tegevus on kaldpinna abil seletatavad. Kiil (61. joon.) on „liikuv" kaksik-kaldpind. Mida õhem on

kiil ja mida pikemad on tema küljed, seda kergema vaevaga saame kiilu abil suuri takistusi võita.



61. joon. Kiil.



62. joon. Kruvikäigu tekkimine.

Lõikame paberist täisnurkse kolmnurga ja mähime ta pulga ümber, nii et hüpotenuus kruvijoone moodustab (62. joon.). Kui kolmnurga alus võrdub pulga ümbermõõduga, siis kujutab hüpotenuus meile kruvikäigu. Kolmnurga kõrgus kujutab kruvikäigu kõrgust. Et meil siin tegelikult on kaldpinnaga tegemist, siis on kaldpinna seadus maksev ka kruvi kohta.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugusteks otstarveteks kasutatakse kaldpinda? 2. Mispärast on järsku mäkke viiv tee harilikult ikka käänakutega, aga mitte sirge? 3. Missugune peab trepp olema (tema astmed ja kallak), et teda mööda hõlpus oleks liikuda? 4. Kelgumäe kõrgus võrdub 10 jalaga, alus 25 jalaga. Kui suure tungiga, mis kaldpinna suunas mõjub, võib 10-naelast kelku mäel kinni hoida? 5. Mispärast peavad kiire käiguga laevade (miinipaatide) ninad õige pikad ja kitsad olema? 6. Missuguse noaga on kergem lõigata, kas kitsa teraga ja laia seljaga või laia tera ja kitsa seljaga? 7. Missugused inimese hambad on kiilusarnased? 8. Mille poolest läheb laevakruvi (propeller) harilikust kruvist lahku?

Töö ja tema mõõtmine.

Õppimine koolis väsitab meid; seejuures ei väsi meie keha liikmed, vaid ainult peaaju. Õppimine on *töötamine*, me nimetame seda *vaimliseks tööks*.

Teissugune on töö, mida kangi, ploki või muu *masina* abil tehakse: seda näeme silmadega. Et raskust tõsta või edasi lükata, peame *tungi* kasutama, teda vastava masina abil rakendama. Seesugust tööd nimetatakse *mehaaniliseks tööks* ehk lihtsalt *tööks*.

Mitte iga kord pole töö ülesanne raskuste liikumapanemine. Veski kivid jahvatavad teri peeneks. Sae abil võime palgi peenteks laudadeks lõigata. Neil juhtumustel on töö ülesandeks

keha kuju muuta. Nii kehade kuju muutmiseks kui ka nende liikumapanemiseks peame takistusi ületama (ära võitma). Üldiselt: töö on takistuste ületamine.

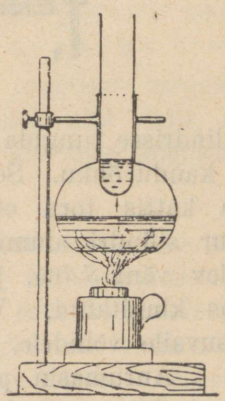
Töö eest peame sagedasti tasu maksma; selleks on vaja töö hulka teada või tööd mõõta. Mõõt-ühikuks tarvitatakse meeterkilogrammi (mkg), s. o. töö hulk, mis tehakse, et ühe kilogrammi raskust keha ühe meetri kõrgusele tõsta. Näit., kui hobune maanteel veab vankrit, mis ühes koormaga 500 kg kaalub, 2 m kaugusele, siis vaadatakse tungimõõtja abil, kui tugevasti hobune koormat tõmbab; leides, et see on $^1/_{20} \times 500 = 25$ kg, saadakse kohe ka töö hulk teada: $25 \times 2 = 50$ mkg.

Töö tegemiseks kulub veel aega. Hobune võib koormat kas aeglaselt või kiiresti vedada, sellest oleneb töö hulk teatud ajaühiku jooksul. Töö hulka, mida lihastetung või masin 1 sekundis teeb, nimetatakse võimsuseks. Tegelikus elus tarvitatakse võimsuse mõõtmiseks hobusejõudu, mis võrdub 75 mkg igas sekundis. „Hobusejõu" mõiste tõi tööstusesse aurumasina leiutaja inglane James Watt; sagedasti märgitakse „hobusejõudu" tähtede *HP* abil, mis on ingliskeelsete sõnade *„horse power"* — „hobuse jõud — esimesed tähed. Harilikult on hobuse võimsus antud arvust natuke vähem.

Soojus ja töö.

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

Me teame, et soojuse mõjul kõik kehad paisuvad, oma ruumala muudavad; ka see on töö, järjelikult ka soojus võib tööd teha. Valame keedupudelisse pooleni vett ja asetame tema kaela katseklaasi, nii et see tihedalt kaela käib (63. joon.). Ajame vee kolvis keema: aur tõstab katseklaasi üles. Aur võib keha tõsta,

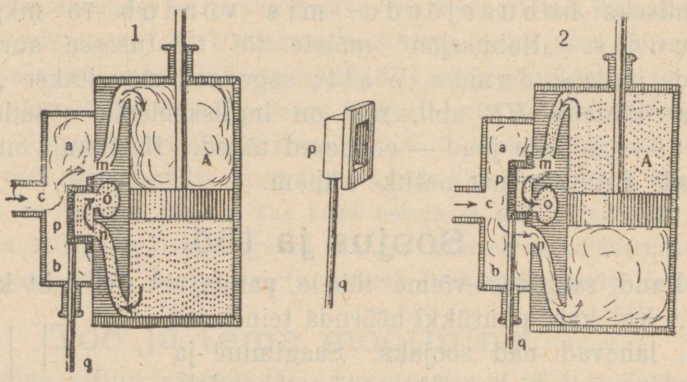


63. joon. Auru töö.

võib tööd teha. Seda auru omadust kasutatakse aurumasina abil.

Aurumasina tähtsamad osad on aurukatel ja aurusilinder. Aurukatel on õige lihtsa ehitusega; ta on täiesti kinnine anum, millesse vett lastakse, et seda seal keema ajada. Auru ruumala on aga palju suurem kui sama raskusega veehulgal; sellepärast rõhub aur katla seinte peale. Katla seinad tehakse rauast või terasest, et nad rõhumist välja kannataksid. (Kui rõhumine liiga suureks läheb, siis võib seda isesuguse klapi kaudu välja lasta.) Katlast juhitakse aur toru mööda aurukarpi (64. joon.), mis kahe toru kaudu (*m* ja *n*) aurusilindriga ühendatud; avause *o* kaudu läheb läbitöötatud aur välisesse õhku. Aurukarbis liigub jaotaja *p*, mis silindrisse viivaid avausi vaheldumisi kinni katab ja avab. Silindris liigub punn ehk kann *A*; vända abil on ta ühendatud hoorattaga.

Oletame, et jaotaja katab alumise toru kinni, nagu 64, 1. joonisel näha. Aurukarbist saab aur ainult ülemise toru kaudu

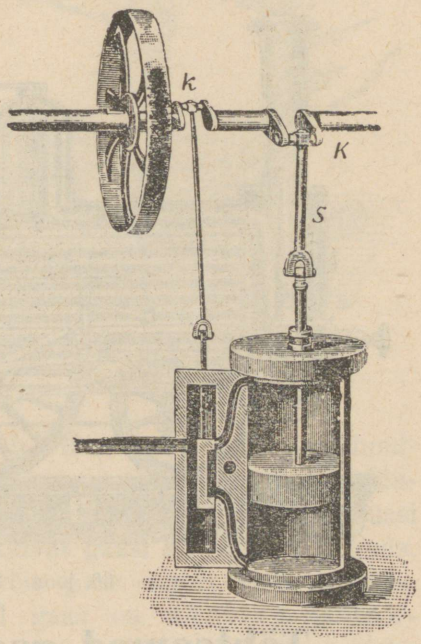


64. joon. Aurusilinder.

silindrisse tungida ja rõhub punni alla. Punni all olev aur läheb *o* kaudu õhku. Sel ajal kui punn alla liikus, nihkus jaotaja üles ja kattis toru otsa (*m*) (64, 2 joon.) kinni. Nüüd tungib aur silindri alumisse ossa ja rõhub punni üles. Punni küljes olev vänt *S* (65. joon.) ajab võlli ümber, mille otsa on hooratas kinnitatud. Võlli ümbert lähevad rihmad teistele eemalasuvaile võllidele, mis mitmesuguseid masinaid käima panevad.

Aurumasin paneb ka veduri ja auriku liikuma. Veduri ehitus selgub 66. joonisest. Ratastele on asetatud auruka-

tel, millest hulk torusid (*B*) läbi käib. Kütteaine põleb koldes *A* ja kuumad gaasid lähevad läbi torude korstnasse. Torude vahel asub vesi, mille kuumad toru seinad keema ajavad; tekkinud aur koguneb katla ülemisse ossa (*D*) ja läheb sealt toru kaudu silindritesse. Aur paneb silindrites punnid liikuma, mis väntade abil rattaid veerema panevad. — Esimese veduri ehitas inglane G. Stephenson 1814. a. Seitse aastat enne seda (1807. a.) ehitas ameeriklane R. Fulton esimese auriku.



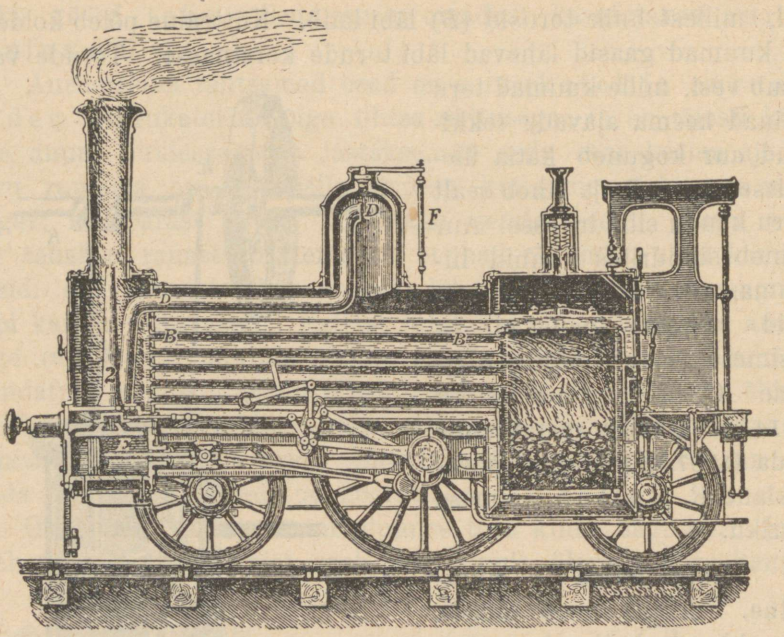
65. joon. Aurumasin.

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

Soojuseühikuks ehk **kaloriks** nimetatakse seda soojusehulka, mis 1 kg vett 1° C. võrra soemaks teeb.

Et soojust tööks võib muuta, siis tuleb sagedasti soojuse- ja tööhulkasid võrrelda. Katsete ja arvutuste abil leiti, et 1 kalor võiks 425 mkg tööd teha, kui teda täielikult tööks saaks muuta.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast võngub teekatla kaas (kui ta tihedalt peale käib) vee keemise aegu üles ja alla? 2. Kui palju mehaanilist tööd annab aurumasina abil üks kg kivisütt, mille soojutusvõime on 7700 kalorit, kui oletada, et soojusest läheb 88 % kaotsi? 3. Joonista aurusilinder läbilõikes! 4. Mitu korda on „hobusejõud“ inimese võimsusest suurem, kui inimese võimsus on umbes 10 mkg sekundis?



66. joon. Vedur.

Tähtsamad gaasilised ained.

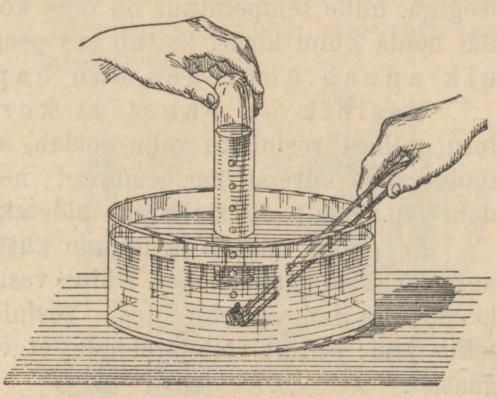
Vee koosseis; vesinik.

Vaatlused. 1. Pane Volta elemendis tsinkplaadi pinda tähele, kui ta mõni aeg lahjas väävelhappes on seisnud. 2. Pane tähele mullikesi, mis noa pinnale ilmuvad, kui seda kanges äädikas hoida. 3. Laadal müüakse „õhupalle“; miks nad üles tungivad?

Destilleerimise abil võib vett kõikidest lisanditest puhastada; korduval destilleerimisel saame ikkagi vee. Sellest ei või sugugi veel järeldada, nagu oleks vesi lihtkeha.

M õ n e d e l i h t k e h a d e m õ j u v e t t e. Igapäevasest elust on teada, et raud vees seistes r o o s t e t a b. Vasetükk aga ei muutu vees seistes. Keedame vett tüki aega, nii et temas lahustunud õhk eraldub, ja hoiame seesuguses õhuvabas vees rauatükki; nüüd ei ilmu rooste. Ainult õhu ja vee koosmõjul hakkab raud roostetama. Raud ja vask ei mõju veesse harilikus temperatuuris. Võtame tükikese n a a t r i u m i; välimuse poolest sarnaneb ta hõbedaga, kuid on hõbedast palju peh-

mem ja kergem; teda võib noaga kergesti lõigata. Metall naatrium kuulub lihtkehade hulka. Tal on omadus hapnikuga kiiresti ühineda, mille tõttu teda õhus lahtiselt ei saa alal hoida, vaid hoitakse puhtas lambiõlis. Viskame tükikese naatriumi vette: ta hakkab *vee pinnal* sisisedes kiiresti edasi-tagasi liikuma ja jääb ikka väiksemaks, kuni ta lõpuks päris ära kaob. Kui tangide abil naatriumitükikest vees hoida, siis näeme, et temast gaasimullikesed eralduvad (67. joon.). Hoides veega täidetud, kummulikäänatud katseklaasi naatriumitükikese kohal, võib tekkivat gaasi katseklaasi koguda. Et naatrium on lihtkeha, siis võis gaas ainult veest tekkida.



67. joon. Naatriumi mõjul eraldub vesinik veest.



68. joon. Põlev peerg kustub vesinikus, kuna vesinik põlema lööb.

Katseklaasi kogutud gaas on *värvita* ja *lõhnata*. Kui temasse põlev tikk või küünal pista, nagu 68. joon. näitab, siis kustub tikk ära, katseklaasi äärtel *lööb* aga gaas *sinaka leegiga põlema*. Õhus põledes annab kirjeldatud gaas uuesti vee; sellepärast nimetatakse teda vett-tekitavaks gaasiks[1]) ehk lühidalt *vesinikuks*. Vesiniku valmistamiseks suuremal hulgal on hõlpus tarvitada tsingitükke ja lahja väävelhapet. Volta elemendis võime tähele panna, et tsinkplaat happes seistes gaasimullikestega katub; see gaas ongi vesinik. Kui tsinkplaadi asemel aga hernesuurusi tsingitükke pudelisse paneme (69. joon.), siis on happe mõju suurem ja gaasi tekib palju enam. *Vesiniku kogumist tuleb alles siis alata, kui õhk on pudelist välja tõrjutud.* Torust (69. joon.) välja voolavat gaasi võib põlema süüdata; ta põleb sinaka

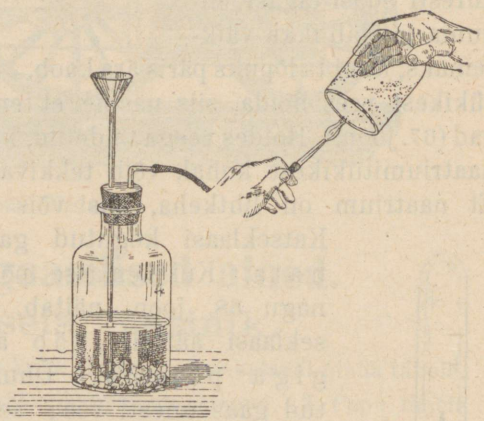
1) Ladinakeelne vesiniku nimetus on *Hydrogenium*, s. t. veetekitaja.

leegiga, mille temperatuur on õige kõrge. Kui vesiniku leegi kohal hoida külm klaas, kattub see peagi veepiisakestega: vesinik annab ühinedes õhu hapnikuga vee.

Vesinik on õhust 14 korda kergem; kui kasta toru, millest vesinikku välja voolab, seebivette, siis tekivad seebimullid, mis kiiresti üles lendavad; neid võib tikuga põlema süüdata (70. joon.). Vesinikuga täidetakse mõnikord ka õhupalle.

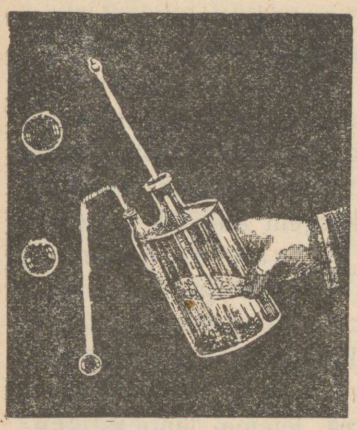
Ka puude, maaõli ja muude kütteainete põlemisel tekib veeaur: kõikides neis kehades, leidub vesinikku. Samuti ka taimedes, looma- ja inimese elundites. Vesiniku ja hapniku ühinemisel tekib vesi; sellest võib järeldada, et vesi koosneb nendest kahest gaasist.

Elektrivoolu mõju vette. Aparaadi abil, mida kujutab 71. joonis, võime vett tema osisteks — vesinikuks ja hapnikuks — lahutada: elektrivool lahutab vee (millele vähe väävelhapet juhtivuse suurendamiseks juurde lisatud); ühe plaadi kohale koguneb hapnik, teise kohale vesinik. Seejuures võib tähele panna, et ruumala järele vesinikku kaks korda enam tekib kui hapnikku. Kui tekkinud gaase segada ja segu põlema süüdata, siis ühinevad gaasid plahvatades; seda segu nimetatakse paukuvaks gaasiks.



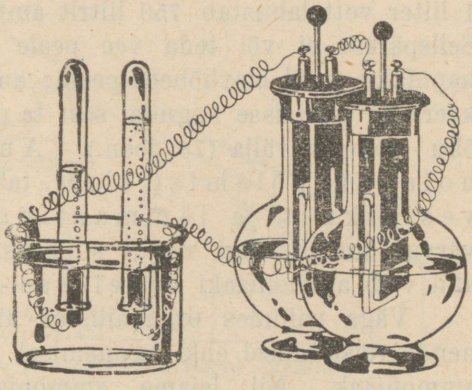
69. joon. Vesiniku valmistamine.

Taandamine ehk reduktsioon. Vesiniku omadust, hapnikuga ühineda, võib metallide saamiseks nende hapniku-ühenditest kasutada. Võtame kõva klaastoru, asetame temasse vähe rauaroostet või vasehapendit, ühendame toru vesinikku tekitava riistaga ja kuumutame toru tugevasti (72. joon.); siis ühineb vesinik hapnikuga veeks ja vaba raud või vask jääb järele. Säärane toiming on hapendumisele vastand: siin eraldatakse hapnik tema ühenditest; seda toimingut nimetatakse taanda-



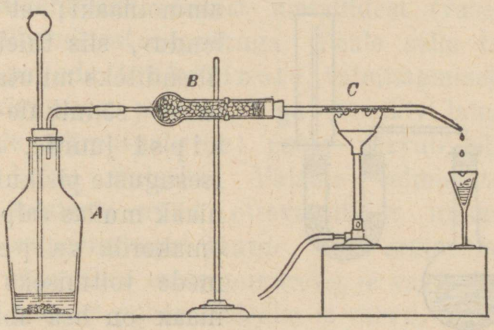
70. joon. Vesinikuga täidetud seebimullid tõusevad lendu.

miseks ehk reduktsiooniks. Taandamiseks võib veel sütt (süsinikku) tarvitada.



71. joon. Vee lahutamine elektri abil.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast peab vesiniku valmistamisel ettevaatlik olema ja ainult puhast vesinikku koguma, et tema põlemist näidata? 2. Võrdle vesiniku ja hapniku omadusi! 3. Millega seletada, et külm lambiklaas lambi põlemapanemisel veeauruga kattub? 4. Kuidas vesinikku klaassilindrisse koguda? 5. Joonista veelahutamise aparaat!



72. joon. Taandamine.

Ammoniaak ja salpeeterhape.

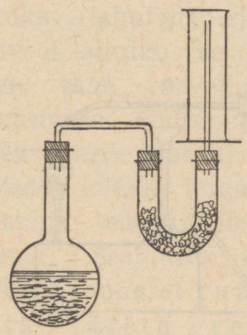
Vaatlused. 1. Vaatle, kuidas kodus salmiaagi-„piiritusega" rõivas seest plekkisid välja võetakse. 2. Nuusuta ettevaatlikult salmiaagipiiritust! Kas on ka hobusetallis seda lõhna tunda?

Kui teelusika-täis salmiaaki võtta ja katseklaasis veega hästi loksutada ning siis noaotsa-täis kustutatud lupja juurde lisada, tundub iseloomulik lõhn. Vedeliku soendamisel ilmuvad gaasimullid. Hoides katseklaasi kohal soolhappega niisutatud klaaspulka näeme, et pulga ots kattub valge koorega. Salmiaagist

eralduvat gaasi nimetatakse ammoniaagiks ja tema lahust vees nimetavad apteekrid „salmiaagipiirituseks“.

Ammoniaagi lahustuvus vees on väga suur: 1 liiter vett lahustab 750 liitrit ammoniaaki (18° temperatuuris). Sellepärast ei või teda vee peale koguda, nagu vesinikku ja hapnikku, vaid elavhõbeda peale; ammoniaaki võib ka kummulikeeratud pudelisse koguda, sest ta on kergem kui õhk ja tõrjub õhu pudelist välja (73. joon.). Ammoniaak ei põle ega hoia ka põlemist alal; ta on liitkeha ja koosneb vesinikust ja lämmastikust. Punane lakmuspaber värvub ammoniaagi mõjul siniseks. Rõhumise või jahutamise abil võib ammoniaaki vedelasse olekusse viia.

Väga paljudes orgaanilistes ainetes leiame lämmastikku; nende roiskumisel ehk lagunemisel tekib teiste ainete kõrval ka ammoniaak. Nii leiame ammoniaaki loomade väljaheidetes; tema lõhna on tallides ja lautades tunda. Ka sõnnikus on ammoniaaki; et ammoniaak on kergesti lenduv, siis tuleb teda mittelenduvateks ühenditeks muuta. Selleks otstarbeks lisatakse sõnnikule veel „alusturvast“ või kipsi juurde, mis ammoniaagi seovad. Isesuguste pisikute mõjul hapendub ammoniaak mullas salpeeterhappeks; see annab omakorda salpeetri. Salpeeter on taimede toitmiseks väga tarvilik. Ammoniaak on hea abinõu mesilaste, parmude j. m. putukate nõelamiste vastu. Külmutusmasinates tarvitatakse vedelat ammoniaaki kunstliku jää valmistamiseks.



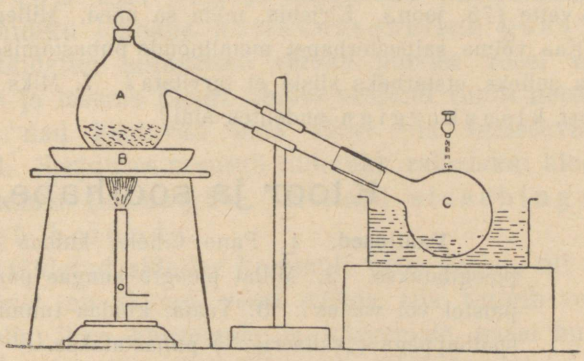
73. joon. Ammoniaagi saamine.

Salpeeterhape. Umbes 150—200 sm^3 mahuga retort ühendatakse kolviga, nagu 74. joonisel kujutatud; kolbi on pandud 10 g peenekshõõrutud kuiva tšiilisalpeetrit, mis väetisena tuntud, ja 20 g kanget väävelhapet. Kui salpeeter ja hape segamini on loksutatud, soendatakse retorti liivavannil, kuna vastuvõtjat vees jahutatakse.

Vastuvõtjasse koguneb kollane vedelik, see on koondatud ehk kange salpeeterhape. Happel on „terav“ lõhn. Sinine lakmuspaber muutub salpeeterhappega niisutamisel punaseks. Kui kuiv puulaast nappesse kasta, värvub laast kollakaspruuniks; riide-

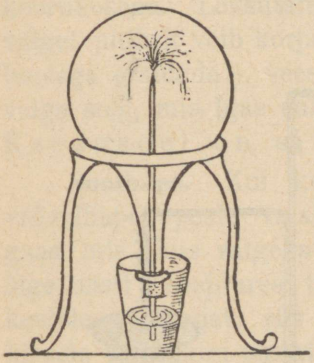
lapile valatud tilk hapet värvib koe pruuniks ja mõjub temasse hävitavalt. Kui seesugust happeplekki ammoniaagilahusega pesta, ei kao plekk.

Paneme vasetüki portselankausikesesse, valame pisut salpeeterhapet peale ja soendame: eraldub mürgine tumepunane aur, kuna vask lahustub happes, lahus omandab tumesinise värvi.



74. joon. Salpeeterhappe saamine.

Kuld ei lahustu salpeeterhappes; sellepärast tarvitatakse nimetatud hapet kulla eraldamiseks teistest metallidest (vasest, hõbedast j. t.) ja nende ühenditest hapnikuga. Peale selle tarvitatakse salpeeterhapet paljude lõhkeainete valmistamiseks. Lahustame natuke seebikivi vees, paneme tilga seebikivi-lahust klaaspulga-otsaga punasele lakmuspaberile: paber värvub tilga kohal siniseks. Valame valmistatud lahusele nüüd ettevaatlikult niikaua salpeeterhapet juurde, kuni sinine lakmuspaber enam punaseks, ja vastuoksa, punane paber siniseks ei värvu. Aurutame saadud lahuse välja; järele jäävad valged kristallid: see on salpeeter; teda nimetatakse veel salpeeterhapuks soolaks.



75. joon. Ammoniaagi lahustuvuse tagajärjel tungib vesi kolbi.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kas leidub ammoniaaki laudasõnnikus? 2. Missuguseks aineks muutub ammoniaak hapendumisel? 3. Kuidas võib ammoniaaki teistest gaasidest ära tunda? 4. Missuguseiks otstarbeiks tarvitatakse ammoniaaki? 5. Täida suur katseklaas ehk kolb ammoniaagiga! (Selleks otstarbeks võib apteegist või rohukauplusest „salmiaagipiiritust“ osta, seda keedupudelisse valada, tihedalt sulgeva korgiga, millest klaastoru läbistatud, kinni panna ja veevannil

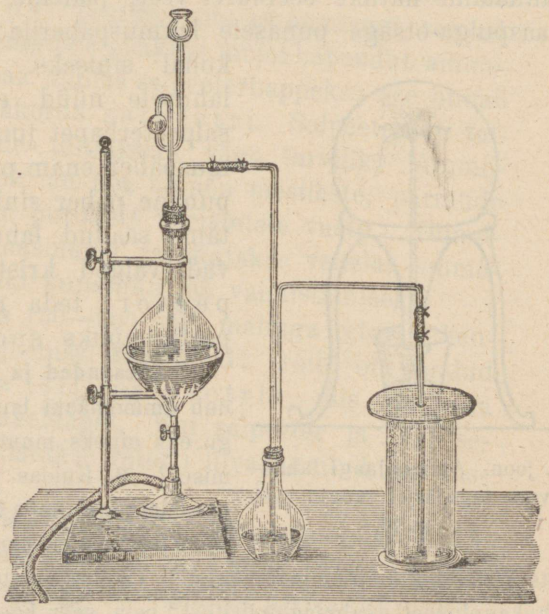
soendada, nagu 73. joon. näha. Toru kohal kummuli hoitakse tühi katseklaas, millesse ammoniaak koguneb.) Pane tihedalt sulgev kork, millest peen terava otsaga klaastoru läbi käib, kolvile peale ja pista toru alumine ots vette (75. joon.). Kirjelda, mida sa näed. Millega nähtust seletada? 6. Kas võime salpeeterhapet metallnõude puhastamiseks tarvitada? Miks teda selleks otstarbeks siiski ei tarvitata? 7. Miks hoitakse salpeeterhapet klaaskorgiga pudelites alal?

Kloor ja soolhape.

Vaatlused. 1. Pane tähele, kuidas maal linast kangast pleegitatakse. 2. Millal pleegib kangas paremini: kas päikese paistel või varjus? 3. Vaata, kuidas tuhmiks läinud metallasju soolhappega („saltseriga“) puhastatakse.

Niiske kangas pleegib päikese käes, kuid iga kord ei saa me seda pleegitamisviisi tarvitada, näit. linnas ja pilves ilmaga. Perenaised tarvitavad riide pleegitamiseks harilikult kloorlupja; lubi üksinda ei mõju pleegitavalt, kloorlubja mõjuv aine on gaasiline keha kloor.

Kloori valmistamine on kõige hõlpsam kloorlubjast ja lahjast soolhappest. Selleks võetakse kolb, mille jaoks paras kahe auguga kork valitud. Kolbi puistatakse umbes 3 sm kõrgune kiht kloorlupja ja sama palju vett. Segu loksutatakse hästi segamini ja pannakse kork peale. Ühest august käib klaaslehter läbi (76. joon.), teisest toru tekkiva gaasi väljajuhtimiseks. Gaas kogutakse kuiva si-



76. joon. Kloori valmistamine.

lindrisse. Kolvi ja silindri vahel on teine kolb väävelhappega, mis gaasi kuivatab.

Kloor on raskem kui õhk ja tõrjub õhu püstsilindrist välja, ta on iseloomuliku lõhnaga kollakasroheline gaas [1]). Paneme klooriga täidetud silindrisse värske punase roosi või niiske värvilise lapi ja laseme kloori umbes veerand tundi neisse asjadesse mõjuda: nad kaotavad oma värvi ehk valastuvad, kloor pleegitab neid. Seejuures muutub riidetükk rabedaks; kloor hävitab pikapeale taime- (looma-) koe. Kloori sissehingamise eest tuleb hoiduda.

Kui klooriga täidetud silinder kummuli vette panna, nii et suurem osa silindrist on ikkagi veest väljas, siis tungib vesi silindris (või pudelis) ikka kõrgemale ja kõrgemale, gaasi hulk aga kahaneb. — Vesi lahustab kloori, tekitades kloorvett. Kloorvett tarvitatakse pleegitamiseks; peale pleegitamist klooriga tuleb riiet veega tublisti läbi loputada.

Kloor takistab mädanemist ja teda tarvitatakse veel mädanemist takistava abinõuna.

Kloor ühineb paljude metallidega. Kui näit. umbes 1 sm^3 suurune tükk naatriumi õhukesteks laastudeks lõigata ja klooriga täidetud pudelisse panna, siis kattuvad naatriumilaastud valge koorukesega. Loksutamisel toimub ühinemine kiiremini. Seda valget pulbrit võib korjata (muutumatud naatriumitükikesed tuleb hoolega eraldada!), vees lahustada ja välja aurutada. Järele jääb valge sool, mis igas suhtes sarnaneb hariliku keedusoolaga. Keedusool on siis naatriumi ja kloori ühend.

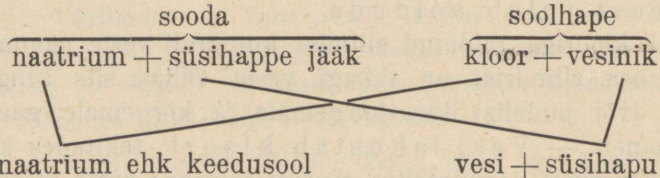
Soolhape. Kui keedusoolale kolvis või katseklaasis lahja väävelhapet peale valada ja segu soendada, siis tekib värvita gaas, mis õhus valgeks uduks tiheneb. Vees lahustub see gaas õige hästi; seejuures tekib soolhape. Valatakse tsingitükikestele soolhapet, siis tekib vesinik; kui soolhappele katseklaasis pruunkivi-pulbrit juurde lisada ja soendada, siis eraldub kloor. Soolhape on soolhappe-gaasi lahus vees. See gaas koosneb vesinikust ja kloorist; ta on nagu kloorgi mürgine ja teda ei tohi sisse hingata.

Nagu salpeeterhape, nii värvib ka soolhape sinise lakmuspaberi punaseks. Suurem osa metalle, nagu raud, tsink j. t., la-

1) *Chlorós* tähendab kollakasroheline.

hustub soolhappes, samuti ka nende metallide ühendid hapnikuga. Lahja soolhappega puhastatakse mustaks läinud metallnõusid. Kui portselankausis söögisoodale soolhapet peale valada, siis ilmuvad vedeliku pinnale gaasimullid; lubjavee abil võib tõestada, et see gaas on süsihapu gaas. Lahust soendatakse niikaua, kuni enam ei teki süsihapu gaasi mullikesi, ja aurutatakse; järele jääb valge sool, mis omaduste poolest keedusoola meelde tuletab.

Selle toimingu käik on järgmine:



Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast peab kloorlubjaga pleegitamisel ettevaatlik olema? 2. Mispärast ei või kloori vee peale koguda? 3. Kasta lakmuspaberi-riba kloorlubja-vette ja lase õhu käes ära kuivada! Kas on kuivanud paber samavärviline kui ennemalt? 4. Milleks tarvitatakse soolhapet? 5. Kuidas kaotada soolhappe plekkisid?

Väävel.

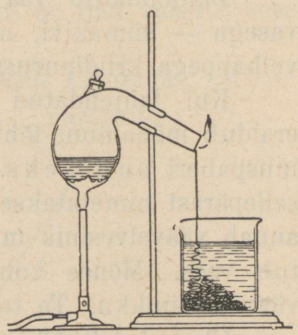
Vaatlused. 1. Missugusel kujul müüakse väävlit? 2. Vaadelge, kui on juhust, väävli aurude mõju taimedesse!

Väävel on harilikult valkjaskollane, ilma maiguta ja pisut rabe. Soendamisel katseklaasis läheb väävel vedelaks, värv muutub tumedamaks; kui üks osa auruks muutub, siis tiheneb see katseklaasi ülemises osas uuesti tahkeks kollaseks pulbriks. Kinnises portselankausikeses võib väävlit sulaks ajada. Kui sula väävlit peene joana külma vette valada, saadakse pruunikas plastiline mass, n. n. plastiline väävel (77. joon). Kui soendada väävlit rauapuruga, hakkab segu hõõguma, kaovad väävli ja raua harilikud omadused ja tekib must väävelraud. Väävel ühineb ka elavhõbedaga ja vasega. Seepärast leitakse looduses sagedasti väävliühendeid metallidega, mida väävlimaakideks [1]) kutsutakse. Puhast väävlit leitakse peaasjalikult tulepurskavate mägede läheduses. Kõige rikkamad Euroopa väävli-

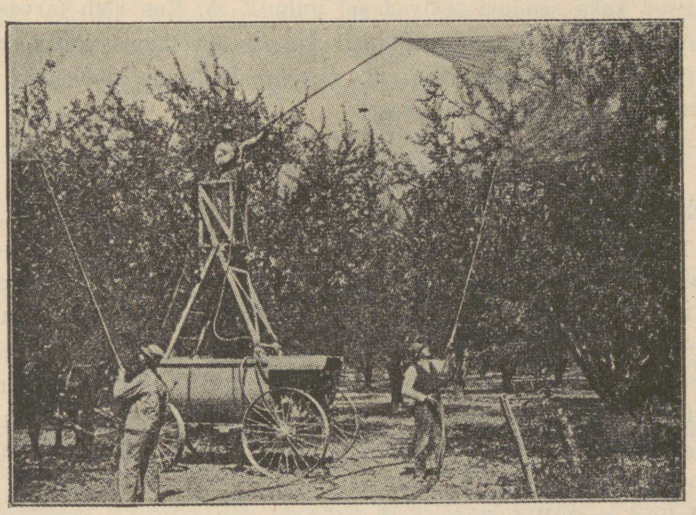
1) Vaata märkus lk. 57.

lademed asuvad Sitsiilias. Seal on väävel kipsi, lubja, savi ja muude kivimitega segatud; segust vabastatakse väävel sulatamise teel. Ameerika Ühendriigid omavad aga kõige suuremaid väävlilademeid ilmas.

Väävliühendid. Väävel põleb sinaka leegiga; seejuures tekib lõhnav, mürgine gaas, mida väävel-kaheshapendiks nimetatakse. Kui selles gaasis mõni värviline õis hoida, siis kaob värv; väävligaas pleegitab ja mõjub hävitavalt taimedesse ja loomadesse. Veega ühinedes annab väävel-kaheshapend väävlishappe. Väävlishappega puhastatakse viinavaatisid; ta kaitseb neid isesuguste seenekeste eest. Väävlitolmuga puhastatakse viljapuid söödikuist (78. joon.).



77. joon. Plastilise väävli valmistamine.



78. joon. Puude puhastamine söödikuist väävliga.

Väävlishapust gaasist valmistatakse ka väävelhapet; väävelhape sisaldab rohkem hapnikku kui väävlishape. Puhtal kujul on ta värvita, raske õlikas vedelik. Väävelhape on õige kange hape; tema lahjendamiseks peab alati koondatud

Ex bibl. univ. Do

väävelhapet vette tilgutama, aga mitte ümberpöördult. Väävelhape neelab veeauru ja ühineb „ägedalt“ veega.

Lahjendatud väävelhape annab metallidega soolasid, näit. vasega — silmakivi, naatriumiga — glaubrisoola; mõjudes väävelhappega kriidipurusse saame kipsi.

Kui lahjendatud väävelhapet väävelraua-tükkidele valada, eraldub mädamuna-lõhnaga mürgine gaas; see värvib sinise lakmuspaberi punaseks. See gaas koosneb vesinikust ja väävlist; sellepärast nimetatakse teda väävelvesinikuks. Hõbedaga annab väävelvesinik musta väävelhõbeda. Väävelvesinik lahustub vees. Mõnes kohas maakera pinnal leidub allikate vees väävelvesinikku. Ta tekib ka looma- ja taimekudede roiskumisel.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast peab väävli kuumendamisel kauss (tiigel) kinni kaetud olema? 2. Väävligaasi tarvitatakse ka eluruumide haiguseidudest puhastamiseks. Mispärast peab seesugust puhastamisviisi tarvitades õige ettevaatlik olema? 3. Kuidas võib näidata, et väävelhape on süsihappest „tugevam“? 4. Väävelvesinik põleb õhus; missugused kaks saadust tekivad sel puhul? 5. Kas võib (arvesse võttes koondatud väävelhappe omadusi) koond-väävelhapet kasutada märgade kristallide kuivatamiseks? 6. Mispärast peame hõbeasju hoidma väävelvesinikuga kokku puutumast?

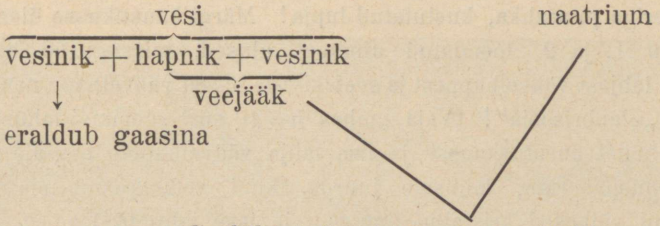
Happed, alused ja soolad.

Eelmistes tundides õppisime hulga „happeid“ tundma, nagu sool-, väävel-, süsi- ja salpeeterhappeid. Kõigil neil aineil on see ühine omadus, et nad sinise (või lilla) lakmuspaberi punaseks muudavad. Lahja lahusena on suuremal osal hapetest hapukas maik. Katsed näitavad, et iga hape sisaldab vesinikku; mõnes happes puudub hapnik. Metallid, nagu tsink, magneesium j. t., tõrjuvad hapetest vesiniku välja. Eriti tegev on magneesium, mille mõjul vesinik igast happest eraldub.

Paljud metallid ühinevad kiiresti hapnikuga, moodustades hapendeid ehk oksüüde, nagu naatriumi-, magneesiumi-, raua- j. m. hapendid. Need hapendid on vees enam-vähem lahustuvad ja kergemetallide, nagu naatriumi, hapend teeb vee libedaks, seebiseks ja annab talle lääge (mõru) maigu. Naatrium ja tema sarnane teine kerge metall, kaalium, ühinevad ka vee hapnikuga (lk. 43), kusjuures vesinik vabaneb; seejuures teki-

vad *alused*. Kõik *alused* *muudavad* *punase* *lakmuspaberi*[1]) *siniseks*. Naatriumi ja kaaliumi aluseid nimetatakse veel *leelisteks*. Enam tuntud alused on seebikivi ja kustutatud lubi (lubjavesi). Puhtal kujul on nad valged, vees lahustuvad tahked kehad.

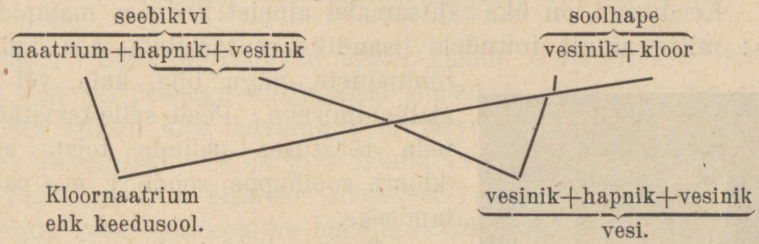
Seebikivi tekkimist veest võib järgmiselt kujutada:



Seebikivi (naatrium + vee jääk).

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

Kesendamiskäiku võib järgmise kavandi abil pildistada:



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

Metallid lahustuvad happeis, astuvad vesiniku asemele, mis gaasina eraldub. Kui seesugust lahust aurutada, jääb jällegi *sool* järele. Nii võib soolasid kahel teel saada, kas metalle hapetesse mõjuda lastes või leelisi hapetega kesendades. *Soolad on harilikult kesksed ehk neutraalsed*

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

kehad, millede lahused lakmuspaberi värvi ei muuda. Laialdaselt on tuntud järgmised soolad: keedusool, salpeeter, maarjajää ehk maarjas, silmakivi, salmiaak, kibesool ja kips.

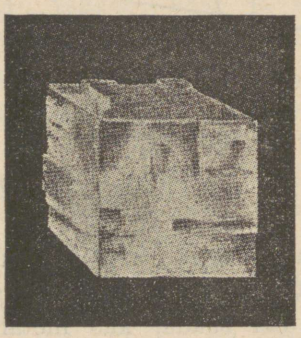
Ülesanded ja küsimused. 1. Katsu lakmuspaberiga äädikat, hapupiima, sidrunimahla, ila (hommikul ja õhtul). 2. Puuduta märjakstehtud lakmuspaberiga puutuhka, kustutatud lupja! Märgi kaustikusse üles, missugused on 1. ja 2. loendatud ainetest alused, missugused happed. 3. Valmista lahjast väävelhappest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

Keedusool.

Vaatlused. 1. Missuguseiks otstarbeiks tarvitatakse kodus soola? 2. Kuidas maitsevad soolata valmistatud toidud? 3. Kas muutub toore liha värv soolamisel? 4. Pane tähele, kuidas muutub sool niiskes õhus.

Keedu- ehk hariliku soola terakestel on kindel, kuubisarnane kuju. Keedusoola kristallid (79. joon.) on läbipaistvad ja värvitud nagu jää; nad lahustuvad vees.

Keedusool on üks tähtsamaist aineist koduses majapidamises: mitte ainult toitudele lisandiks ei tarvitata teda, vaid ka toiduainete, nagu liha, kala, või j. m. alalhoidmiseks. Peale selle tarvitatakse teda tööstuses paljude teiste ainete (kloori, soolhappe, sooda j. m.) valmistamiseks.



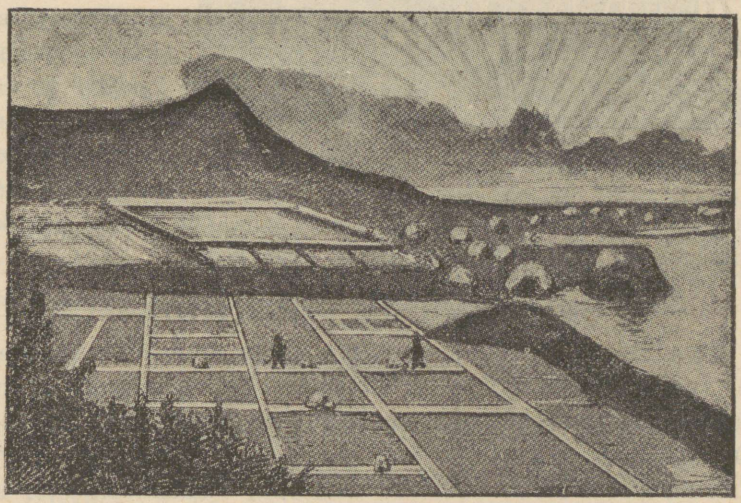
79. joon. Keedusoola kristall.

Keedusoola leidub maakeral laialdaselt; nii näit. sisaldab merevesi umbes $2^1/_2\%$ keedusoola; ka paljude järvede [1]) ja jõgede vesi sisaldab soola rohkesti. Mõnel pool maakeral moodustab keedusool suuri lademeid, mis kuni 1 km paksud. Maa sees leiduvat soola nimetatakse kivisoolaks. Tähtsamad Euroopa soola-

1) „Surnumere" vees Palestiinas on umbes 22% soola.

kaevandused on Wieliczkas Poolamaal, Orenburgi läheduses Venemaal ja Kesk-Saksamaal.

Vahemere kallastel, kus suvi on kuum ja kuiv, juhitakse merevesi madalaisse laiadesse kraavidesse; seal aurab vesi ära ja sool jääb kraavide või (kunstlikult kaevatud) tiikide põhja (80. joon.). Mereveest saadud sool ei ole puhas, ta on kibeda

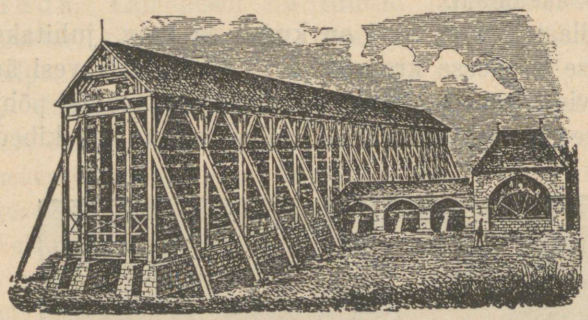


80. joon. Keedusoola saamine mereveest.

maiguga; teda tarvitatakse siiski kalade soolamiseks. Mõne järve vesi on peaaegu küllastatud soolaga; kui suvel osa vett veel ära aurab, siis sadestub sool järve põhja. Sääraseist järvedest on tähtsam Eltoni järv Lõuna-Venemaal.

Peale järvede sisaldab soola veel soolaallikate vesi. Et nende vees soolasisaldis harilikult vähem on kui soolajärvede vees, siis koondatakse lahust isesugustes kuurides, mis on külgede pealt lahti ja hagudega täidetud (81. joon.). Hagude all asuvad kivist künad. Esiti pumbatakse soola-allikate vett hagude peale; hagusid mööda alla nirisedes aurab osa vett ära ja künadesse koguneb enam koondatud lahus. Künadest pumbatakse vesi uuesti hagudele, see lahus koondub uuesti jne. kuni soovitud kangusega lahus saadud. Koondatud lahuse vesi aurutatakse lõpuks lahtistel pannidel tule peal ära; järele jääb puhas sool.

Ülesanded ja küsimused. 1. Millest tuleb mõnede allikate veele soolane maik? 2. Merejää ei sisalda soola, olgugi et merevesi on soolane. Kas võib seda asjaolu põhjamail merevee soolasisaldise rikastamiseks kuidagi kasutada? 3. Mispärast ei ole kasulik soola-allikate vett kohe tulel ära aurutada, vaid teda koondatakse enne õhu ja päikese käes? 4. Missuguseiks otstarbeiks tarvitatakse soola kodus?



81. joon. Keedusoola saamine soola-allikate veest.

Salpeeter ja püssirohi.

Kaalisalpeeter[1]) on valge tahke aine, mis kuumendamisel (katseklaasis) sulab ja läbipaistvaks vedelikuks muutub. Kui sulasalpeetrisse hõõguv puusõe-tükike visata, lööb see põlema, nagu hapnikus. Salpeeter sisaldab palju hapnikku, mis kuumuses eraldub. Katsed näitavad, et kaalisalpeeter sisaldab peale hapniku veel lämmastikku ja kaaliumi. Kaalium ja lämmastik on tähtsad taimede toiduained; sellepärast tarvitatakse ka salpeetrit väetisainena põldudel. Kaalisalpeetri kõrval tarvitatakse väetamiseks (õieti suuremal määral) naatriumsalpeetrit, milles naatrium täidab kaaliumi aset. Neist mõlemaist võib salpeeterhapet saada. Naatriumsalpeeter imeb õhust niiskust ja läheb märjaks, kaaliumsalpeeter jääb aga õhu käes kuivaks. Sellepärast tarvitatakse püssirohu valmistamiseks kaalisalpeetrit. Salpeeter on vees kergesti lahustuv. Õige kuivades maakohtades, näit. Tšiili mägedes, kus vihma peaaegu ei sajagi, leidub salpeetrit maapinnal. Tšiilisalpeeter koosneb peaasjalikult naatriumsalpeetrist.

Tuhk, mis puu või muude taimede põlemisest järele jääb, sisaldab kaaliumi, ühenduses süsihappega. Süsihaput kaaliumi nimetatakse potassiks.

Et hapnik salpeetrist kergesti eraldub, siis tarvitatakse salpeetrit teiste ainete kiireks põletamiseks. Seda salpeetri omadust

1) Kaalisalpeetrit nimetatakse lühidalt ainult salpeetriks.

kasutatakse püssirohu valmistamiseks. Püssirohtu tunti juba umbes kahe tuhande aasta eest Hiinamaal. Harilik must püssirohi (ehk jahipüssi-rohi) sisaldab 75 % salpeetrit, 10 % väävlit ja 15 % puusütt. Need ained on püssirohus üksteisega hästi segatud. Põlemasüütamisel „plahvatab“ püssirohi: väävel põleb väävel-kaheshapendiks, süsinik (süsi) süsihapuks gaasiks ja kaalium — kaaliumhapendiks; lämmastik eraldub vaba gaasina. Gaasilises olekus on kehade ruumala palju suurem kui vastavas tahkes olekus; kui seepärast püssirohtu kinnises kestas põlema süüdata, lõhub või purustab ta kesta ära. Püssirohtu nimetatakse selle tõttu veel lõhkeaineks. Laiemalt tuntud lõhkeained, suitsuta püssirohi ja dünamiit, on salpeeterhappe ühendid. Kaalisalpeetrit tarvitatakse ühes keedusoolaga ka liha soolamiseks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast ei või naatriumsalpeetrit püssirohu valmistamiseks tarvitada? 2. Missugustest lihtkehadest koosneb tšiilisalpeeter? 3. Millega seletada püssirohu lõhkuvat mõju?

Metallid.

Raud ja tema saamine.

Vaatlused. Vaatle kodus, missugused tarbeasjad on rauast tehtud. 2. Kui juhust on, pange lukusepa töökojas tähele, missuguseid asju valmistatakse rauast ja terasest; kuidas valmistatakse raudasju. 3. Vaadelge sepikojas, kuidas aetakse rauda hõõguma, kuidas kaks tükki „kokku needitakse“.

Metallid. Väga tähtis loodusvara, mida maapõuest välja kaevatakse, on metallid. Aga harva leidub metalle looduses puhtal kujul, harilikult on nad ühenduses mõne muu elemendiga või esinevad sooladena. Seesuguseid kivimeid, kus küllaldaselt leidub metalle või nende ühendeid, nimetatakse metallimuldadeks ehk maakideks[1]). Õige kergesti ühinevad metallid hapnikuga ja väävliga; sellepärast leitakse looduses kõige enam ka väävlit ja hapnikku sisaldavaid maake. Vabalt, elementidena leiduvad looduses kuld ja plaatina, harva ka vask, hõbe ja elavhõbe; muud metallid esinevad maakidena, milledest neid peale ümbertöötamist puhtas olekus saadakse.

1) Sõna maak (= ärts) on tuletatud maakest (maage), millega tähendatakse eesti rahvakeeles „rabarauda“.

Metallid on kõik elemendid ja esinevad kindlate, tahkete kehadena, peale elavhõbeda, mis on vedel. Suurema osa metallide erikaal on väga suur, näit. raual umbes 8, vasel — 9, hõbedal — 10,5, tinal — 11,4 ja kullal — 19,3. Metallid on head soo-juse- ja elektrijuhid; neil on iseloomulik läige, mis aga õhu käes seismisel tuhmub (hapendumise tagajärjel)[1]; neid võime taguda ja sulatada. Sulaks aetud metallid segunevad kergesti üksteisega, moodustades sulatisi. Paljud sulatised on kõvemad kui metallid, milledest nad saadud; näit. kuld on puhtas olekus õige pehme, kulla ja hõbeda sulatis (milles hõbedat võrdlemisi vähe) on aga palju kõvem. Selle tõttu ei valmistatagi puhtast kullast asju, vaid ainult sulatistest. Metallidest väärib meie tähelepanu kõige pealt raud, oma lõpmata suure tähtsuse tõttu inimeste elus ja laialdase esinemise poolest looduses. Rauast ehitatakse mitmesuguseid masinaid, laevu, vedureid, sõjariistu, igasuguseid töö- ja tarberiistu jne. Vaevalt leidub looduses mõni kivim, mis väheselgi määral rauda ei sisaldaks; ka loomade ja taimede elundites leidub rauaühendeid. Kui siia veel juurde lisada, et ka meteoorkivid, mis ilmaruumist maakerale langevad, peaasjalikult rauast koosnevad ja et päikese pinnal, õpetlaste arvamise järele, on palju rauda, siis jõuame otsusele, et raud on laialdasemalt leiduvaid metalle kogu ilmas.

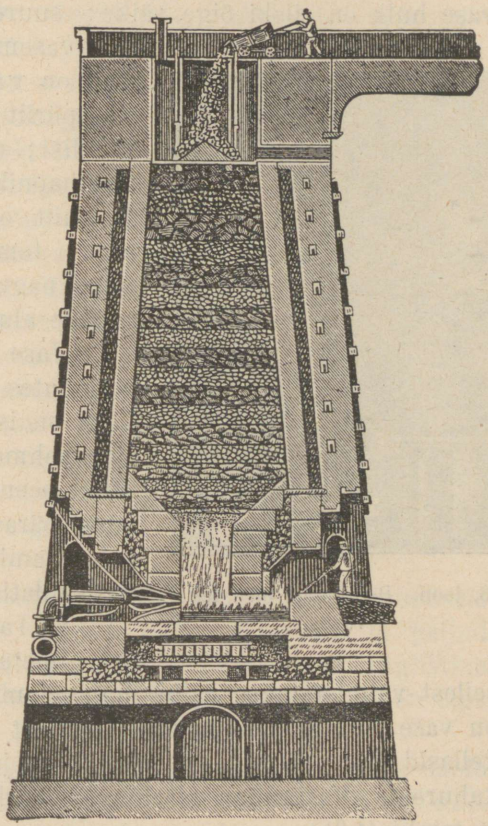
Et raud õhu hapnikuga kergesti ühineb, siis leitakse rauda looduses peaasjalikult hapnikühenditena; neist ühenditest on tähtsamad pruun ja punane rauakivi ning magnet-rauakivi. Magnetraua leiukohtadest on kuulsamad Uurali mäed Venemaal.

Raua saamine. Raua saamiseks maakidest on vaja teda hapnikust eraldada. Eraldamist toimetatakse niinimetatud kõrg-ahjudes (82. joon.), mis ulatuvad mõnikord maapinnast üle 10 sülla kõrgele. Ahi täidetakse ülevalt rauamaagi ja söega (koksiga), nii et rauamaagi ja koksi kihid vahelduksid. Ahju köetakse alt ja temasse puhutakse kuuma õhku. Kõrges kuumuses ühineb süsi maagi hapnikuga, jättes vabaks raua, mis vedelas olekus, joana sellekohasest avausest ahju alumises osas

1) Metallide vesihapendid on alused.

välja voolab. Siin on meil tegemist rauamaagi *taandumisega*; taandavaks aineks on süsi (vaata lk. 45). Üks osa sütt (õigemini süsinikku) läheb ahjudes aga ka rauda; sellepärast saadakse kõrgahjudest ainult *malmi*, mitte aga puhast rauda. Malm sisaldab $2^1/_2$—5% süsinikku.

Edaspidisel ümbertöötamisel põletatakse üks osa sütt malmist välja. Selleks otstarbeks valatakse sula malm isesugustesse pirnikujulistesse hiigelretortidesse, n. n. *Bessemeri pirnidesse* (83. joon.), mis on terasest valmistatud ja seest tulekindlate kividega vooderdatud. Bessemeri pirni alumises osas on hulk avausi, milledest kuuma õhku pirni puhutakse; õhu mõjul põleb süsinik (malmis) süsihapuks gaasiks. Selle järele, kui palju süsinikku malmist on eraldunud, saadakse kas *teras* või *pehme raud*. Teras on rauaga võrreldes süsinikurikkam: temas leidub kuni $1^1/_2$ % süsinikku, rauas aga ainult $^1/_2$ %. Malm on habras; teda ei saa taguda, kuid sula malmi on hea valemitesse valada. Terast võib valada ja taguda, kuna pehmest rauast asju ei saa valada.

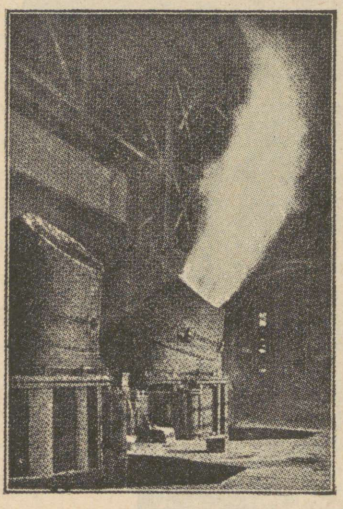


82. joon. Kõrgahju läbilõik.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast ei tohi malmist asju maha pillata? 2. Missugusel kujul leidub rauda maakeral? 3. Joonista kõrgahju läbilõik! 4. Võrdle malmi, terase ja raua omadusi! 5. Missugused tarbeasjad on valmistatud malmist? terasest? rauast?

Teised tähtsamad metallid.

Vask. Vaske hakkasid inimesed enne rauda tarvitama, sest et teda looduses mõnes kohas ka vabal kujul leidub. Metallide sulatamist maakidest õpiti alles hiljemini tundma. Vabalt leiduva vase hulk on siiski õige väike; suuremalt jaolt saadakse vaske aga vasemaakidest, milledest tähtsamad on vasepüriit ja malahiit. Vasepüriit koosneb vasest, rauast ja väävlist; malahiidis leidub peale vase veel hapnikku, süsihaput gaasi ja vett. Malahiit on roheline, kihilise ehitusega; temast valmistatakse ka iluasju, nagu vaase, sambakesi, tindipottide aluseid jne.



83. joon. Bessemeri pirn tegevuses.

Vase saamine maakidest sünnib peajoontes samuti kui rauagi saamine. Vask on iseloomulise punaka värviga, õige pehme; masinate abil võib vasetükki peeneks traadiks venitada. Pehmuse pärast ei tarvitata vaske asjade valmistamiseks mitte puhtal kujul, vaid sulatistena.

Sulatised. Vase ja tsingi sulatist nimetatakse valgeks vaseks[1]), sellest valmistatakse palju majapidamise tarbenõusid. Pronks on vase ja inglistina sulatis; temast valatakse kujusid, kirikukellasid j. m. Pronks on väga kõva ja temast valmistati vanasti kahureid. Vaskrahad sisaldavad vaske (95 %), inglistina (4 %) ja tsinki (1 %).

Õhu käes seistes tuhmub vask; vase pind kattub vasehapendiga. Niiskes õhus tekib vase pinnale roheline vaserooste, mida vaseroheliseks nimetatakse. Vaseroheline on, samuti kui teised vaseühendid, mürgine. Hapude ja rasvaste ainetega kokkupuutumise eest tuleb vasknõusid hoida; neid kaetakse seest inglistina korraga, s. t. tinutatakse.

Vasesooladest tarvitatakse kõige sagedamini igapäevases elus väävelhaput vaske ehk silmakivi.

1) Valges vases on 63 %—73 % vaske ja 27 %—37 % tsinki.

Seatina. Seatina leidub looduses peaasjalikult väävliühendina, n. n. tinaläiguna. Peale seatina ja väävli sisaldab tinaläik veel pisut hõbedat. Tina on õige pehme; teda võib noaga lõigata, paberile võib temaga kirjutada.

Seatinast valmistatakse veetorusid, haavleid, tinavalget (värv), trükitähti j. m. Seatina ja tema ühendid on mürgised.

Tina (ehk inglistina) on seatinast natuke kõvem; teda võib taguda peenteks lehtedeks (tinapaber). Tina leidub looduses ainult hapnikuühendina („tinakivi"), millest teda puusöega taandades saadakse. Tina ei muutu õhu ja niiskuse käes; sellepärast tarvitatakse teda vasknõude tinutamiseks; ka valge plekk on õhukese tinakorraga kaetud. Vanasti oli tina tarvitamine veel laialdasem kui praegu; umbes 100 aasta eest valmistati kööginõusid peaasjalikult tinast. Tina ja seatina sulatist tarvitatakse metallitükkide (murdunud metalliosade) ühtejootmiseks.

Tsink sarnaneb mõne omaduse poolest tinaga; ta muutub isegi niiskes õhus õige aeglaselt ja kattub õhukese tsinkhapendikorraga. Selletõttu kaetakse raudasju sagedasti tsingiga, et neid roostetamise eest kaitsta. Lahjad happed ei mõju tsingisse (samuti ka inglistinasse). Looduses leidub ta hapniku- ja väävli-ühenditena.

Alumiiniumi ei leidu looduses vabal kujul, kuid ühenditena leidub teda õige laialdaselt; harilik savi, põllumuld ja paljud kivimid sisaldavad alumiiniumi. Alumiiniumil on inglistina sarnane valkjas läige, mis õhu käes tuhmiks ei lähe; ta on õige vastupidav ja rauast umbes kolm korda kergem.

Alumiiniumi saadi esimest korda puhtalt umbes saja aasta eest, kuid tema tarvitamine laiemas ulatuses sai võimalikuks alles neljakümne aasta eest, peale odava valmistamisviisi leiutamist (elektrivoolu abil). Viimase kahekümneviie aasta jooksul langes 1 naela alumiiniumi hind 5 dollari pealt $^1/_5$ dollarini. Alumiiniumist valmistatakse uuemal ajal köögi- ja lauanõusid, rauavärvi, alumiiniumpronksi j. m. Alumiiniumpronks sisaldab 90 % vaske ja 10 % alumiiniumi; ta on kullakarva läikega, tugev ja kergesti valatav. Palju alumiiniumi tarvitatakse ka terasetööstuses.

Elavhõbe tuletab välimuse poolest sulahõbedat meelde, ta on harilikes tingimusis ainus vedel metall ja ainult — 40° C. temperatuuris tardub ta tahkeks kehaks. Elavhõbe on veest $13^1/_2$ korda

raskem. Tibatillukeste piisakestena leidub teda mõnes kivimis, kuid suurem osa elavhõbedat saadakse tema ühendusest väävliga, n. n. kinaverist. Kinaver on tuntud punase maalrivärvina.

Tähelepanu väärib elavhõbeda omadus metalle lahustada; lahus on harilikult tainjas. Metallide lahuseid elavhõbedas nimetatakse amalgaamideks[1]); neist on tähtsamad inglistina, seatina, naatriumi, hõbeda ja kulla amalgaamid. Amalgaamide kuumendamisel aurab elavhõbe ära ja metall jääb järele. Seda amalgaamide omadust kasutatakse paljude asjade hõbetamiseks ja kuldamiseks; inglistina (harva hõbeda) amalgaamiga „hõbetatakse" peegliklaase. Elavhõbedat tarvitatakse termomeetrite ja baromeetrite valmistamiseks; elavhõdeda ja kloori ühendeid tarvitatakse arstimina.

Elavhõbe keeb 357° C. temperatuuris: tema aurud ja soolad on mürgised.

Elavhõbe ei märga klaasi, puud ja rauda; nende pinnal jookseb ta terakestena (tilkadena) laiali. Sellest on ta ka oma nime „elav" hõbe saanud.

Hõbe. Vabas olekus leidub hõbedat looduses vähestes kohtades, suuremalt jaolt saadakse teda hõbedamaakidest, näit. väävelhõbedast; ka eespool-nimetatud tinamaak sisaldab hõbedat. Hõbe ei muutu õhu käes, ainult väävliga ühineb ta kergesti. Hõbedat võib hästi õhukesteks lehtedeks taguda ja peenikeseks traadiks venitada. Et hõbe väga pehme on, tarvitatakse rahade ja asjade valmistamiseks hõbedasulatist vasega.

Kuld. Kuld on kallimaid metalle. Ta ei muutu õhus, vees ega mullas; isegi väävli ja klooriga ei ühine ta otsekohe. Kullal on iseloomuline kollane karv ja imeilus läige. Kuld on väga pehme ja veniv, 1 gramm kulda võib $2^1/_2$ km pikkuseks traadiks venitada.

Et odavamaist metallidest valmistatud asjadele kenamat välimust anda, kullatakse neid. Kõige rohkem valmistatakse kullasulatistest (miks mitte puhtast kullast?) iluasju ja rahasid.

Et kuld ja hõbe õhus ei muutu, siis nimetatakse neid väärismetallideks. Kuld ühineb väga raskesti teiste elementidega; seepärast leidub ta ka looduses puhtas olekus. Ränikivi „soontes" (kvarts, mis mõnes kivimis lõhesid täidab) leidub kulla-

1) Amalgaam on õieti elavhõbeda sulatis mõne muu metalliga.

teri. Kui seesugune ränikivi porsub ja mureneb, siis satub kuld liiva. Liivast pestakse kullaterad vee abil välja. Kullaliiva „pesemist“ toimetatakse mitut viisi: kas uhetakse kullaliiva lihtsalt veejoaga, kusjuures liivaterad kui kergemad kaugemale kantakse ja kuld lähemal põhja vajub, või püütakse kullaosakesed elavhõbeda abil kinni. Amalgaamist saadakse kuumendamisel puhas kuld kätte.

Ülesanded ja küsimused. 1. Millega seletada, et vanad rahvad sõjariistade valmistamiseks vaske tarvitasid? 2. Mispärast ei tohi hapusid aineid vasknõudes alal hoida? 3. Kas võib tinanõusid toiduvalmistamiseks tarvitada? 4. Õhulaevade (tsepeliinide) kered valmistatakse harilikult alumiiniumist; mispärast? 5. Missugused on tähtsamad rauа-, vase-, tina ja tsingimaagid? 6. Mispärast ei valmistata rahasid puhtast hõbedast ja kullast? 7. Kui palju kaalub 1 sm^3 elavhõbedat? 8. Kuidas satub kuld jõeliiva? 9. Mispärast on raud inimessoole tähtsam kui kuld? 10. Saksamaalt toodud kuldkett kaalub 96 g, tema „proov“ on 750 (750 g puhast kulda 1 kg sulatises). Kui palju puhast kulda on ketis?

Ühendid ja segud.

Vee koosseisu tundmaõppimisel nägime, et vee *destilleerimise* ajal vesi auruks muutub ja jahutis uuesti veeks tiheneb. Aine ise ei muutu, vaid ainult tema olek. Hoopis teissugune nähtus avaldub siis, kui me veest elektrivoolu läbi juhime: vesi *laostub* kaheks gaasiks: hapnikuks ja vesinikuks, milledel on sootuks teissugused omadused kui veel. Me võime hapnikku ja vesinikku aga *segada*; siis hoiavad nad endi omadusi alal: vesinik põleb ja hapnik hoiab põlemist alal. Samuti võime liiva ja savi segada; liiv jääb liivaks ja savi saviks. Süütame hapniku ja vesiniku segu põlema: nad *ühinevad* plahvatades, tekitades vett. *Kui kaks lihtainet ühinevad, siis tekib uus keha, uute omadustega. Kahe aine segamisel jäävad segatavate ainete omadused endiseks.*

Seesuguseid muutumusi või nähtusi, kus kehade aine ei muutu, nimetatakse *füüsilisteks nähtusteks*; nende nähtuste puhul muutub keha *olek* või *kuju*. *Niisuguseid nähtusi*, nagu vesiniku põlemist veeks, elavhõbeda hapendi laostumist hapnikuks ja elavhõbedaks, *kus kehade aine* (koosseis) *muutub*, *nimetatakse keemilisteks näh-*

tusteks. Et meil muutumiste puhul tähtis on ainete koosseisu ja omadusi teada, siis tekib vajadus mitmesugused kehad lahutada lihtaineiks ja nende hulk antud kehas ära määrata. Säärast toimingut nimetatakse kehade või ainete analüüsimiseks.

Keemilised märgid. Et kehade koosseisu lühidalt tähistada, selleks tarvitavad keemikud isesuguseid märke (ehk sümboleid): nendeks märkideks on lihtainete ladina- ja kreekakeelsete nimede algustähed. Näit.:

hapnik, *oxygenium*	= O	raud, *ferrum*	= Fe
vesinik, *hydrogenium*	= H	vask, *cuprum*	= Cu
lämmastik, *nitrogenium*	= N	inglistina, *stannum*	= Sn
väävel, *sulfur*	= S	elavhõbe, *hydrargyrum*	= Hg
süsinik, *carboneum*	= C	hõbe, *argentum*	= Ag
kloor, *chlorum*	= Cl	kuld, *aurum*	= Au.

Nende märkide abil on hõlpus mõne keha koosseisu tähistada. Elavhõbeda hapend koosneb ühest osast hapnikust ja ühest osast elavhõbedast, tema koosseisu võime lühidalt n. n. valemi näol väljendada: *HgO*. Vesi koosneb kahest osast vesinikust ja ühest osast hapnikust; vee valem on seepärast H_2O jne.

Ka mitmesuguseid keemilisi muutumusi võib antud märkide abil lühidalt kujutada. Võtame näit. seebikivi tekkimise, lk. 53:

vesi + naatrium = vesinik + seebikivi

$H_2O + Na = H + NaOH$

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugune nähtus on vee külmumine (ääks? rauatüki hõõguma ajamine? puude põlemine? salpeeterhappe valmistamine tema sooladest? 2. Kuidas saame väävli ja rauapuru segu väävliks ja rauaks lahutada? 3. Kuumutage katseklaasis rauapuru ja väävlit! Katsuge saadud ainest rauda magneti abil eraldada! Kas see õnnestub? 4. Tähistage keemiliste märkide abil: soolhappe neutraliseerimine seebikiviga (lk. 53).

Taimed, loomad ja inimene.

Põllul.

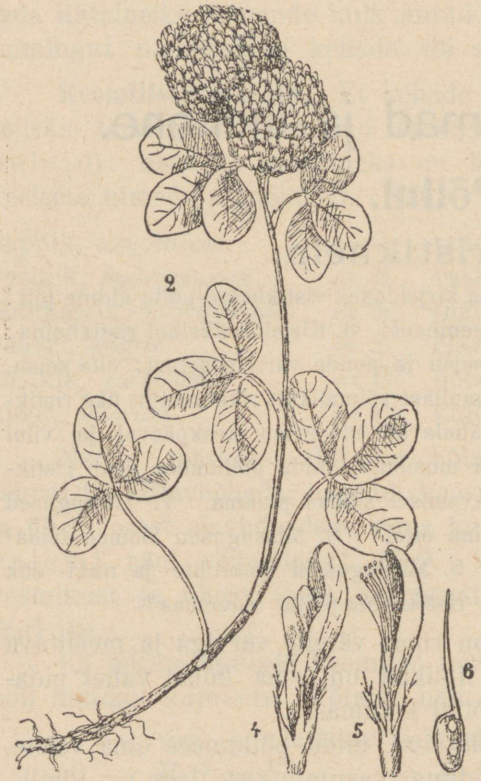
Põld-ristikhein.

Vaatlused. 1. Anna kirjelduses ristikheina-põllu üldine pilt! 2. Muretse ristikheina seemneid! 3. Kirjelda üksikut ristikheina: lehte, abilehti, lehtede seisu ja nende varreleasetust; õite seisu, üksikut õit. 4. Kaeva mullast võimalikult rikkumatult üks ristikhein välja! 5. Pane tähele lehtede seisu keskpäeval ja vilul õhtul! 6. Kirjelda neid momente, mida põllumees peab ristikheina külvamisel ja kasvamisel silmas pidama. 7. Missugused putukad käivad ristikheina õitel? 8. Missugused loomad toidavad end ristikheinast? 9. Missuguseid umbrohte ja nugi- ehk söödiktaimi oled näinud ristikheina-põllul esinemas?

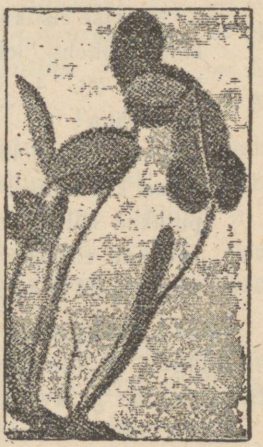
Õitsev ristikheina-väli on rikas värske värviga ja meelitava meelõhnaga. Kumalased ja liblikad on tema kohal vahet pidamata tiirlemas ja avanenud õitel kobimas.

Ristikhein on neid söödataimi, mida põllumees oma veiste, hobuste ja lammaste jõutoiduna kasutab (84. joon.). Ristikheina lehed on lõhestunud, k o l m e t i s e d. Leherootsu varrepoolne ots on õhem ja laieneb oma külgedel nahkjaiks- abilehtedeks. Need on noortele avanevatele lehtedele heaks katteks. Varrel asuvad lehed harvalt. Lehtede kaenlast ilmuvad oksad, mis sagedasti õisikuid kannavad. Peale varrel olevate lehtede on osa lehti kobarana juure peale koondunud. Ristikheina lehed on tumerohelised, mahlakad, sagedasti valkjate lappidega ja ringidega. Päeval on lehe labad laiali laotatud, õhtuvilul koonduvad nende lehekesed ööseisu (85. joon.). Ristikheina jalakõrgune pehme vars on ümmargune, väheste okstega ja ladval sooniline. Rammusal maal kasvava ristikheina vars on eriti pehme ja langeb selle tõttu tihti laabakile. Lamav ja sagedasti vigastatud vars hakkab niiskuse käes kergesti mädanema.

Ristikhein on kahe-aastane taim. Teda külvatakse harilikult esimesel aastal, kevadel, rukkiorasesse. Noored õrnad taimed leiavad rukki varjus küllaldast kaitset tuule vastu ja saavad tarvilikul määral valgust. Arenemine toimub siin teise vilja all aeglaselt. Kui rukis ära lõigatud, siis sirgub ristikhein kiiresti. Sügisel on ta kõrge rohi, millele karja toitma saade-



84. joon. 2 — ristikheina oks õisikuga; 4 — õis; 5 — osaldi avatud õis; 6 — vili.



85. joon. Ristikheina-lehtede seis öösi.

takse. Karjatamisega peab ettevaatlik olema ja silmas pidama, et ristikheina-põldu liiga ära ei sõtkutaks.

Järgmisel kevadel võrsub juurelt uus ristikhein. Juunikuul valmivad õied ja kogu väli omandab lillakaspunase värvi. Esimesel pilgul näib, nagu oleks iga kerajas õisik üks õis. Lähemal vaatlusel näeme, et siia on koondunud hulk herne-õite laadilisi „liblikõisi". Üksikul õiel on viiehambuline tupp; kroon moodustub purjest, kahest tiivast ja laevukesest, mis kõik oma alumises osas kokku liitunud. Vastandina hernele on ristikheina tolmukad kroonlehtedega kokku kasvanud. Kroon esineb 9—10 mm pikkuse toruna. Ainult pika kärsaga kumalased, liblikad ja me-

silased pääsevad meeni. Kumalase ja mõne teise külalise raskuse all vajuvad õie tiivad ja laevuke veidi allapoole, emakasuude ulatub välja ja tolmutatakse külalisputuka abil teiselt õielt toodud tolmuga. Kui omal ajal inglased Uuel Meremaal ristikheina hakkasid kasvatama, siis ei olnud võimalik sealselt ristikheinalt seemet saada. Alles siis, kui sinna maale ka kumalasi viidi, hakkas ristikhein seemneid kandma. Vili on ühe-, kaheseemneline kaunake, mis õietupe varjul valmib (86. joon.). Selle tupega ühes kannab tuul teda edasi. Munajad seemned on hoopis väikesed, kollased ja rasvarikkad.



86. joon. Ristikheina vili õietupe varjul.

Ristikhein niidetakse harilikult siis, kui ta on täiel õiel, heinaks maha. Ainult seemnehein jäetakse seemnete valmimiseni kasvama. On seemneheina varred kuivaks tõmbunud, siis niidetakse ta maha; seemned rabatakse masina varal välja. Seemnete puhastamise peale pannakse iseärast rõhku ja kõrvaldatakse kõik umbrohtude ja söödiktaimede seemned.



87. joon. *a* — punaheina-võrm oma iminappadega ristikheina-varrel; *b* — tema üksik õis.

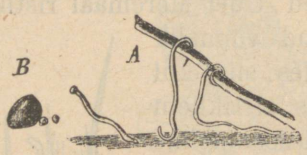
Põld-ristikheina õie mesi on aiamesilastele kättesaamata, sest nende kärss ei ulatu õie põhjani. Aiamesilastele on aga valge ristikhein ülitähtis meetaim.

Ristikheina-põld on jänestele armsamaks toidumaaks. Põldnälkjad on ristikheina lehtede peale maiad ja teevad vihmasel aastal ristikheina-põldudele tõsist kahju. Peale nende on linaõõlase ja herneõõlase tõugud ristikheina vaenlased.

Ristikheina-põldudel esineb sagedasti söödiktaim — punaheina-võrm (87. joon.) Ta lehtedeta lihav roosa vars pöördub ristikheina varre ümber. Ristikheina varrega kokkupuutumise kohtadele arendab võrmi vars juuretaolised imemisvahendid, mis ristikheina varre sisse tungivad. Esialgne ühendus, mis tal seemnest idanemise järel maaga oli, katkeb (88. joon.). Võrm jääb ristikheina najale ja saab siit toitu nugilisena (söödikuna). Võrmil puudub täieliselt

leheroheline. Ristikheina kui peremehe toidu hulk kahaneb võrmi mõjul, ristikhein hakkab kiduma.

Võrmi roosakaist õitest valmivad varakult ristikheina seemneist tunduvalt vähemad seemnekesed. Võrmidega tuleb põllupidajal tõsiselt võidelda. Paremaks abinõuks on varane niit — ajal, mil võrmi seemned alles valmimata. Ristikheina-seeme tuleks sel puhul põllumajanduslikes katsejaamades lasta läbi vaadata. Punaheina-võrm esineb ka liivateel, nõgestel ja humalail.



88. joon. *A* — võrmi idu ristikheina varrel; *B* — ristikheina ja võrmi seeme kõrvuti.

Ristikheinaga ühes kasvatavad meie põllumehed heintaimena kõrrelistest timutit.

Umbrohtudest esinevad ristikheina-väljadel sagedasti oblikad ja ohakad. Ristikheina hulka segatud oblikad kahandavad oma hapetega lehmade piima-andi.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle ristikheina hernega: õisi, lehti, vart ja juurt! 2. Katsu tähele panna, kas esineb valgelapiliste lehtedega ristikhein sagedamini varjulistes kohtades või lagedal põllul. 3. Miks tuleb kõrvaldada võrmid ristikheina-põllult? 4. Valmista kahe või rohkem aastate ristikheina-saagi diagramm oma kodukoha saagist, turuhindadest! 5. Nimeta teisi heintaimi, mida põllul loomatoiduna kasvatatakse. 6. Tuleta meelde lämmastiku sidumise nähtused, mis herne juures näidatud.

Loomapeet.

Vaatlused. 1. Vaatle peeti esimesel külviaastal ja kirjelda teda! Tee seda ületalve hoitud ja juurena istutatud peediga! 2. Võrdle peeti porgandiga! 3. Kirjelda peedi külvi ja põllumehe hoolitsusi tema eest kasvamisel! 4. Kirjelda peedi õit, poolvalminud vilja ja päris küpse vilja! 5. Milleks tarvitatakse peete, mida põllul kasvatatakse ja mida aedades arendatakse? 6. Maitse kartulimugulat ja peedi lihavat juurt! Mida peab selle maigu järele peet kartulimugulaga võrreldes sisaldama?

Põllul ja aias kasvatatavail peetidel kujuneb esimesel aastal lihav juur ja juure peal suured lihavad lehed kimbuna. Soojas keldris ületalve hoitud juurele kasvab järgmisel kevadel juure kogutud toidu-tagavara arvel kõrge vars, millel üksikud lehed ja ladval 2—3 kaupa hõredaiks peadeks koondunud õied (89. joon.).

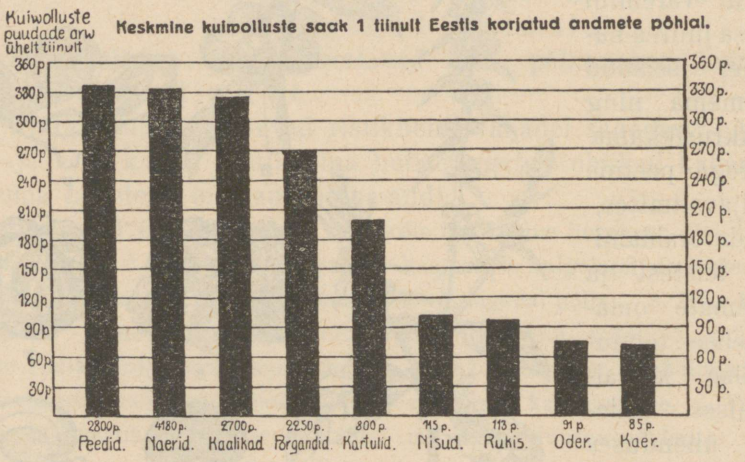
Peedi esivanem kasvab veel praegugi Vahemere kaldal ühe suve taimena. Tema juur on siin varrejämedune ja puine. Pideva hoolitsemise, sordiparandamise varal on põllupidajad sellest peedist arendanud lihava, pehme, suhkrurikka juurega taime. Hoolitsemine on siin, nagu varemini kapsa juures nägime, seisnud pehmema ning suhkrurikkama juurega peetide väljavalimises, nende eraldamises teistest ja paremate omavahelise tolmutamise korraldamises. Sellega ühenduses on käinud nende sortide kohastamine uutele kultuurimajapidamise tarvetele (loomapeedid, aiapeedid, suhkrupeedid). Üheaastase elu-ulatuse „mälestusena“ õitseb peet sagedasti ka esimesel aastal ja kannab seemneid, kuid seesuguse peedi juur on puisem ja kõhnem.



89. joon. Loomapeet. *B*, *C* ja *D* — õied, *E* ja *F* — vili, *G* ja *H* — seeme.

Peedi lõhnavad õied koostuvad 5 kollakasrohekast tupplehest, mis sigimiku ümber kokku kasvanud. Sigimiku ümber on lihav mett sõõrutav ring ja 6 tolmukat. Tolmumine toimub tuule abil, kuid väga sagedasti ka isetolmumise teel. Sigimikust areneb karbike ühe seemnega, mille ümber õietupp püsima jääb. Harilikult jääb mitu seemet üksteisega kokku. Mahakülvamisel areneb igast jõurikkast seemnest peet. Seotud seemnete tõttu kasvavad peedi taimed siis ülitihedalt üksteise ligi.

Peedid istutatakse niiskeil ja savirikkail mail sagedasti vagudele, kuna aga kergemail mail masinaga ridastikku külitakse. Loomapeedid tarvitavad sügisel hästi ettevalmistatud, s. o. 10—12 tolli sügavuselt läbiküntud ja tublisti rammutatud maad. Mõne teise vilja järel külvatuna annavad nad tunduvalt vähem saaki kui värskelt väetatud põllul. Kõige paremini edenevad peedid liivakal savimaal ja savimaal. Peedi seemned on toiduvaesed ja selle tõttu tuleb aegsasti hoolt kanda, et umbrohi nõrku taimi ära ei lämmataks. Rohimist toimetatakse kõblasega, kuna suure-



90. joon. Võrdlev diagramm.

matel põldudel peab abiks võtma rühvleid, s. o. hobusega käsitatavaid tööriistu, nagu seda on „siil“ ja Osborne kultivaator. Kui taimed küllalt tugevnenud ja tarvilikul määral rohitud, siis tuleb neid nii harvendada, et 20-tollilise ridadevahe puhul üksikute taimede vahet oleks umbes 8 tolli. Seesuguses tiheduses ei kasva peedid väga suureks. Vähematena sisaldavad nad rohkem suhkrut ja vähem vett, kuid üldine põllusaak ei ole kasinam kui suurema harvenduse korral. Muldamine ei ole tarvilik, sest see taim kasvab takistamata osalt maa peal, osalt allpool maapinda. Peale harvendamist on eriti tulus kasta kasvama jäänud peete lahjendatud virtsaga. Nii hooldatud peedid annavad mõne teise põlluviljaga võrreldes 3—4 korda rohkem toiduolluseid (90. joon.).

Palju kahju teevad peedile kasvamise ajal mitmesugused roosteseened, traatussid, hiired ja rotid.

Meie loomapeetide mitmesuguste sortide arendamise aluseks on olnud kaks sorti: Eckendorf (Saksamaalt) ja Barres (Taanist), mis kumbki oma kuju, juurte ja suhkrusisaldise poolest teineteisest erinevad (91. joon.). Värvi järele on need peedid valged, kollased või lillakaspunased. Rohkem kui loomapeedid sisaldavad suhkrut punased aia- ja suhkrupeedid. Suhkrupeedi kasvatamine ja ümbertöötamine on suureks tööstuseharuks kujunenud.

Põllupidajaile on tulusaks juurviljaks veel kaalikad ja naerid, mille kasvatamine viimasel ajal kahjuks tunduvalt on kahanenud. Naeristes on peale suhkru veel ülitähtsad toiduollused, mida vitamiinideks nimetatakse (vaata inimene, toit).

Peet kuulub maltsaliste taimede hulka. Peedi sugulased on meil laialt tuntud, aedades kasvatatav spinat ja umbrohtudest maltsad.



91. joon. Eckendorfi peedist arendatud kollane peet.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kirjelda kõiki nähtud peedisorte ja võrdle neid isekeskis! 2. Katsu maitse järele kindlaks teha, kumb peet sisaldab enam suhkrut: kas looma- või punane aiapeet. 3. Kirjelda rottide näritud peedi välimust, peedi istikut! 4. Missuguse toiduna tarvitatakse aiapeeti teie kodus? 5. Joonista oma kodutalu mitme järgemööda möödunud aasta peedisaagi diagramm!

Suur nõges.

Vaatlused. 1. Vaatle ja kirjelda, kus esineb suur nõges. 2. Kirjelda tema kõrgust, maa-alust osa, vart, lehestikku ja õisi! 3. Millega seletada suure nõgese visadust teatavas kasvukohas? 4. Missuguse tunde äratab suur nõges, kui tema lehti või vart katmata käega puutuda? 5. Paku suurt nõgest noorest peast kevadel ja täiskasvanult suvel veistele ja lammastele toiduks kõrvuti emanõgesega; kas söövad need loomad kummalgi puhul ühteviisi himukalt suurt nõgest? 6. Pane tähele, missugused loomakesed esinevad suurel nõgesel ja missugused on nõgese lehed siis, kui seal palju tõuke. 7. Võta need tõugud ja katsu neid arendada; pane tähele, missugused loomad neist kujunevad.

Suur nõges esineb mustmulla-rikastel varjatud aia- ja kraaviveertel. Ta kasvab inimese eluaseme läheduses. Ammu

mahajäetud ahervarsi katab suure nõgese puhmastik ka siis, kui igasugused välised tunnused sellest eluasemest on kadunud. Risu- ja mustmulla-rikas on alati suure nõgese alune mullastik.

Jõurikkas kasvukohas sirgub suur nõges 1—1,5 meetri kõrguseks. Aastast aastasse võrsutab ta maa-alune roomav vars neljakandilisi maapealseid varsi, mis alati puhmastena koondunud.



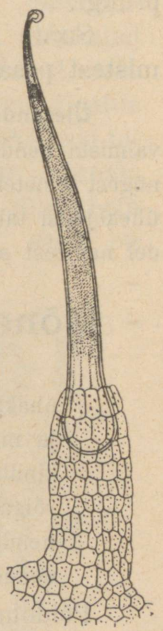
92. joon. Suur nõges. *a* — taime ülemine ots tolmuk-õitega; *b* ja *c* — tolmukatega õis enne ja pärast avanemist; *d* — emakasõitega pööris; *e* — üksik õis sellest pöörisest; *f* — kõrvekarv.

Vartele asetsevad suured saagjaservalised munajad lehed vastakuti (92. joon.). Lehti kannavad pikad rootsud, mis lehelaba varrepoolses neelus soonestikuks harunevad.

Kogu nõgese pind on kõrvetavate, rabedate karvadega tihedalt täidetud. Suurekstegeva klaasiga kõrvekarvu vaadates näeme neid järgmistena. Suure nõgese roheline pind kerkib kõrvekarva aluseks. Kõrvekarv on ise hallikat värvi, õõnes ja

vedelikuga täidetud. Ladva poole vahet pidamata ahenedes lõpeb ta väheldase munakesega (93. joon.).

Kõrvekarva sein, eriti ladvapoolses otsas, koostub ränimullast; vedel sisu on aga rikas sipelgahappest. Kui veis toitu võttes suure nõgese suhu ahmab, siis tungivad teravad kõrvekarvad pehmeisse suuosadesse, murduvad ning kallavad oma mürgise vedeliku haavakestesse. Viimane nähtus on põhjuseks, miks loomad eriti õitsevalmist suurt nõgest ei söö. Kõrvetatud haava ümber tursub nahk ja hakkab punetama. Kõrvekarvade tegevuse järele kutsume seda taime sagedamini k õ r v e n õ g e s e k s. Nii on siis suur nõges karja toiduks langemise vastu küllalt kaitstud. Kuid ükski kaitsevahend ei ole täielik. Sagedasti on nõgesed õitseajal pea täiesti raagus. Nende lehed on kaitsest hoolimata mitmesugustele röövikutõukudele toiduks.



93. joon. Tugevasti suurendatud kõrvekarv.

Väikesed rohekad õied on pööristena ladvalehtede kaenaldesse kogunenud. Lähemal vaatlusel näeme, et ühel nõgesel on pööristes ainult tolmukatega, teistel jälle ainult emakaga õied. Kinnises õies on tolmukad kui vedrud pinguli. Heleda päikese käes pakatab seesugune õiepungake suure hooga. Vedrupinguli olnud tolmukad rabavad oma peast kuiva tolmu õhku, kust ta tuule kandel lähema nõgese karvasele emakasuudmele laskub. Nõgestel on, nagu igal muulgi tuultolmujal, palju tolmu.

Suure nõgese vili on üheseemneline pähklike. Nõgese varre koores on, nagu linalgi, pikad sitked kiud, mis õõnsale varrele tunduvalt sitkust lisavad. Sitke kiud on virgutanud suurt nõgest kui kultuurtehnilist taime kasvatama. XV—XVII sajandini oli ta Saksamaal silmapaistvaks kultuur-kiudtaimeks. Puuvill tõrjus teda kõrvale, kuid sõja ajal hakati viimase puudusel uuesti suure nõgese kiudu riide valmistamisel tarvitama, segades teda puuvillaga ($^3/_4$ ja $^1/_4$) ja ($^1/_2$ ja $^1/_2$). Tagajärjed olid üllatavalt head. Ka meie juures võiks mõtelda suure nõgese kui kiutaime arendamise peale. Suure nõgese kevadised rohelised kasvud on rohelise supina ja salatina hea jõurikas toiduaine.

Kahetseda tuleb, et inimesed seda kättesaadavat toitu küllalt ei pruugi.

Suure nõgese kõrval esineb meil raudnõges, mis eelmistest peaasjalikult ühekojaliste õite poolest erineb.

Ülesanded ja küsimused. 1. Katsu suurelt nõgeselt eraldada kiude ja valmista nendest pastlapaela, pakikandmis-nööri! 2. Võrdle suurt ja raudnõgest teineteisega! 3. Tuleta meelde teisi varemini tundmaõpitud kahe- ja ühekojalisi taimi ja võrdle neid nõgestega! 4. Kanna hoolt, et kodus kevadel noortest suurtest nõgestest suppi keedetaks (see on jõutoit)!

Mõned tähtsamad põllu-umbrohud.

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

Põldohakas on visa umbrohi niiskel sügava mullaga savikal põllul ja aedades (94. joon.). Sügavale mulda tungiv peajuur on oma hulga tugevate külgjuurtega sedavõrt elujõuline, et vähemastki mulda jäänud tükist uus ohakas võrsub. Kõrge haruline vars on süstjate lehtedega, millel palju teravaid okkaid. Iga oksa lõpul on helepurpurne õiekorvike, milles kuni 80 üksikut õiekest. Nii võib üks põldohakas kuni 5000 seemet lisaks anda oma visale paljuaastasele juurele. Okkaline lehtede pind kaitseb teda veistele toiduks langemast.

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

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

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

Okste otsal on väävelkollaste õite kobar, mis ehituse poolest kapsa omadega sarnanevad (95. joon.). Rõigashein on rist-

õieline. Õites on rikkalikult mett eritavad meenäärmed, mille tõttu rõigashein on mesilastele paremaks toidumaaks. Seemned on kõtrades, mis seemnete vahekohtadel ahendatud. Munajad seemned sisaldavad rohkesti õli, mis kui jõuaine idanevale rõigasheinale tavalise visaduse annab. Kuhu põllule rõigashein kord sattunud, sealt on



94. joon. Põldohakas. 2 — õis üksikult; 3 — vili.



95. joon. Rõigashein õite ja kõtradega.

teda raske välja tõrjuda. Paremaks võitlusevõtteks temaga on hea puhastatud külviseemne muretsemine.

Rukkiluste kasvab niiskeil aastail hulgaliselt rukki- ja nisuväljadel (96. joon.). Varemini olid põllumehed mõnel pool arvamisel, et rohke niiskuse tõttu on rukis ja nisu muutunud lusteks. Ta sirgub vara kevadel ühes rukki- ja nisuorasega, kuid kuni pöörise loomiseni ei erine neist väliselt. Pööris koosneb paljudest peakestest, milles igaühes 8—10 õit. Luste seemned teevad leiva mustaks ja nätskeks.

Veel sagedam kui luste on nisu- ja rukkiväljade rukki-kasteheinа, mis viljaorasega ühteaegu areneb. Ära tunda võib teda hiljemini, kui vili juba hakkab pead looma. Kasteheina seemned valmivad varemini kui kõnesolevad viljad ning vari-

sevad maha — ja järgmisel aastal on põld jälle kasteheina võimuses.

Väga kahjulik on meie niiskeile põldudele orashein, mis oma visa juurika varal aastast aastasse elab (97. joon.). Tema kasvukiirus on otse silmatorkav ning seejuures ammutab ta maapinnast määratul hulgal kultuurtaimede tarbeaineid. Madalas mullapinnas edasikasvava juurika ladval on lehed soomustena punga koondunud.

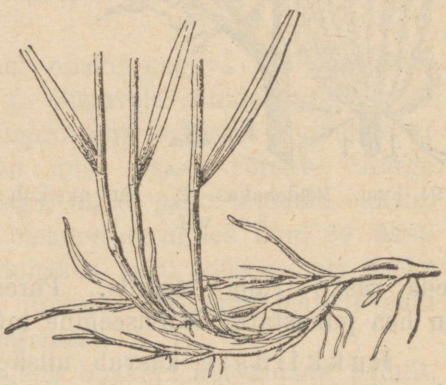
Ta on valgusearmastaja taim. Sellepärast on kõige parem temaga võidelda taimede varal, kes ise väga palju valgust nõuavad, nagu kiiresti kasvavad laialehised juurviljad. Tulus on orasheina kõrvaldamiseks põllu sügav künd ja orasheina väljakitkumine.



96. joon. Rukkiluste pööris; kõrval üksik õis.



a



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

Vähem kahjulikkude umbrohtudena on üldiselt tuntud rukkililled ja harilikud jaanikakrad.

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

Põldhiir.

Vaatlused. 1. Vaatle viljarõukude aluseid ja ümbrust viljaveo ajal ja pane seal tähele hiiri! 2. Sea viljarõugu alla hiirelõks hiirte püüdmiseks! 3. Kirjelda lõksuläinud hiire värvi, kehakuju, saba, karvu, jalgu ning hammastikku! 4. Vaatle hiire-auke väljal: katsu ka kaevata august algavat käiku mööda, kuni hiire pesani.

Põldhiir on osav meister maa-aluseid käike kaevama. Ta on veidi suurem kui majahiir. Selja karvastik on tal kollakaspruun, üksikute punakate karvadega (98. joon.). Külgedel ja



98. joon. Põldhiired ($^1/_2$ loomulikust suurusest).

kõhtmisel poolel kahvatub tume värv ja muutub määrdinud valkjashalliks. Kirjeldatud kuub on kaitsevärviline kate põldhiirele. Põldhiir on majahiirest suurem, lühikese, $^1/_3$ kerepikkusega võrduva sabaga ja laiade karvastikku peituvate kõrvadega. Vastandiks majahiirele on põldhiire nina lühike ja jäme. Lõualuudes asetseb tugev närija hammastik.

Põldhiir on oma apluse ja rohke sigivuse tõttu üks kõige kahjulikumaist loomadest meie põldudel. Ta jookseb oma koopa ümber oleva põlluala 6—10 korda päevas läbi ja toidab end iga kord kättejuhtuvaga. Toiduks on talle seemned, terad viljapeades ja rõukudes. Samuti ei põlga ta juuri, orast ega puude vilja. Talveks kogub põldhiir omale maa-alusesse pessa suured toidu-tagavarad. Selle peale vaatamata rajab ta talvel lume alla arvurikkaid käike toiduotsimis-teedena. Pesakoopast viivad harilikult 4—6 käiku välja. Päris külmadel talvedel tungivad

põldhiired inimeste elamuisse. Siin hävitavad nad ohtrasti kartuli- ja muid juurvilja-tagavarasid; üldiselt närivad nad valimata kõike, mis ette juhtub.

Mõnel pool, kus neid erakordselt palju sigib, rüüstavad nad sõna tõsises mõttes viljapõllud: hävitatud põllult rändavad nad teisele, ujudes teel läbi ettejuhtuvate jõgede.

Põldhiir sünnitab suve jooksul 5—6 korda ja iga kord 5—8 poega. Peale sigitamist kannab emaloom poegi harilikult 3 nädalat ja toob nad ilmale oma pesas. Pojad sirguvad kiiresti ja sünnitavad omakorda korduvalt samal suvel. Nii võib üks põldhiire paar suve jooksul kuni 23 000 järglast soetada.

Põldhiire tähtsamaiks hävitajaiks on hiirekull, nirk ja rebased.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle põldhiirt majahiirega! 2. Võrdle hiiri, keda põllult lõksuga püüdsid. 3. Millega seletada, et hiirerikkail aastail põllul palju nirke ja kulle elutseb? 4. Missuguse tasakaalu võimalus on siin ilmsiks tulnud? 5. Miks arvame põldhiirt närijate hulka? 6. Arvuta välja põldhiire järglaste hulk sama aasta sügiseks, kui üks paar kevadel algab elutsemist ja sünnitamist; iga kord sünnitab ta 6 poega, kellest kolm emast, kes igal järgneval vanade sünnitusel sünnitavad ka 3 emast poega jne... Esimene paar sünnitab 6 korda, noored tähendatud arvu kordi vähem.

Külvivares.

Vaatlused. 1. Vaatle külvivarese keha üldist ehitust: suurust, värvi, nokka, tiibu, jalgu, varbaid ja küüniseid. 2. Tuleta meelde, kas oled näinud talvel meie juures külvivarest. 3. Kirjelda külvivareste pesitsemiskohti ja pesi! 4. Kirjelda külvivarest toidu otsimisel ja tema toitu! 5. Miks aetakse külvivareseid linnast pesitsemiselt ära? 6. Millal lendavad külvivaresed meilt ära ja mis viisil?

Külvivares on suur, kuni 50 sm pikk lind (99. joon.). Häälepaelte ehituse järele kuulub ta meie laululindude sekka. Sulestik on läikivmust. Nokk tüse ja pikk. Jalad ja tiivad on tugevad. Ta on hea lendaja. Jalgade varbad on teravate küünistega varustatud, mille varal ta mullast toitu välja siblib ja suuremat saaki kinni hoiab.

Külvivarese toiduks on mahakülvatud viljaterad, põllu-ussikesed, putukad ja hiired. Koguni haiged jänesed ja põldpüüd

langevad sagedasti külvivarese söödaks. Ta ei põlga ka raibet. Külvivares on nii siis kõiksööja lind. Olgugi et ta terade hävitamisega põllule kahju toob, tasub ta seda põllu vähemate ja suuremate kahjurite hulgalise hävitamisega mitmekordselt. Nimetatud kahjureid kogub ta harilikult värskeilt künnivagudelt. Hiirte püüdmisel avaldab ta suurt püsivust, luurates kannatlikult hiire-augu läheduses, kuni hiir sealt välja tuleb. Noka tugeva löögiga surmab külvivares ettevaatamata hiirekese. Küll katsub hiireke külvivarest jalust hammastega haarata, kuid selle jalad on kaitseks sarvlehekestega soomustatud.



99. joon. Külvivaresed.

Külvivaresed elutsevad enamasti salkades; eriti paistab see eluviis silma pesitsemise aegu. Nad ehitavad oma pesad põldude lähedal olevaisse metsasaludesse ja linnaparkidesse. Pesitsemisel teevad nad hiiglalärmi ja heidavad sõnnikut alla. Viimane asjaolu on põhjuseks, miks neid linnaparkidest pesitamast ära peletatakse. Pesaehitamiseks murravad nad puudelt oksi. Ehitamise ajal keerleb pesitajast paarist teine alati pesa lähedal ja valvab, et teised külvivaresed kokkukantud oksi ära ei taluks. See nähtus ongi nende

omavaheliste tülide ja suure lärmi põhjuseks pesa ehitamise ajal. Valmis pessa muneb emalind kahkjasrohelised pruunitähnilised munad. Pojad on munast väljatulekul sulgedeta ja abitud. Vanemad toidavad neid putukate ja tõukudega (traatussid).

Sügisel, kui toidutingimused raskemaks muutuvad, lendavad külvivaresed lõuna poole talvekorterisse, kust nad kevadel õige vara meile tagasi jõuavad.

Teistest varestest oleksid nimetatavad meie hall vares, ronk, harakas ja pasknäär. Kaks viimast on eriti maiad laululindude munade peale ja seega ülikahjulikud linnud.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle külvi- ja halli varest isekeskis ja kuldnokaga! 2. Kirjelda lähemalt halli varese, haraka ja pasknääri eluviisi! 3. Kuidas häälitsevad varesed? 4. Kuidas muretsevad külvivaresed omale kaitset (kari-eluviis)? 5. Milles seisavad karjaselamise paremad kaitsevõimalused? 6. Miks on külvivaresed sunnitud talveks meilt ära rändama? 7. Nimeta teisi rändlinde ja võrdle nende ärarändamise ja tagasituleku aega; ärarändamise iseloomu! 8. Miks peetakse vareseid tarkadeks lindudeks? mida tead varese tarkusest jutustada? Tuleta meelde vanasõna, mis varesega seotud.

Raisamatja.

Vaatlused. 1. Vaatle, kus esinevad raisamatjad. 2. Kirjelda raisamatja kehaehitust ja võrdle teda sitasitikaga! 3. Pane surnud hiir põllule ja jää pikemaks ajaks lähedusse vaatlema! 4. Pane hoolega tähele raisamatja talitusi hiire ümber! 5. Tule 14—18 päeva pärast uuesti siia maetud hiire juurde ja kaeva ta maa seest välja; mida paned sa nüüd hiire juures iseärasusena tähele? 6. Mille poolest on raisamatjad põllule kasulikud?

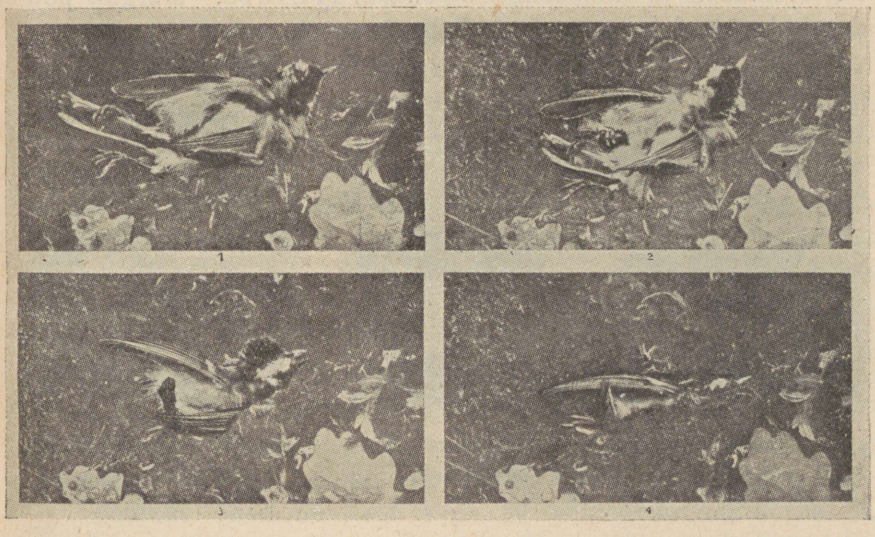
Kus põllul juhuslikult esinemas surnud hiired, linnud, konnad või mutid, seal lendavad ja askeldavad hulgani raisamatjad (100. joon.). Raisamatja on sitasitika pikkune põrnikas, kuid palju kitsama kehaga. Tal on nuiasarnased tõlvjad katsesarved ja tugevad jalad, millest esimesed kaevamiseks kujunenud kühveljalad. Pea ja rind on mustad; pealistiibadel on kaks kollakat vööti. See maakarva kuub on raisamatjale paremaks kaitsevärviks. Ta hingab, nagu sitasitikas, õhutorude ehk traheede läbi, mille peakäigud avanevad tagakehal. Õhutorustik põimib kogu keha õõnsate käikudena läbi; nende kaudu pääseb õhk vabalt iga kehaosa juurde.

Haistmismeele koonduskohaks on raisamatjale tõlvjad katsumissarved. Ta tunneb juba kaugelt raipe haisu ja lendab lehast juhituna eksitamatult kohale. Pea koguneb neid surnud hiirekese ümber kaunis hulgake. Kui maapind pehme, siis kaevavad raisamatjad korjuse sama koha peal mulda, kui aga kõva, siis otsivad alguses seks pehmema alakese. Nüüd kannavad nad korjuse kohale ja uuristavad tema alla umbes 10 sm sügavuse augu (101. joon.).



100. joon. Raisamatja (loomulik suurus).

Ekslik oleks arvata, et need väikesed loomakesed seda rasket matmistööd mõne muu kui oma eesmärgi huvides sooritavad. Niipea kui haud valmis ja korjus alla lastud, munevad emaloomad surnusse oma vähearvulised munad.



101. joon. Raisamatjad tööl. Surnud linnuke lastakse, nagu 1.—4. pildil näha, mulda. Selleks on käesoleval juhul kulunud kõigest 3 tundi.

Peale seda aetakse auk mulda täis ja tehakse maaga tasa. 14—18 päeva pärast tulevad munadest tõugud ja tarvitavad raipe endile toiduks. Peale toidu-tagavara ärakasutamist poevad tõugud sügavamale mulda ja nukkuvad. Nende moondumine käib sedavõrt kiiresti, et ühe suve jooksul neid 2—3 põlvkonda valmib. Nii toimetavad raisamatjad oma järglastele muretu toidu ja selle

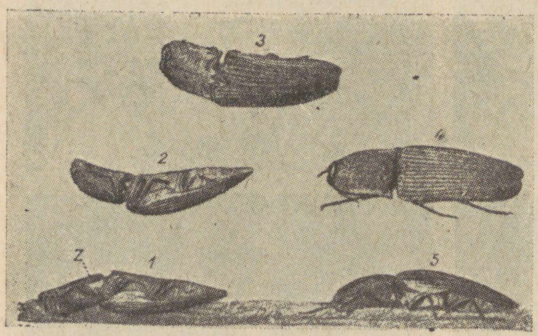


102. joon. Raisamardikas ja tema tõuk (*c*).

mulda paigutamisega ka teatava kaitse.

Putukasööjate loomade vastu kaitsevad raisamatjad end vängehaisulise mahlaga, mida nad neile vastu pritsivad.

Looduse majapidamises on aga raisamatjatel kui lehkavate raibete kõrvaldajail tähtis ülesanne. Kui korjused maa peal mädanemas, siis võivad kärbsed ja muud putukad neilt kanda tervetele loomadele ja inimestele koolnumürkisid. Mürgist puudutatud võivad haigustuda ja koguni surra.



103. joon. Viljanaksuri seljaliolekust jalgadele viskumise üksikud silmapilgud.



104. joon. Viljanaksur ja tema tõuk — traatuss.

Põldudel leidub sagedasti lame, munakujulise kehaga raisamardikas. See heitub kinnivõtmisel surnuna maha ja sõõrutab enesest siis vastiku lehaga pruuni mahla (102. joon.). Kui ta arvab hädaohu juba möödunud olevat, siis tõuseb uuesti üles ja läheb oma teed. Tema tõugud teevad peediväljadele tunduvat kahju.

Viljanaksur võib ennast seljaliolekust kergesti jalgadele visata (103. joon.). Selili heitub ta sagedasti, peites end hädaohu eest. Nii on teda raskem märgata. Jalule hüppamiseks

toetab ta plõksudes esirinna tornja kiilukese keskrinna praokesele. Viljanaksur on hädaohtlik põllutaimede, õite ja õietolmu hävitaja. Tema tõugud, põllumehele kardetud „traatussid", õgivad kultuurtaimede juured ja lehed sagedasti viimse killuni (104. joon.). Palju kurja teevad traatussid kartulimugulaile.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kirjelda raisamatja arenemiskäiku ja võrdle vanemate hoolitsusi oma järglaste eest samade avaldustega sitasitikatel! 2. Kirjelda vaadeldud mardikate kaitsevahendeid! 3. Mis tulu on üldisele looduse majapidamisele sellest, et raisamatjal kujuneb 3—4 põlvkonda järglasi ühe suve jooksul? 4. Katsu meelde tuletada, missuguseid põllukahjureid putukate-ilmast oled näinud, kelle tegevusest kuulnud. 5. Kirjelda, milles seisis odra-lehekärbse kahjutegemine, missugustel põldudel olid tema tegevusel kõige hävitusrikkamad tagajärjed.

Põldnälkjas.

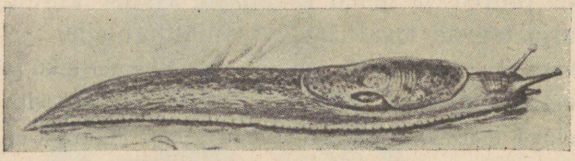
Vaatlused. 1. Vaatle kevadel ristikheina- ja orasepõldudel põldnälkja tegevust: söömisel ja liikumisel. 2. Kirjelda põldnälkjat väliselt! 3. Missuguste abinõudega võitleb põllumees arvurikaste põldnälkjate vastu põllul ja aias? Missugustel taimedel ja missugustel taimeosadel esinevad põldnälkjad aedades?

Põldnälkjas elutseb põldudel ja aedades mahlakail taimedel. Ta kehavärv on rohekas, tihti ka kollakas, vastavalt ümbruse toonile (105. joon.). Sagedasti kasvab ta kuni 5 sm pikaks. Selga kattev mantel on väheldane ja veel vähem koda, mida nälkjas kannab mantli volti peidetud lestana. Paremal küljel mantli serva all on hingamislohk. Kuival ilmal on see tigu pragudes ja taimede alumiste lehtede varjul, kus ärakuivamis-hädaoht vähem. Õhtul ja hommikul, niiske kastega ning vihmasel ilmal tulevad nad taimedele sööma.

Toiduks on neile noor vilja- ja põldheina-oras, kapsa- ja salatilehed ning maasikad. Samuti võime leida neid sügisel ka maitsvailt seentelt suuremate röövikutena. Põldnälkjas kraabib lehti nagu aedtigu oma rasplitaolise keelega. Vihmaseil aastail on kahju, mida need aeglaselt liikuvad loomad sünnitavad, silmapaistvalt suur.

Nende hävitamiseks katsub põllumees raputada põllule tuhka, lubjatolmu ja mõnd muud ainet. Aedades pannakse peenarde vahele märjad lauad, mille alla põldnälkjad hulgani kogunevad. Hommikul pööratakse lauad ümber ja kutsutakse ka-

nad tigusid ära nokkima. Sügisel, augustis ja septembris, muneb põldnälkjas, kellel ühes ja samas loomas nii muna- kui seemnesarjad, kuni 400 muna, mis ta 30—40 kaupa niiskeisse pragudesse ja aukudesse paigutab. Noored tulevad osalt hilja sügisel, osalt vara kevadel munadest välja. Vanadest erinevad pojad ainult suuruse poolest. Nad on veel söölamad kui nende vanemad.



105. joon. Põldnälkjas.

Muttidele, külvivarestele, kuldnokkadele, varestele, vaskussidele, sisalikkudele ja paljudele teistele loomadele on nad rikkalikuks toiduks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Pane põldnälkjas klaasile ja vaata alt, kuidas ta liigub. 2. Mida ta teeb, kui tema neljale sarvele lähendada sõrm? 3. Pane põldnälkja munad klaasi niiskele saepurule ja hoia see alati niiske. Vaata munadest tulevaid poegi! Anna neile pehmeid lehti toiduks; vaatle nende toitumisviisi! 4. Joonista põldnälkjas oma vihikusse! 5. Kuidas kaitseb ta end kuiva vastu? 6. Võrdle teda teiste tigudega!

Põllu väetamine.

Vaatlused. 1. Missuguseid loomulikke väetisi tarvitatakse teil kodus? 2. Kuidas valmistatakse loomulikke jõu-aineid aiapidamises? 3. Missuguseid kunstväetisi tarvitatakse teie kodus, külas? 4. Kuidas töötatakse põldu ümber peale väetamist? 5. Millal antakse teie külas põldudele väetisi? 6. Kuidas on korraldatud viljade külvikord (aastate järele) ja viljajärjestus (põldude vahetuse süsteem)? 7. Kui sügavalt ja mis ajal küntakse üht või teist põldu teie külas?

Inimene veab igal sügisel peale lõikust hulga aineid põllult ära, mille võrra põllupinnas, nimelt k ü n n i k i h t ehk p e a l i s m u l d, kehvemaks jääb. Järgmised lõikused on järk-järgult kõhnemad. Et põllule tema endist jõudu tagasi anda, selleks peab iga põllumees hoolt kandma künnikihi väetamise eest.

Kõige parem väetis on see, mis sisaldab endas kõiki põllust väljaantud aineid. Seesugune väetis on laudasõnnik, kus

põhk on loomade väljaheidetega segi ja juba mädanema, lagunema hakanud.

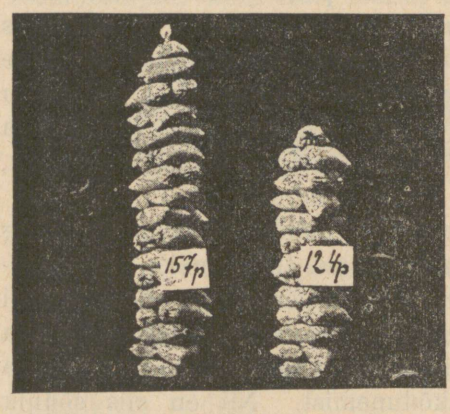
Laudasõnniku otsene tulu on põllu rikastamises ainetega, mis siit välja ammutatud. Osa neist aineist on sõnnikus kõlvuline põllutaimede juurtele otseseks vastuvõtmiseks, teine osa saab seesuguseks sõnniku aeglasel lagunemisel. Sõnniku kaudse mõju tingivad temast lagunemisel tekkivad süsihape ja huumus. Süsihape kiirendab mulla, muidu raskesti lahustuva, mineraal-osa ümberkujunemist kergesti lahustuvaks.

Huumusained teevad savikaid maid muredamaks ning õhule ja veele läbitavaks, liivaseid maid tihedamaks ja suurendavad nende veesisaldavust. Kuid laudasõnnikuga väetamine ei jäta puutumata ka vana huumust. Vana huumus laguneb tema kaastegevusel täieliselt ning kiiresti, kuid see toiming jääb seisma pärast selle uue sõnniku ärakõdunemist. Nii on siis sõnnik vanale huumusele nagu pärmiks, millega tema käärimist kõvendatakse. Pannakse põllule aga liiga värsket kõrrerikast sõnnikut, siis on see savisel maal kõige suuremal määral mulla kohendajaks.

Sõnnik küntakse mulla põue. Kui peale esimest kündi põldu veel teist korda enne külvi küntakse, siis veidi sügavamalt kui esimesel korral. Soovitav on, et see korduskünd oleks, kui põllu kuju vähegi lubab, risti endisele künnile. Sel kombel uues sügavuses ning suunas kündes ei kraabita sõnnikut mullapinnale välja. Sõnnik, mis nõnda on mulda maetud, suurendab viljade saaki antud põllul järgemööda mitme aasta jooksul (106. joon.). Selle juures tuleb põllumehel kohastuda külvatavate taimede iseloomuga. Mõned taimed, nagu peedid, naerid j. m. t., kasutavad mullast mitte iseäranis palju toitaineid, kuid annavad head saaki ainult väga hästi rammutatud põllul. Seda seletatakse nende taimede vähetegeva juurestikuga, mis nimetatud viljadele ainult siis suudab küllaldaselt toitaineid mullast ammutada, kui see on jõudu täis. Koguni niisuguseil lähissugulas-taimedel, nagu ühelt poolt nisu ja oder, teiselt poolt rukis ning kaer, on ses suhtes terav vahe. Esimesed annavad head saaki, kui põllus on palju kergesti omandatavaid jõuaineid; teised võivad koguda ka hõredalt mullas leiduvaid toitaineid. Seejuures ei lähe ühesuguse viljasaagi korral kummagi rühma poolt maast imetud ainete hulk silmapaistvalt lahku.

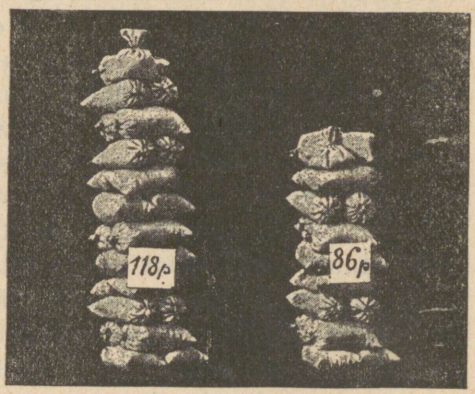
Kirjeldatud nähtuse tõttu tuleb kord antud laudaväetise täie-

likuks kasutamiseks külvata põlluviljasid nõudlikkuse järjekorras, see tähendab, tuleb külvata vähetegeva juurestikuga taimed esimestena, järgmistena need, kelle juurestik ka hõredamalt mullas leiduvad ained oskab ära kasutada. Nii võib siis aastast aastasse taimi vahetades saavutada põllu pealismulla ainelises koosseisus tasakaalu. See viljade järjestamine kõrvaldab ka põllu ühekülgse väljakurnamise, sest tarvitab ju iga taim ülekaalus mõnd ainet eriti.



106. joon. Väetise mõju: Väetamise puhul saadud ühelt tiinult 157 pd, väetamata 124 — pd.

Peale sõnnikväetise tarvitavad meie põllumehed mineraalväetist, harilikult sel puhul, kui põld kannatab ühe või teise aine puudust. Sagedamini kahanevad põllus lämmastik, vosvor ja kaalium. Seepärast pruugitakse kunstväetisena neid ühendeid, kus leidub nimetatud aineid. Neist ühenditest on tähtsamad: tšiilisalpeeter (lämmastik), toomasjahu (vosvor) ja kaalisool (kaalium). Ka tuhka tarvitatakse mitmekülgse väetisena, ja suure eduga.



107. joon. Künni sügavuse mõju saagi rohkusesse: 5 verssoki sügavusega künni puhul 118 puuda, 3 verssoki puhul 86 puuda tiinult.

Põllu tuluanni tõstmiseks mõjub tunduvalt ka künni sügavus ja aeg (107. joon.). Sügavalt küntud põld kannab palju rohkem vilja kui sama põld madalalt küntuna. Teatud aastate järel kurtub põld, viljade vahetamise peale vaatamata. Üldise kurtumise kõrvaldamiseks jäetakse põld, mis viljajärjes-

tuse-ringi läbi käinud, puhkama — kesaks, aastaks või pikemaks ajaks, kui maad palju käes.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle mitmesuguseid sõnnikuliike! 2. Miks hoolitsevad haritud põllumehed virtsa kogumise eest eriti? 3. Võrdle rammutatud ja rammutamata põlluühikute üheaegset saaki! 4. Kirjelda põllu ümbertöötamise riistu!

Vees ja tema lähemas ümbruses.

Huulhein.

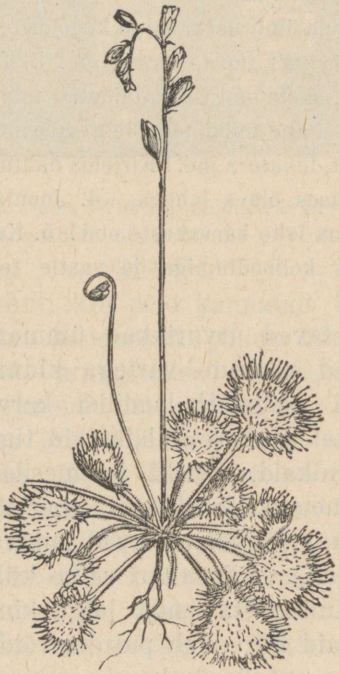
Vaatlused. 1. Vaatle huulheina ümbrust rabal ja kirjelda teisi ümbruse taimi! 2. Kirjelda huulheina: juuri, lehti ja õit! 3. Too mõned huulheinad rabamättal koju, aseta nad veega täidetud taldrikule ning kata pealt klaaskupliga! Pane nüüd tema lehtedele mõni kärbes, killuke liha, juustu, tilk vett, liivatera jne.! Kirjelda nähtusi, mis toimuvad iga katsega ühenduses oleva lehega. 4. Joonista huulheina leht! Katsu näpuga tema lehe karvakeste otsi! 5. Kata mõne põrnika tagakeha altpoolt kolloodiumiga ja vaatle teda mõni aeg klaaskupli all!

Raba niiskel samblapinnal punetavad arvurikkad ümmaralehised huulheinad. Lehed asetsevad pikkade vartega kidural juurel. Lehepinnal on palju pikki nööpnõela-laadilisi karvu. Lähemal vaatlusel näeme nende otstel pihkaseid läikivaid tigukesi, putukaid, nagu kärbseid, põrnikaid, sääski ja mesilasi. Nad on juba kaugelt märganud punetavat huulheina, ning siia lennanud lootuses mett leida, milleks põhjust annavad läikivad piisakesed lehe karvade otstel (108. joon.). Niipea kui väike külakostiotsija loomake lehele laskub, tunneb ta enda jalgu kinni jäävat. Hoolas rabelemine ei aita, vaid kiirendab putuka võidumist libeda pihkase ainega. Peagi on putuka ümber koondunud lehe pinnal pikad, peened karvakesed, nagu näpud pihku surutud asjakese ümber (109. joon.). Putuka õhutorude avaused kleepuvad kinni ja loomake lämbub õhupuuduse kätte.

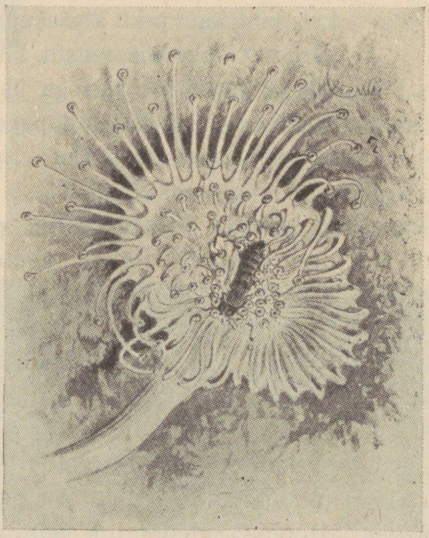
Analüüsides lehekarvakestel olevaid tilgakesi selgub, et putuka ümber lehepinnal on peale pihkase aine veel loomade maos leiduva pepsiini taolist vedelikku ning sipelgahapet. Nii on siis lehe peal näärmelised karvad, mis nimetatud aineid sõõrutavad putuka kinnihoidmiseks ja tema ümbertöötamiseks, seedimiseks. Mõne päeva pärast on kinnipüütud putukast lehele

ainult kõvad kitiiniriismed järele jäänud. Näärmelised karvad on jälle oma esialgsesse püstseisu tõusnud. Nii tarvitab siis see rabapealne väike taimeke omale toiduks valk- (munavalge-) aineid — loomade liha olulisemat osa, mida ta saab putukate surmamise teel.

Tavaliselt valmistavad taimed ise valk-aineid. Raba peal on aga taimedel veesaamine veehulga peale vaatamata raskendatud, sest raba vesi sisaldab happeid. Need halvavad juurte tundlikkust ja tegevust ainete vastuvõtmises. Kasina valgu täienduseks, mida huulhein otsekohe suudab luua, kogub ta seda oma loomtoidust.



108. joon. Huulhein.



109. joon. Huulheina leht putukat ¦ haaramas.

Meil on siin sõna otseses mõttes tegemist putuka- ehk lihasööja taimega ja pealegi niisugusega, kes väga tundlikkude püünistega varustatud. Seda mõtet tõendab lehe karvakeste kiire kokkusurvumine putuka ümber. Teiselt poolt eritavad näärmelised karvad peale putuka tabamist hoogsamini kui enne ja pärast putuka alla happeseid, seedimist arendavaid mahlu. Kui lehele panna liivatera, siis tõmbuvad lehe karvad

küll kokku, kuid seedimismahlu ei eritu lehe pinnale. Karvad ise laskuvad sel puhul ka kiiresti endisesse seisu.

Huulheina lehtede arenenud tundlikkust tõendab ka see asjaolu, et vähema putuka ümber koondub vähem karvakesi, suurema ümber enam. Kõige pealt tõmbuvad saagi ümber lähemad karvad, hiljemini kaugemad; on saagiks aga suurem putukas, siis kurdub kogu leht teda ümbritsema. Ka seedimiseks eritatud mahla hulk oleneb saagi suurusest. Nagu loomale on magu ja sooled seedimiskohaks, nii on siin lehe näärmelised karvakesed valkude ümbertöötamise ja sisseimemise teenistuses.

Lehekobara keskelt tõuseb lehtedeta õievars, millel õrnad valged õied. Iga õis on ainult mõned tunnid avatud. Suuremal osal juhustel toimub siin tolmumine samas õies olevate tolmukate tolmuga. Koguni kinnijäänud, avanemata õitest sünnib seeme. Seemned on üliväikesed. Peenikesed juured jäävad ületalve samblasse elama. Kevadel ilmuvad vanade lehtede kaenlas olevaist pungadest uued huulheinad, samuti kujunevad mahakülvunud seemned noorteks putukapüüdjaiks taimedeks.

Peale huulheina kasvab niiskel rabaveerel teine putukapüüdja taim — võipätakas. Tema pikad kühvlitaolised lehed on pealt alati libedad, millest ta oma nimegi on saanud. Libedale pinnale kinnijäänud putuka ümber rullib leht end kokku ja jääb nii seisma, kuni putukas on ära seeditud.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võta rabamättalt kaks huulheina ja pane nad varemini juhatatud viisil klaaskupli alla! Toida ühte neist kärbestega ja lihakillukestega, teine aga jäta ilma igasuguse lisata lihatoidu alal! Katsealused taimed olgu valguse kätte asetatud. Võrdle mõne nädala pärast neid isekeskis! 2. Katsu niisutada lakmuspaberit huulheinatilkades! Pane tähele paberi värvimuutust (punaseks muutub see paber happelises keskkonnas). 3. Võrdle kanarbikku ja huulheina, — kasvavad ju mõlemad ühel ja samal ajal. 4. Joonista huulheina õie plaan, avatud ja kokkutõmbunud karvadega leht! 5. Võrdle võipätakat huulheinaga!

Pilliroog.

Vaatlused. 1. Vaatle pilliroo kasvukohta ja kirjelda selle üldist iseloomu! 2. Kirjelda pilliroo veepealset osa: kõrgust, vart, lehti ja õiestikku! 3. Mõõda pilliroo veealuse osa kõrgust mitmel pool! 4. Juuri pilliroog mudast üles ja vaatle tema juurika iseloomu! 5. Põleta pilliroogu ja hõõru tema tuhka näppude vahel!

Tee seda mõne teise taimega! Mis vahet märkad? 6. Katsu pilliroo-lehe servaga paberi lehte lõigata! Tõmba selle servaga õige ettevaatlikult üle oma näpu! 7. Pane tähele, kuis seavad pilliroo lehed end tuule ajal.

Pilliroog on meie suurem roht-taim, mis ääristab jõgede ja järvede luhaseid kaldaid. Samuti leidub teda mädasoil. Tema kõrgus oleneb enamail juhuseil kasvukoha vee sügavusest. Vees kasvava roo pikkus võib ulatuda 3—4 meetrini. Roo vars on jäme ning seest õõnes, nagu varemini tundmaõpitud kõrsviljadel (110. joon.).

Pikale rootorule annab suurel määral kõvadust sõlmestik, mis teda jätkudesse jaotab. Sõlmekohtadelt algavad lehed, mis roo kõrt oma alumise osaga ümbritsevad. Roog kasvab pikkuses juurde just nendes lehtedega kaetud pehmeis sõlmepealsetes. Pilliroo lehed on pikad rööbiku soonestikuga, mille vahesid mööda vihmavesi nagu rennikeste kaudu alla voolab ning lehekaenlast maha valgub.

Põletame roo lehed ära, siis leiame seda tuhka näppude vahel hõõrudes, et ta karedam on kui mõne teise taime oma. Lehega kättpidi tõmmates tunneme, et see on lõikav-terav. See tuleb ränimulla suurest sisaldavusest. Ränimuld on koondatud lehe pinnasse. Lehe servades aga puutuvad lehe pealmine ja alumine pind kokku ning selle tõttu on siin eriti palju ränimulda, mis serva saagjaks teeb. Ränihappest rikas on ka pilliroo kõrs, mis ülivisa tuule murdmistele ja tugevaile laineile vastu panema. Tuule tõukepinna kahandamiseks pöörduvad roo lehed peaaegu serviti tuule liikumissuunale. Tema kõvad lehed jäävad loomadest puutumata.

Noore pilliroo latv kujutab piklikku punga, mille lehtede varjul ja kaitsel areneb õisiku noor suge. Noor avanenud õisik on sinkjas, valmiva viljaga õisik siidpehme ning valkjas. Pilliroo õied on koondunud lakana. Siidpehmuse annavad lakale õiesõkalde vahel olevad karvad, mis peale õitsmist tunduvalt pikenevad. Pilliroog on nagu rukiski tuultolmuja.

Talveks jääb pilliroost vee põhja pikk juurikas. Kevadel sirguvad juurikalt sitked noored rookõrred. Kevadine jää rebib sagedasti ka vee põhjas ületalve elanud juurikad lahti ja kannab nad edasi teisele kohale, seega pilliroogu suurele alale levitades. Seemneist võrsuvad uutel asukohtadel, kuhu tuul nad toonud, uued pillirood. Pilliroog on ülivisa taim: kus ta kord kas-

vamas, seal laiendab ta enda kasvamisala.

Pilliroo vee all olevad ja vee tõusu puhul sinna sattunud lehed koltuvad peagi ja langevad maha. Siia varisevad ka kõrred. Aastast aastasse tiheneb see orgaaniliste ainete hulk pilliroo paljuaastasel juurikatekohal. Need riismed ei saa mädanema minna, sest õhku on veekogu põhjal kasinasti ning nad hakkavad pikkamisi süsinema. Paljude aastate vältel kujuneb pilliroo kaasmõjul maismaale uusi alasid juurde; veekogu ala kahaneb, ta maastub.



110. joon. Pilliroog.

Kaldaäärsed elanikud tarvitavad pilliroogu katuste katteks, loomade aluspõhuna ja ehituste seinte peale löömiseks, alustoeks krohvile.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle pilliroogu ja kõrkjaid! 2. Kirjelda teisi roostiku varjul kasvavaid taimi! 3. Missugused linnud leiavad roostikus endale varjupaiga ja eluaseme? 4. Missugused linnud murravad roogu endale pesaehituse materjaliks? 5. Milleks tarvitavad lapsed ja vokil ketrajad pilliroogu? 6. Kirjelda pilliroo levimisvahendeid.

Turbasammal.

Vaatlused. 1. Kirjelda soo, raba iseloomu, kus turbasammal esinemas. 2. Vaatle turbasambla vaiba paksust ning mõõda

sambla kasvava elujõulise osa pikkust! missugune on selle vaiba sammalde sügavamal olev osa? 3. Võta suurem tükk samblaid sellest vaibast, kuivata ning kaalu ta siis ära, aseta ta nüüd veele ja kaalu uuesti! Kui palju vett imes ta endasse? 4. Kirjelda turbasambla üksikut taime! 5. Rõhu tugevasti turbasambla niiskete lehtedega lakmuspaberile, senikui see oma värvi muudab (happed muudavad lakmuspaberi punaseks).



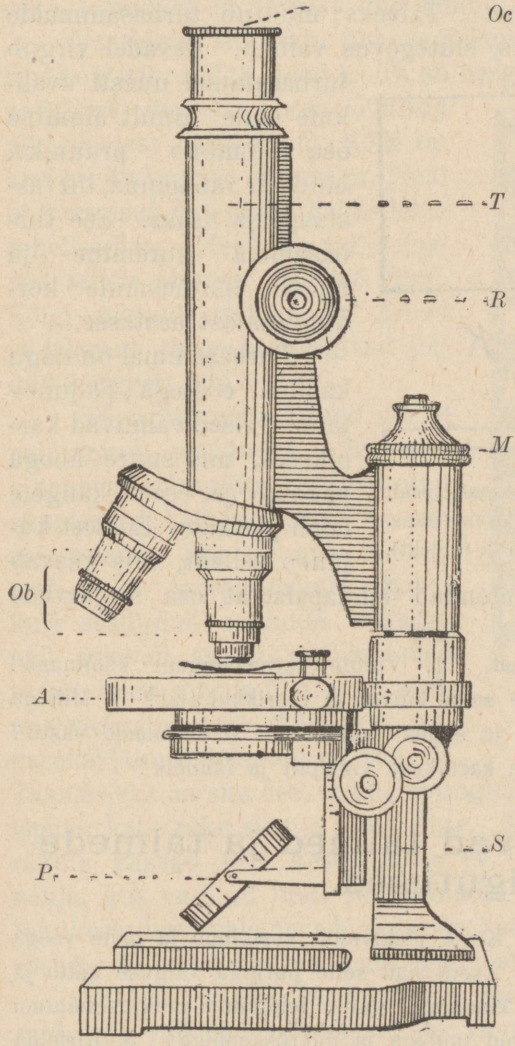
111. joon. Turbasammal.

Turba- või soosammal kasvab turbarabadel, harilikult n.n. kõrgrabal (111. joon.). Kõrgraba iseloomustab tema kumer kõrgem keskpaik võrreldes veertega. Turbasammal kasvab tiheda vaibana. Läheb meil korda sellest rabast noort taime leida, siis näeme, et see on nõrk ja harunemata. Vanem sammal aga kujundab oma varre külgedel sündivaist pungadest uusi varsi. Peagi muutub seesugune samblaühik väikeseks puhmaks. Sügavamale niiskesse vaipa jäänud osa hakkab õhupuudusel turvastuma. Igast harust kujuneb samuti uute harude sammal. Nii muutub sammalvaip rabapinnal aastast aastasse tihedamaks ning kõrgendab raba keskpaiga pinda.

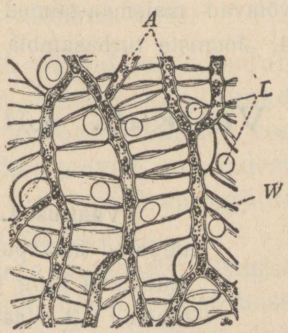
Sammalvaip mahutab endasse ülipalju vett. Vaatleme mikroskoobiga (112. joon.) (võib seda teha ka suurekstegeva klaasiga, kuid pilt on siis vähem selge) sambla lehekest. Seks paneme ta piklikule neljakandilisele n.n. esemeklaasile veetilka (114. joon.). Mikroskoobis näeme nüüd lehekest koostuvat väikestest kastikestest nagu müüri üksikuist kivikestest. Mõned neist kivikestest on rohekad, teised hallid. Need kivikesed, kastikesed on r a k u d, millest koosneb kogu taim. Turbasambla lehtede rohelised rakud valmistavad päikese valgusel, nagu teistegi taimede rohelised lehed, ehitus- ja toitaineid. Heledad rakud on elutud ja väravaiks, kust vesi samblasse valgub. Kirjeldatud rakud on nõndanimetatud v e e r a k u d (113. joon.). Täitsa samasuguseid veerakke leiame sambla varrelt.

Vesi, mida turbasammal rabalt saab, on ülikehv mine-

raalaineist (100 000 peale 1 osa). Toitesoolad saab see taim lehtedega peaasjalikult tolmult, mis ühes vihmaveega rabale tuleb või mida tuul siia kannab. Osa aineid tolmus on taimele vastuvõetavas olekus, teised osad aga lahustuvad lehtedes leiduva happe varal. (Katse happe sisaldise määramiseks lakmuspaberiga). Toitesoolade saamiseks maapinnast peab turbasambla lehtede kaudu aurama arutu palju vett. Turbasambla juured lahustavad neis leiduvate hapete varal juurnarmastega kokkupuutuvaid mineraale nagu teistegi taimede juured. (Vaata juure tegevust „Looduseõpetus“ IV). Kus aga põhjavesi lupja sisaldab, seal



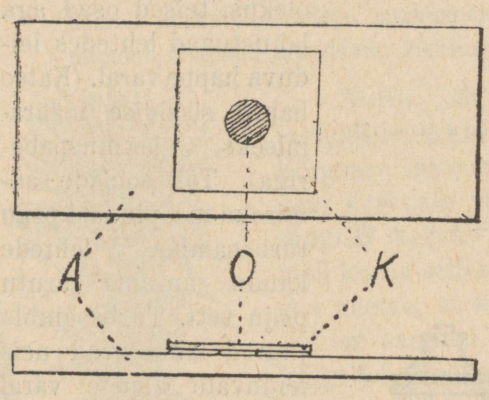
112 joon. Mikroskoop.
Oc — okulaar, *Ob* — objektiiv, *T* — vaatlemistoru, *R* — rattad vaatlemistoru seadmiseks silma järele, *M* — mikromeetriline kruvi vaatlemistoru peenemaks seadmiseks, *A* — aluslaud, *P* — liikuv peegel, *S* — jalg,



113. joon, Turbasambla lehe rakud (210 korda suurendatud). *A* — rohelised rakud, *W* — veerakud avaustega (*L*).

puudub turbasamblal võimalus kasvada, sest lubi kahandab tunduvalt happe lahustava tegevuse jõudu.

Turbasamblad on suvel mitmekesise värviga: rohelised, punased, kollased, hallid jne. Talveks muutub turbasammalde värv ühtlasemaks, hallikaks, elutegevus vaibub. Kevadel virgub turbasammal uuesti avalikule elule, ainult alumine osa tõmbub pruuniks, muutub rabapinna turvasaluspõhja osaks. See turbasambla suremine ja uuesti ellutõusmine kordub aastast aastasse.



114. joon. Mikroskoobiline preparaat, pealt ja kõrvalt vaadatud. *A* — esemeklaas, *K* — kateklaas, *O* — vaadeldav ese (objekt).

Turbasammal on nagu käolina eostega paljunev taim. Eosed valmivad karbikeses, mis suure hooga pakatab ja eosed kaugele laiali paiskab. Eostest kujuneb eelleht, mis kasvab samblaks. Turbasammal etendab silmapaistvat osa soojärvede kinnikasvamisel.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle turbasammalt käolinaga! 2. Võrdle turbasambla lehtede seisu kuival ja veerikkal ajal! 3. Millega võtavad maismaa-taimed vett ja selles lahustunud toitesoolasid vastu? 4. Joonista turbasambla eoste karbikese välispilt ja läbilõik!

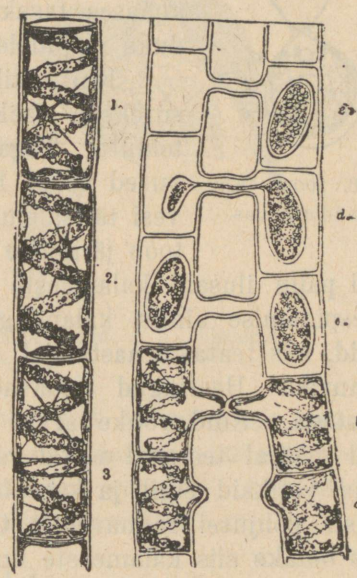
Vetikad. Liikuvad taimed ja taimede liigutused.

Vaatlused. 1. Korja jõekividelt vesikiude ja pane veega täidetud klaaspurki! Aseta nad selle purgiga valguse kätte ja videvikku ning pane kummalgi puhul lehepinna muutusenähtusi tähele! 2. Vaatle neid luubiga ja mikroskoobiga! 3. Kirjelda adrusid! 4. Tuleta meelde, missuguseid taime liigutusi oled näinud; kirjelda neid liikumisi!

Jõgedes, järvedes ja veeloikudes leidub suvel limaseid kiudusid, mis harilikult rohelise kõntsa moodustavad. Need lebavad kiud on, nagu varemini nägime, kiudvetikad. Nad koostuvad ühest r a k k u d e

reast. Sagedasti leidub selles rohelises mudas, mikroskoobiga vaadeldes, ka ühest ainsast rakust koosnevaid taimi. Seesuguseid taimi nimetame vetikateks. Nende keha ei ole juureks, lehtedeks ja varreks liigestunud.

Vaatleme lähemalt üht sagedamini leiduvat vetikat, n. n. spirogüüri (115. joon.). Ta on hargnemata kiud, mis koosneb paljudest üksteise otsa lükitud pikergustest rakkudest. Kõik rakud on ühesuguse ehitusega. Nende sees asub spiraalina haljas leherohelise-lint. Need lindid annavad sellele taimele rohelise värvi. Kõigi rakkude seinad on õrnad ja lasevad taimesse tungivad toidud kergesti läbi.



115. joon. Spirogüüri eoseid sünnitavad lindid.

Spirogüürlindis olevad rakud paljunevad pooldudes. Sel teel pikenevad spirogüürid kiiresti ning sünnitavad katkedes kaks iseseisvat taime. Sügisel aga lähenevad kaks spirogüürlinti, kohakuti seadunud rakkude vaheseinad sulavad ära ja moodustavad renni, mida mööda ühe raku sisu, mis varemini päris häguseks (segaseks) läinud, teise rakku tungib. Tagajärjeks on siin see, et ühe spirogüürlindi rakkudesse koondub lõpuks kahe raku sisu ja liitub ühte. Kahest rakust kokkuliitunud rakule kasvab veel kest ümber ja terve spirogüür langeb vee põhja, kus endised lindi rakuseinadki ära kõdunevad. Vanadest rakukestadest vabanevad rakkude kaetud sisud ongi spirogüüri eosed. Kevadel kasvab neist igaühest uus spirogüür.

Vetikaid vaadeldes märkame nende seas sagedasti niisuguseid, mis väikeste karvakeste ehk viburite abil ühest kohast teise liiguvad. Need on enamail juhuseil rohelised üherakulised vetikad. Liikuvaist üherakulistest vetikaist nimetame klamüdomoonast (116. joon.), mis sagedasti leidub meie tiikides.

Meredes leidub väga suuri vetikaid, mis palju pikemaks kasvavad kui ükski varemini tundmaõpitud taim. Meie kodumaa

rannavetes esinevad laialt tuntud a d r u d. Niihästi suured kui ka väikesed vetikad etendavad vete elus tähtsat osa. Sarnastamisel saadavad nad vette hapnikku, mis veeloomade hingamiseks hädatarvilik. Ühtlasi killustavad nad sarnastamisel vette kogunenud süsihaput gaasi. Nii hoiavad vetikad veekogude gaasisisaldist elule kohases tasakaalus. Peale selle on vetikad toiduks paljudele veeloomadele.



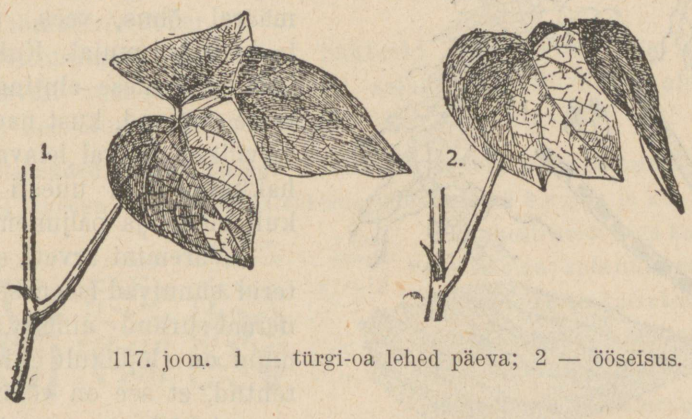
116. joon. Klamüdomoonas.

Kui vetikad mingisugustel põhjustel välja sureksid, jääksid väikesed veeloomakesed ilma toiduta. Tagajärg oleks see, et vees elavad olevused peagi häviksid ja varemini elust kihanud vesi täitsa elutuks jääks. Loodusteadlane Schmeil toob järgmise näite. „Praegu on Saksa mere rannal palju ilusaid kalameeste linnakesi. Kalamehed saavad oma ülespidamise ainult kalapüügist; eeskätt püüavad nad heeringaid, kes teataval aasta-ajal suurel hulgal selle mere rannavette ilmuvad. Heeringad toidavad end siinviibimisel väikeste vähikestega. Kuid rohke arvu vähikeste ilmumine oleneb sellest, mil määral teataval aastal rannavetes väikesi, silmale nägematuid vetikaid sigib ja kasvab. Aga kui need vetikad mingisugusel põhjusel rannavetest täitsa ära kaoksid, missugune saatus ootaks siis kalameeste linnasid?“

Mitte ainult vetikad ei liigu, vaid ka paljude varemini tundmaõpitud taimede osad liigutavad ennast. Ristikheina, türgioa (117. joon.), jänesekapsa ja paljude teiste taimede lehed muudavad ööseks oma seisu, end niiskuse eest kokku pannes. Hulga taimede õied lähevad sajusel ilmal ja ööseks kinni. Rohelised taimed pööravad oma lehed valguse poole, ladva üles ning juure allapoole jne.

Rabal kasvav huulhein püüab, nagu nägime, oma lehe näärmeliste karvakeste abil lehele sattuvaid putukakesi toiduks. Paljud teisedki taimed teevad sarnaseid liigutusi nagu huulhein. „Taim liigutab oma keha,“ kirjutab üks tähtis õpetlane, „sama vabalt ja painduvalt, nagu kõige liikuvam loomgi, — ainult palju aeglasemalt. Tema juured puurivad end toitu otsides mulla põue, pungad ja kasvud joonistavad aeglaselt ringisid, lehed ja õied kummarduvad ja langevad väliste tingimuste muutusel longu, köitraod keerlevad, otsides endile tuge, nagu väljasirutatud käega asju kobades, kuid inimene läheb pealiskaudselt vaadates mööda.

ja peab taime elutuks ning liikumatuks seepärast, et ei võta vaevaks ühtegi tundi selle läheduses olla. Taimel on palju aega ja ta ei tõtta. Taimeriigi hiiglased elavad ju tuhanded aastad ja näevad, kuidas nende jalge ees tekivad ja hävivad lugematud inimespõlved.“



117. joon. 1 — türgi-oa lehed päeva; 2 — ööseisus.

Ülesanded ja küsimused. 1. Miks peab kalatiikidesse vetikaid asundama? 2. Kuidas olenevad kalameeste eluasemed väikestest vetikatest? 3. Milleks tarvitavad rannaelanikud adrusid? 4. Millega põhjendada taimede võrdlemisi piiratud liikumisavaldusi?

Bakterid.

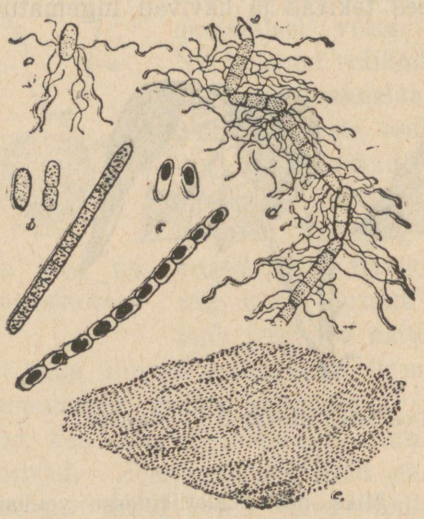
Vaatlused. 1. Võta peotäis heinu, keeda nad vees ära ja jäta vette seisma! Vaatle mikroskoobiga mõne aja pärast veele tekkivat kirmet (heinabakter) (118. joon.).

Bakterid ehk pisikud on kõige väiksemad ja lihtsamad taimed, mida me mikroskoobiga üldse võime näha. Pisiku keha esineb kestaga ümbritsetud väikese plasmatombukesena. Bakterid on üherakulised heleroheliseta taimekesed.

Bakterid on kuju poolest väga mitmesugused. Nad paljunevad pooldudes. Poolduvast bakterist saab kaks, mis juba tunni aja pärast omakorda uuesti võivad poolduda. Sellepärast sigivad bakterid väga kiiresti (arvuta, kui palju saab 1 bakterist 24 tunni pärast!).

Muutuvad elutingimused halvemaks, siis tõmbub paljude bakterite kehas plasma kerasse ja kattub tugeva kestaga. Seesuguses olekus nimetatakse baktereid e o s t e k s.

Suurem osa baktereid liigub vabalt edasi, eosed on aga liikumisvõimetud. Eoseseisundis võivad bakterid elada ka kõige halvemate tingimustega ajad üle ja püsida eluvõimelistena paljude aastate jooksul. Bakterite eoseid leidub alati suurel määral õhus, vees, mullas ja igal pool mujal. Kui eosed jälle soodsaisse elutingimustesse satuvad, kust nad toitu tarvilikul määral leiavad, siis hakkavad nad uuesti avalikult elama ja paljunema.



118. joon. Heinabakterid.

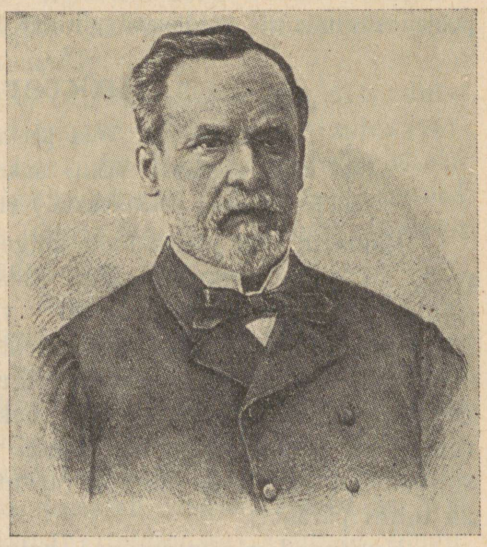
Varemini arvati, et bakterid sünnivad iseenesest mineraal-surnud aineist, kuid nüüd on lõplikult kindlaks tehtud, et see on võimatu ja et nad kõik on varemini elanud bakterite järeltulijad (119. joon.).

Bakterid tekitavad ja edendavad orgaaniliste ainete kõdunemist ja mädanemist.

Bakterid on vahet pidamata tegevuses eluks kõlbmatute korjuste kallal, neid ümber töötades.

Teist laadi bakterite tegevusel toimub jälle leiva ja piima hapnemine ning õlle käärimine.

Lõpuks on bakterid paljude nakkavate haiguste tekitajad. Näiteks, tiisikuse, koolera, verise kõhutõve, kopsupõletiku, sarlaki ja paljude teiste haiguste edasikand-

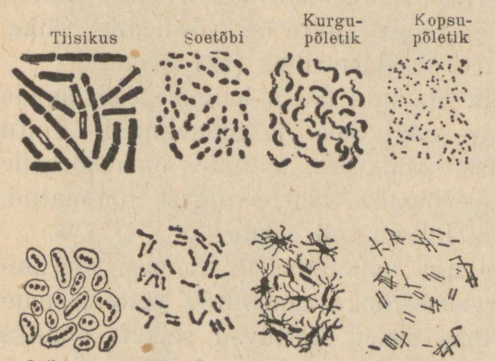


119. joon. Louis Pasteur (sündis 1822. a.) tegi uurimiste varal kindlaks, et ka kõige väiksemad elusad olevused elusaist sünnivad, aga mitte elutuist aineist, nagu varemini arvati.

jaiks on vastavad bakterid (120. joon.). Inimeses ja loomades asudes hävitavad nad nende kudesid ja sünnitavad seejuures kangeid mürke, mis inimesesse ja loomadesse surmavalt mõjuvad. Kõige suuremaks bakterite (ilma leheroheliseta taimede) vaenlaseks on päikesevalgus, mis kõigile rohelistele taimedele on nii ihaldatav sõber.

Toitumisviisi järele on bakterid mädarikud, kes asuvad mädanevail surnud orgaanilistel asjadel, ja söödikud ehk nugilised, kes elusast kehast endile toitu ammutavad.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võta tükk liha, pane ta katseklaasi ja keeda ta hoolega läbi! Kata katseklaas läbikeedetud korgiga ja keeda seda liha uuesti veidi aega kogu katseklaasiga; kata nüüd veel kork lakiga! Teine katseklaas keedetud lihaga jäta lahtiselt seisma! Kui teises liha on halvaks läinud, ava ka esimene. Mida paned tähele? Miks ei lähe konservid kergesti halvaks? 2. Pane saiatainas seisma pärmiga ja ilma pärmita; kumb neist kerkib? 3. Hapenda piima hapupiimase kausiga ja pestud puhta klaaskausiga. Kummas läheb piim varemini hapuks? 4. Kirjelda mitmesuguste nakkavate haiguste levimisviise!



120. joon. Haigustesünnitajad bakterid.

Hall kalakurg.

Vaatlused. 1. Kirjelda neid kohti, kus oled kalakurge näinud. 2. Kirjelda kaaviku (topitud loomaeksemplari) järele kalakure kehaehitust! 3. Võrdle jalgade, noka ja kaela pikkust! 4. Missugused siduvad jooned leiduvad kalakure jalgade pikkuse ja eluviisi vahel? 5. Kirjelda kalakure toitu! 6. Kirjelda kalakure pesitusviisi ja -paika! 7. Kõnni siis, kui pojad juba munast väljas ja teatud tugevuseni arenenud, kalakure pesa alt läbi! Mida paned siin tähele?

Kalakured ehk haigrud valivad omale elukohaks suured madalad veealad, mille läheduses kõrge mets ja mis kõrval sei-

savad liiklemisteedest. Elukohaks võtab ta selge veekogu, mis rikas kaladest.

Kalakurel on ülipika jooksuluuga jalad, n. n. karkjalad. Varvaste vahel on kitsas lest, mis pehmele rannapinnale toetuvate jalgade kandepinda suurendab. Sulestik on kõhtmisel küljel valge, selgmisel sinakashall. Alt üles vaatavad kalad ei märka haigrut, sest ka vee pind valendab altvaatajale. Ülevalt vaatava röövlinnu silmas sulab haigru sulestik üldise veevärviga kergesti ühte. Kuklal ja rinna all on tal pikad läikivad suled, mida sagedasti ilusulgedena naisterahva kübaraile kinnitatakse. Ölanukid on mustad; samuti leiame musti laike haigru kaelalgi. Isase ja emase sulestik ei erine värvis teravalt. Noored linnud on ühtlaselt hallid. Olgu et haigru kere on võrdlemisi väike, on ta tiibade siru-ulatus ometi $1^1/_2$-meetriline (121. joon.).

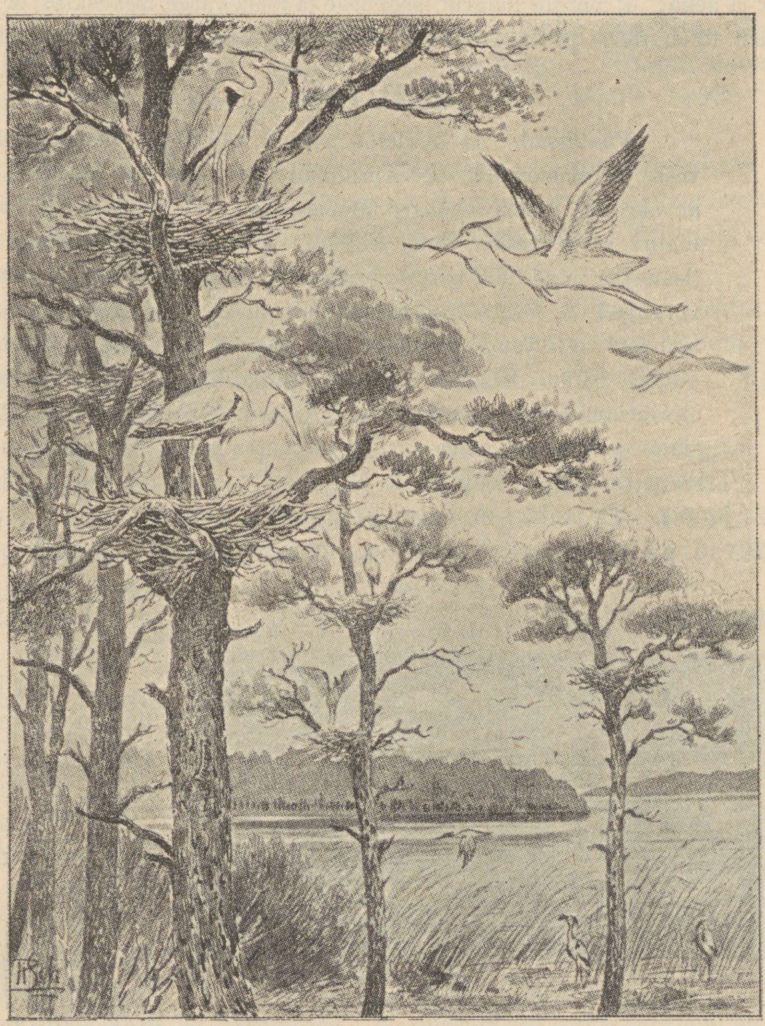
Haigur lendab aeglaselt. Lennul hoiab haigur pead õlgade vahel ja ei siruta seda ette, nagu soo- ja toonekured. Toitu varitseb ta harilikult madalas, kaldavees, toetudes oma kõrgeile jalgadele. Siin võib ta, pea õlgade vahele tagasi tõmmatud, tundide kaupa ühe koha peal liikumatult seista.

Märkab valvaja haigur aga kala lähedal ujumas, siis heidab ta oma pika vahedaservalise noka noolkiirelt vette ja napsab kala sinna vahele. Ninasõõrmed kattuvad selleks puhuks nahaga. Haigur kugistab kala, selle pead ees juhtides, tervelt alla. Peale kalade püüab ta konni, tigusid ja usse. Haigur on haruldaselt ablas lind. Seedimine toimub tõhtsalt. Selle tõenduseks kõneleb nähtus, mis mõne haigru sisikonna avamisel ilmsiks on tulnud. Osa kalast, mis makku jõudnud, oli seal tublisti ära seedinud, kuna aga sabapoolne ots, mis otsapidi alles söögilõõris, täiesti puutumata värskena on säilinud.

Kalatiikidele on haigur üks hädaohtlikumaist lindudest, keda kõigiti tuleb hävitada. Avaral mererannal, kus kalu rohkem, ei tarvitse teda nii väga püüda kõrvaldada. Iga lindu tuleks hävitamise kõrval ka kaitse alla võtta, et tema liiki alal hoida.

Haigrud ehitavad pesad kõrgete veelähedate puude otsa ja mitmed pesad lähestikku. Pesad ehitatakse peentest okstest ning rohulehtedest ja vooderdatakse seest karvade ning sulgedega. Emalind muneb harilikult 3—5 muna. Pojad on abitud ja jäävad kauaks pessa vanemate toitele ja hooldusele. Vanemate hoolitseva toitmise peale vaatamata on pojad alatasa näl-

jased; sagedasti pillavad nad söömisel kalu üle pesa perve alla; haigrute pesa ümbrus haiseb ikka raipe järele, mäherdust lehka juba kaugelt võib tunda.



121. joon. Haigrud jahil ja pesitamisel.

Kalakurg on ainult suvel meie vetel. Talveks lendab ta lõunasse talvitama, valides reisiteeks suuremaid jõgesid.

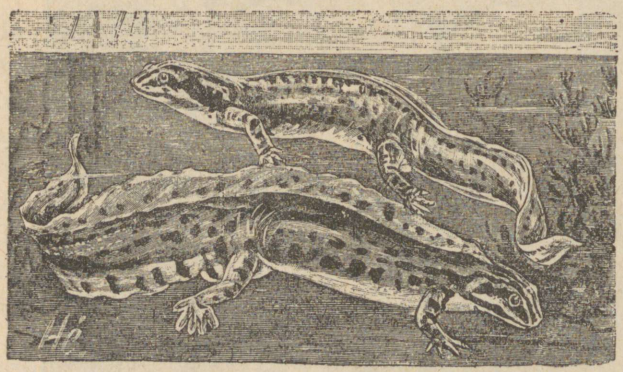
Peale haigru on meil esinemas hallid s o o k u r e d ja inimeste elamute lähedal v a l g e t o o n e k u r g. Ka nemad lendavad meilt talveks ära.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mis tulu on haigrutel sellest, et nende ninasõõrmed nahaga võivad kattuda? 2. Millega seletada haigrute pesade lähedusest kaugele ulatuvat raipelehka? 3. Kirjelda kurgede äralendamise pilti ja aega! 4. Võrdle haigrut, sookurge ja toonekurge isekeskis! 5. Mispärast tuleb röövlind- ja kahjulikkudele lindudele osalist kaitset pakkuda?

Triiton.

Vaatlused. 1. Kirjelda triitoni väliskuju, tema liikumist vees ja maismaal! 2. Aprillikuu lõpul või mai alul too kooli akvaariumi, milles rohelised taimed ja millesse ehitatud veest väljaulatuv kõrge kallas, kaks triitonit: üks, kelle seljal kõrge hari (isane) ja teine ilma harjata (emane). Kata akvaarium pealt traatvõrguga! 3. Vaatle triitoni munemistalitusi ja poegade kujunemist munast! 4. Too akvaariumi põldnälkjaid, liimukaid ja vaata, kas puutub triiton neisse. 5. Vaatle, millal lähevad triitonid kevadel akvaariumi veest kuivale pervele. Aseta nad siis terraariumi (akvaariumi taoline nõu, mida tarvitatakse kuiva maa loomade elukohaks).

Triiton on pika, külgedelt õhukeseks surutud kehaga loom (122. joon.). Ta nahk on nagu konnalgi katmata ja libe. Nahas leiduvad näärmed eritavad võiet, mis teeb naha libedaks, kui ka haisvat vedelikku kaitsevahendina.



122. joon. Uleval emane, all isane triiton.

Nagu konnal on triitonilgi veri ja nahk külm, s. o. muutuv vastavalt ümbruse temperatuurile.

Isase loomakese selgmine osa on rohekas, paljude tumedate plekkidega; kõhtmine pool on aga kollakasvalge. Kevadel kudemise ajal kannab ta seljal kõrget värvikat harja — pulmakuube. Emase triitoni kuub on üldiselt helekollane, selg aga tumedamate triipudega joonistatud.

Triitonite jalad on nõrgad ja lühikesed; varvaste vahel

puudub ujumisnahk, sest triiton on ainult ajutine vee-elanik. Ta elab niiskel samblal, kraavikallastel põõsaste varjul. Kevadel asub triiton vette kudema. Kauaks ei või ta siin vee alla jääda ja ilmub aeg-ajalt pinnale hingama. Hingamine toimub nagu konnalgi läbi naha ning kopsu kaudu. Naha ärakuivamine takistab ta hingamist samuti kui konnalgi. Hingamisgaaside vahetus võib toimuda, nagu üldiselt näha, ainult niiske naha kaudu.

Tema toiduks on ussid, katmata teod ning putukate tõugud, keda ta oma pealislõuas ja kurgulael asetsevate teravate hammastega kinni hoiab ja tervelt alla kugistab. Triitonid pruugivad neid loomi toiduks ainult elusatena.

Triiton kulutab, nagu kõik muutuva kehatemperatuuriga loomad, oma harva hingamise juures elutegevuseks vähem toitu kui püsiva temperatuuriga loomad. Ta võib kaua nälgida. Talve saadab triiton sambla all suikudes mööda.

Peale kaitsevärvi ja nahanäärmeist erituva vastikult lõhnava mahla saab triiton oma elamisvõimalusi suurendada veel sellega, et hävinud elundite asemele kergesti uued kujunevad. Nii kasvab kaotsiläinud saba või jala asemele uus. Koguni rikutud silmale võivad kaotsiläinud osad uuesti kasvada.

Triiton paljuneb munadega, mida emaloom üksikult veetaimede külge kinnitab. Kudemise ajal on triitonite värvid heledamad ja isaste selga kaunistab tore hari. Seesugune välimuse ja värvi muutmine kudemise ja munemise ajaks on tuntud loomade pulmakuuena.

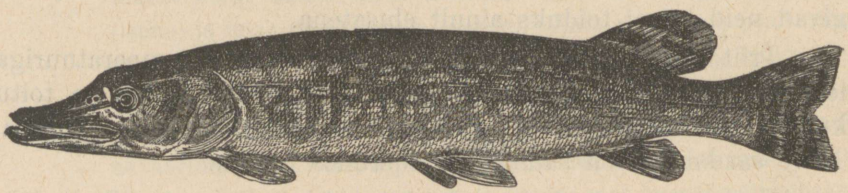
Munast areneb lühikese aja vältel väike loomake, kes hingab alguses väliste lõpustega. Peagi kujunevad temale eesmised ja siis tagumised jäsemed. Saba jääb alale. Mitmele korrale ajavad noored loomakesed nahka; ka vanad triitonid vahetavad aeg-ajalt nahka. On välised lõpused ära kidunenud ja kopsud kujunenud, siis rändavad triitoni pojad veest kuivale maale.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugused kaitsevahendid on triitonil nahas? 2. Kui kaua on triiton vee-elanik, kui kaua aastas maismaa elanik? 3. Võrdle konna ja triitonit! 4. Mille järele võib sisalikku triitonist eraldada, kui neid juhtud kõrvuti leidma? 5. Miks ei saa triiton oma toitu läbi närida? 6. Mille poolest erinevad noored vees elutsevad triitonid oma vanemaist?

Haug.

Vaatlused. 1. Tuleta meelde, missugustes vetes oled näinud haugi. Iseloomusta nende vete elu iseärasusi! 2. Kirjelda haugi! 3. Kirjelda havi toitu; kuidas püüab ta seda? 4. Millal ja kus koeb haug? 5. Katsu pikemate tähelepanekute varal havi kasvamise kiirust ära määrata!

Haug on kala, kes ülihästi on kohanenud vees elamiseks. Mida kull õhus ja hunt metsas, seda on haug vees oma saagi tabamisel. Tal on pikk lihaserikas keha, mis kiirel ujumisel kiilu laadi peaga veest kergesti läbi tungib (123. joon.). Havile

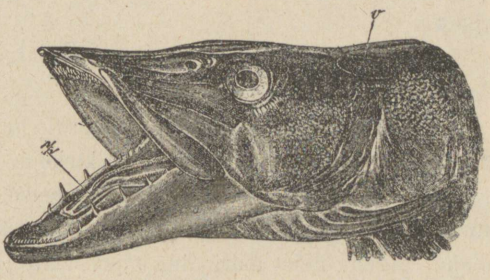


123. joon. Haug.

omane kiirus ühenduses kehajõuga teeb temast kardetavama vee-röövlooma. Varitsedes seisab haug vaikselt roheliste veekasvude varjul. Kere värv on tahtlikult muudetav. On haug mudases kraavis, selge veega jões või madalas mudale loksutatud järves — igal pool on tema kehal isesugune põhivärv, mida ta veel lähema silmapilgu ümbruse värvile kohastab. Nii paistab haug lehtede vahelt nõrga varjuna vaatleja silmale. Ta elab tavaliselt üksikult.

Havi toiduks on vähemad rahu- ja röövkalad; ka oma nooremaile suguvendadele ei anna ta armu. Üldiselt sööb ta kõiki, kes vees liiguvad ja kellest tema jõud üle käib. Nii on teda sagedasti nähtud vee pealt veelinde ning nende poegi alla tõmbavat ja ära neelavat. Kõiki oma ohvreid haarab haug kiirel hüppel, avades napsamise viimsel silmapilgul oma suu pärani (124. joon.). Suu on tal üliteravaid kisutaolisi hambaid täis, millega püütud saaki kinni hoiab ja lõpuks närimatult alla kugistab. Neelatava juhib ta oma makku pea ees. Sooletoru on lühike ja seedimine kiire, nagu teistelgi varemini tundmaõpitud röövloomadel. Neelama ilmub haug harilikult madalasse rohurikkasse vette, õhtu eel ja vara hommikul, kuna ta keskpäeval aga sügavas vees varjul seisab.

Havi kudemisaeg vältab meil veebruarikuust aprillini. Marja heitmiseks rändavad nad vastuvett kaugele üles ja valguvad madalale luhale ning kaugemaisse kraavidesse kudema. Varemaiks kudejaiks on noored emased, hilisemaiks vanemad havid. Kudemisel asetab emahaug kuni 100 000 muna madalasse sooja vette, kus maimud juba 2—4 päeva pärast ilmale tulevad. Munad ja pojad on sama visad kui täiskasvanudki havid ebasoodsaile elamistingimustele vastu panema. Palju havipoegi — purikaid — langeb havide eneste, ahvenate ja teiste kalade toiduks.



124. joon. *Z* — keel ja hambad; *V* — kõrvanahk.

Havid on elusad masinad inimestele toiduks kõlbmata ehk alaväärtuslikkude kalade ümbertöötamiseks veekogudes. Ilma havideta kihiseksid meie veed peagi väheväärtuslikest väikestest kaladest, kes peene toidu puuduse tõttu kuigi suureks ei saaks kasvada. Noori hauge on kasulik koguni karbikasvatuse-tiikidesse lasta, kui seal karbid 3-aastased, sest seesuguseid suuri karpe ei puutu havid, kuid püüavad tiigist hoolsasti karpide toidu raiskajaid, kulleseid (konnapoegi) ning väikesi kalu, ja kasvavad sellejuures ise jõudsasti. Kudetiikidest peab haug aga alati kõrvaldatama. Ka kogretiikides, kus palju väikesi kokri, kes toidu puudusel ei saa suureks kasvada, on soovitatud hauge vähemal arvul lasta suvitama, puhastustööd tegema.



a *b*

125. joon. Rääbise soomused. *a* — kahe- ja *b* — kolmeaastase kala omad.

Sügisel tuleb aga havid kummalgi juhul tiigist välja püüda. Seks ajaks võib haug, kes veerandnaelalisena tiiki pandi, küllaldasel toidul kasvada 4—5-naelaseks. Havid kasvavad õige kiiresti ja esimese aasta lõpul on nad juba 25—30 sm pikad. Soomuste ringide järele kala vanadust (nagu puulgi) määrates selgub, et meie havid enamasti 2—3-aastaselt kinni püütakse (125. joon.). Oma määratu apluse tõttu on havid tähtsaks teguriks meie magedate vete elu ja toiduhulga tasakaalu reguleerimiseks.

Tähtsa ja kõrgehinnalise röövkalana on meie vetes havi kõrval tuntud k o h a.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle haugi ja koha rahukaladega, näit. särjega; võrdle neid ahvenaga ja kirjelda nende kehaehituse üksikasju! 2. Katsu asetada noori hauge suurematesse veelompidesse ja vaatle nende juurdekasvu! Toida neid! 3. Võta kevadel kaks kudeküpse haugi, isane ja emane, pigista neist mari ning niisk vette (akvaariumi, kus rohelised veetaimed) ja hoia akvaariumi päikese käes! Vaata, mis kujuneb marjast mõne päeva pärast. 4. Katsu joonistada diagramm iga-aastase tulu kohta, mida teie lähema ümbruse kalamehed havipüügist saavad. 5. Katsu arendada oma lähema ümbruse kalakasvatamist ja röövpüügi kõrvaldamise mõtet!

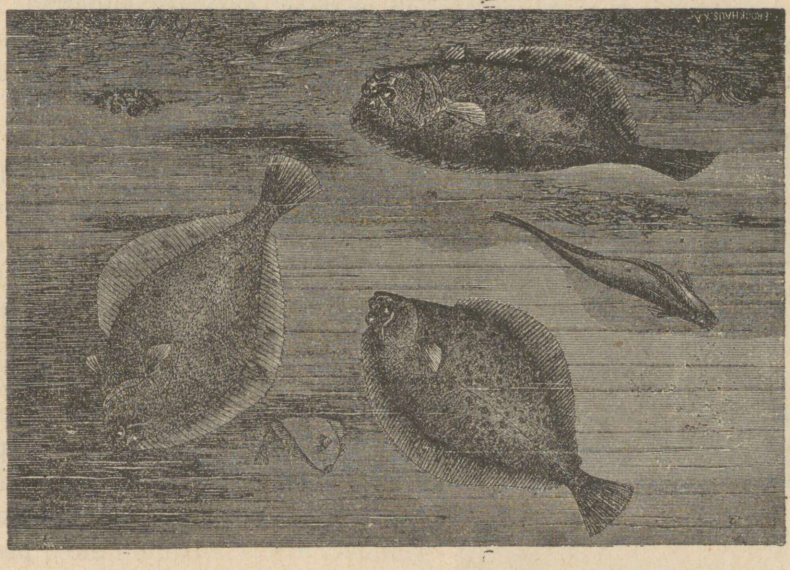
Tulukalad.

Vaatlused. 1. Nimeta meie mere- ja magedate vete hinnakaid tulukalu! 2. Kirjelda nende püüki ja nende eluviisi! 3. Kirjelda nende paljunemist ja kude-aega! 4. Kuidas hoolitsetakse mõnede nende kalade juurdekasvu eest kunstliku haudumise kaudu? 5. Kirjelda kalade haudumismaja! 6. Too niiske sambla sees klassi üks angerjas!

L e s t a d e keha on laiaks rombikujuliseks litsutud. Luusarra asetust lesta keres vaadates näeme, et ta on, nagu vareminigi vaadatud kaladel, külgedelt kokku surutud, kuid lestad on ujuma hakanud küljeti (126. joon.). Noorte maimudena ujuvad nad nagu teisedki kalad serviti. See ujumisviis muutub juba noores eas aegapidi lapiti ujumiseks. Uue liikumisviisi tagajärjeks on ühe silma ümberrändamine üle kukla pealmisele küljele. Ka suu asetub isikliku moondumise vältel tavalisest suuseisust viltu asendisse. See maimu isikliku moondumise käik kordab lesta kaugete esivanemate ülipika aja kestel teostunud arenemise sihti, mis avaldus kalduvuses küljeli ujuda.

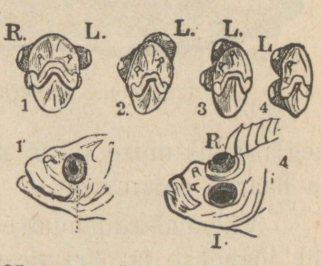
Arvatavasti oli seesugune ujumisseis toidu püüdmiseks kuidagi kasulik laia kerega veepõhja-elanikele.

Küljeli kaldumise lähemaks põhjuseks on nähtavasti asjaolu, et üks külg kalal kasvab raskemaks ja kala ei saagi serviti ujuda. Moondumise tagajärjel seisavad mõlemad silmad lõpuks pealpoolsel küljel, kuna aga vete põhja poole hoiduv külg täitsa



126. joon. Mitut liiki lestad.

pime on (127. joon.). Maimuna, kui lest alles vees heljub, on tal ujumispõis. Täiskasvanul, kes suurema osa ajast põhjal viibib, on see kidunud. Kirjeldatud täielikuks moondumiseks peale munast väljatulekut tarvitab lest 4—6 nädalat, sest juba 3 sm pikkusel lestal on täiskasvanud lesta kuju. Lestad on mereranna vete elanikud. Siin püüavad nad omale toiduks põhjal elutsevaid karpisid, tigusid, ussikesi ja pisivähke. Ka vähemaile elusaile kaladele ei anna nad armu. Toidu puremiseks on terav hammastik. Toitu varitseb ta liivasel põhjal lebades, vaadates tähelepanelikkude silmadega alt ülespoole. Peal-

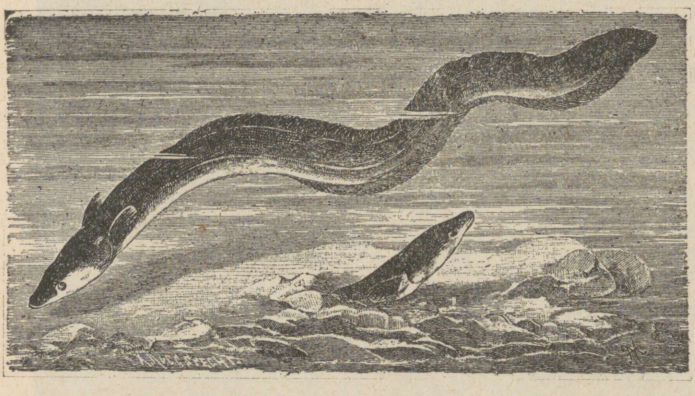


127. joon. Lesta maimu silma (R—L) rändamine pealmisele küljele.

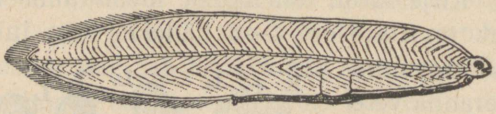
mine külg on tal põhja karva ja üldisest ümbrusest raskesti eraldatav. Alumine külg on valge, nagu teistelgi vee-elanikkudel.

Lest käib liivaseis jõesuudmeis kudemas. Lesta liha on ülimaitsev; ta kuulub peenemate mere-maiuskalade hulka. Sagedasti saadetakse teda suitsutatult müügile.

Angerjas esineb nii meres kui ka meie jõgedes ja järvedes (128. joon.); viimastes on enamasti emased angerjad, kes on tavaliselt suuremad ning rasvasemad kui meres. Angerjal on pikk ussisarnane, eest ümmargune ja saba pool külgedelt laiaks litsutud keha. Ta nahk on libe, nilvane ja hoopis väikeste õrnade soomustega, mis naha sees peidus. Tema lõpusekaane praod on kitsad ja selle tõttu võib angerjas kuival kaua elada, ilma et lõpuste pinna ärakuivamine talle surma tooks. Suu on teravaid hambaid täis. Päeval armastab ta mudasse pelgu pugeda. Söödale ilmub angerjas öösiti ja on siis kardetav röövel kõigile vähemaile vee-elanikkudele, nagu vähkidele, ussidele, putukavastseile, konnadele ja nende poegadele. Järele ujudes ei saa ta neid oma aeglase liikumise tõttu mitte tabada, vaid varitseb peidu-urkast ja haarab ootamatult.



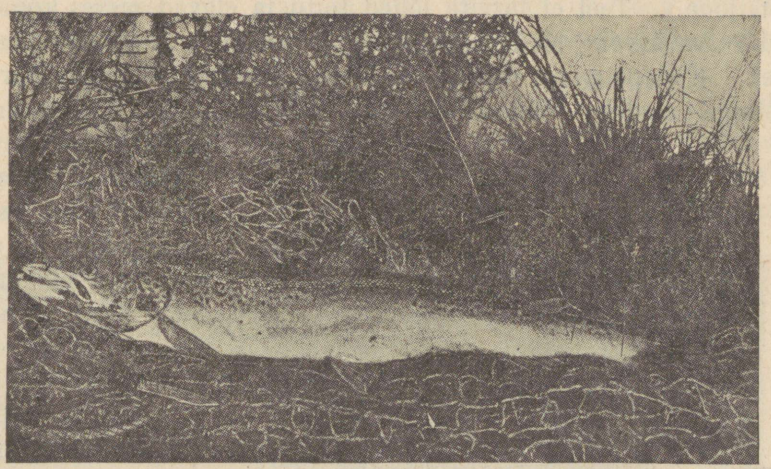
128. joon. Angerjas.



129. joon. Angerja maim.

Viiendal-kuuendal eluaastal rändab angerjas pimedail sügisöil jõgedest ja järvedest merre kudema. Kudemiskohtade üle ei olnud kuni viimase ajani selgust. Nüüd on siiski kindlaks tehtud, et angerjad rändavad Atlandi ookeani suurtesse sügavus-

tesse kudema. Sealt tulevad noored klaas-läbipaistvad maimud tagasi meie vetesse (129. joon.); varemini peeti neid ko-



130. joon. Lõhi.

guni eri-kalaliigiks. Angerjad kasvavad kiiresti; paari aasta pärast on nad kuni kaks jalga pikad. Kudenud angerjaid ei ole kunagi nähtud, seepärast arvatakse, et nad peale kudemist suure väsimuse ja jõukulu tõttu ära surevad. Angerja veri sisaldab kalamürki, mis inimese verre sattudes haava paistetama paneb nagu rästiku nõelaminegi.

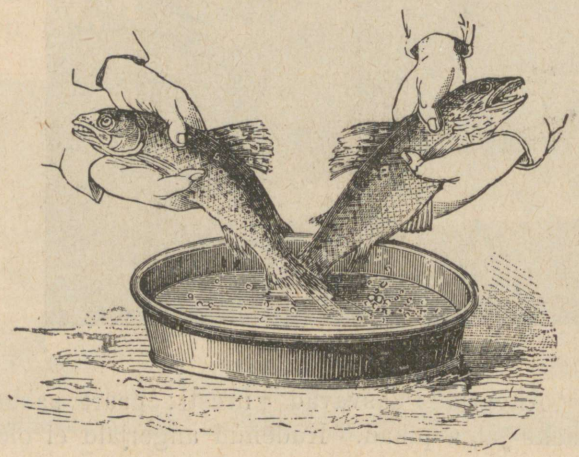
Angerja liha on rasvane ja ülimaitsev, mille tõttu ta on hinnakas otsitud maiustoit. Tema liha on aga raskelt seeditav. Müügil on angerjas peaasjalikult suitsukalana ja karpides marineeritult.

Lõhi on sõna tõsises mõttes rändav kala (130. joon.). Ta elab talvel ja kevadel meres, mitmesuguses sügavuses, kus esineb apla röövkalana. Kevadel rändab lõhi suuremaisse jõgedesse, näit. Narva jõkke



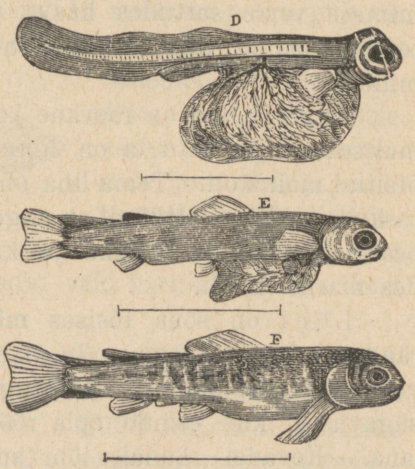
131. joon. Lõhed vibutavad rändamisel üle jõe joa.

— kudepaika otsima. Lõhedel tuleb tee peal väga mitmesuguseid raskusi võita, nagu kärestikud ja kosed üle hüpata (131. joon.). Teel ei tarvita lõhed toitu ja elavad meres kogunenud rasva arvel. Kudepaikadesse ujuvad emased ees ja isased järel. Kudepaigaks valivad nad liivakruusase põhjaga, käreda vooluga, madala kalda-äärse vee. Ema tuhnib ninaga ning saba-uimega väikese augu liiva ja muneb siia septembrikuus mõnedkümned munad; neile laseb isakala niiska peale ja katab nad viimaks kruusaga pealt kinni (132. joon.).



132. joon. Lõhe marja kunstlik sugutamine.

Munad on võrdlemisi suured, umbes 0,5 sm läbimõõduga. Munadest, mis marjaröövijatest (teised kalad) üle on jäänud, arenevad 100—140 päeva järel maimud, kes enda kõhu all esialgu rebukotti kannavad (133. joon.). Esimese aasta jooksul sirguvad maimud kuni 15 sm pikaks ja rändavad juba järgmisel kevadel merre.



133. joon. Lõhe maim rebukotiga.

Pärastistel kuderännakutel tulevad noored harilikult oma sünnikohtadele kudema. Lõhe kunstlikult sugutatud mune hautakse Tartu kalakasvanduses ja lastakse kevadel maimudena jõgedesse ning järvedesse elama.

Peipsi siig on huvitav selle poolest, et ta on oma mineviku järele merekala, kuid

Peipsi järves, mis merest Narva joa kaudu eraldatud, kohanenud alaliseks mageda vee kalaks. Ta armastab sügava selge veega elukohta. Peipsi siig elab parviti. Toiduks on talle putukate tõugud, väikesed ussid ja koorikulised, eriti noores põlves, vanemas eas tarvitab toiduks teisi kalu.

Koeb sügisel, oktoobris-novembris. Munad paneb ta madalate kallaste lähedale liivapõhjale, kus neist päeva 80 pärast maimud tulevad, kes esialgu vähemate vees hõljuvate nn. planktoni elustikkudega toituvad. Ka Peipsi siia mune hautakse Tartu „kalamajas".



134. joon. Rääbis.

Mitte vähem maitsev on ka siia vähem sugulane — rääbis (134. joon.), kes elab meil peaasjalikult Peipsis, Saad- ja Võrtsjärves.

Kolmel viimasel kalal on r a s v a u i m, väike luudeta uim, selja- ja sabauime vahekohal.

Ülesanded ja küsimused. 1. Nimeta kalu, keda kõrgeväärtuseliste tulukaladena kalatiikides kasvatatakse. 2. Milles seisab kalade kunstlik sugutamine. (Võetakse marjaküps kala, pigistatakse mari vette välja ja niisaküpsest kalast pigistatakse niiska vette. Siin toimub sugutamine.) 3. Kirjelda lähemalt kalakasvatuse talitusi kalade haudumismajades! 4. Missuguseid tulukalu püütakse teie lähemas ümbruses? 5. Katsu välja arvutada, kui palju kalu on ühel või teisel aastal teie pool püütud. Mis on teie lähema ranna elanikkude pea-tuluala? 6. Kanna hoolt, et kalu nende

kudemise ajal ja enne kudemist ei püütaks! 7. Hoolitse selle eest, et noori kalu kui vähese tuluväärtusega saaki ei püütaks: see on suur kahju rahvamajandusele, kõige pealt aga kalameestele enestele.

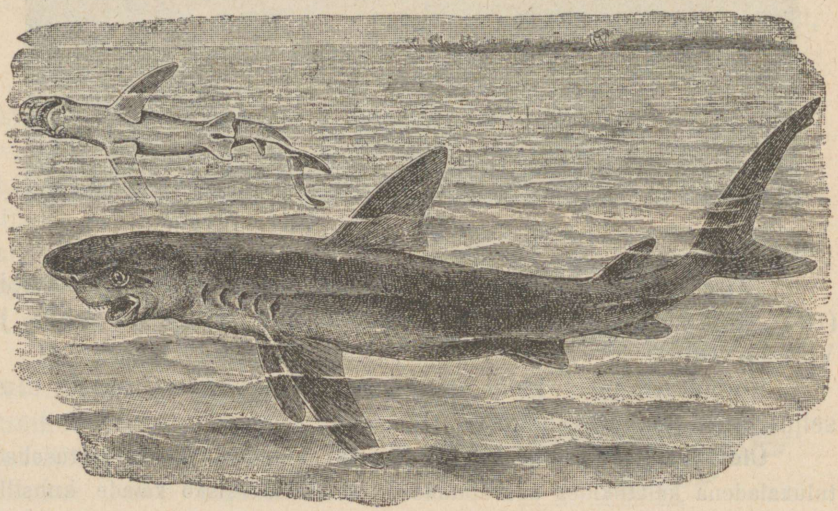
Samb ja haikala.

Samb ehk tuurakala elab Euroopa meredes, kust ta siia suubuvaisse suuremaisse jõgedesse ilmub kudema (135. joon.).



135. joon. Samb.

Kehakatteks on tal harilikkude soomuste asemel isesugused rombilised plaadid, mis kehale ridastikku asetatud. Luusard jääb tal kogu eluajaks kõhreseks (krõmpsluuseks). Selgroog ulatub saba



136. joon. Haikala.

ülemisse poolde ja muudab saba lõike ebasümmeetriliseks. Suud ümbritsevad habekiud, n. n. p o i s e d, on teravad tunderiistad. Suuga, mis pea alumisel küljel, ja mida samb toruna võib ettepoole sirutada, urgitseb ta mudast ja liivast usse, putukate tõuke

ja püüab väikesi kalu. Sammakala kasvab kuni 5 meetrit pika Paljuneb munadega. Tema munad on kaaviarina s. o. kalamarjana, maiustoiduks. Viimasel ajal kahaneb sambade arv kõigis Euroopa vetes, ka seal, kus ta varemini hulgani elas.

Haikala on merehiiglane, kes mitte ainult mereloomadele hädaohtlik ei ole, vaid ka inimesele. Tema eluasemeks on avar ookean (136. joon.).

Haikala ümmarik kere kasvab kuni 4 meetrit pikaks. Nahka katavad isesugused hambulised soomused, mis laia alusega naha sees asetsevad ja naha karedaks teevad. Suu on nagu sammalgi põigiti pea aluspoolel. Hammastikuks on üksteise taga seisvad read teravaid luuplaate, mis tekkeliselt suguluses soomustega. Lõpusekaas puudub ja lõpusekotid avanevad keha külgedel, pea taga pragudena. Luusard on kõhrene; isegi suurem osa pea luid ei luustu, vaid jääb kogu eluajaks kõhreseks.



137. joon. Haikala muna poja lootega; b ja v — välised lõpused; z — rebukott.

Haikala toiduks on kalad. Kuid laevale jälgides ahmivad nad suhu kõik, mis laevalt vette kukub ja toiduks kõlbab. Toitu haarab haikala alt ülespoole pöördud suuga, selleks end alati selili heites. Paljuneb isesuguste neljanurgeliste munade varal, mida nurgahormade varal veetaimede külge kinnitab (137. joon.). Sagedasti on poeg munas sedavõrt välja arenenud, et juba siis munast välja tuleb, kui see alles emakala munajuhis viibib. Sel puhul sünnitab haikala elusad pojad.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle sammakala haikalaga! 2. Võrdle neid varemini tundmaõpitud kaladega! 3. Kuula tuttavatelt kalameestelt, kus ja kunas on nad näinud samba ja haikala.

Vesiämblik.

Vaatlused. 1. Püüa mõnest veelombist ämblik, kelle tagakeha näib vees hõbedane olevat. Aseta ta kaasavõetud purki, kuhu varemini juba kitsalehiseid veetaimi on pandud. Too püütud ämblik koju ehk kooli akvaariumi! 2. Pane selle ämbliku liikumisviisi veelombis tähele! Tee seda ka akvaariumis oleva ämblikuga! 3. Kirjelda selle ämbliku õhuvõtmise nähtusi!

4. Kirjelda vesiämbliku kehaehitust! 5. Kirjelda tähelepanelikul vaatlusel nähtud pesa, kus vesiämblik elab.

Kraavides ja lompides, kus rikkalikult kitsalehiseid veetaimi, elab hõbedaselt läikiv vesiämblik (138. joon.). Siin ronib ta põhjal ja veetaimedel. Harva võib teda näha ujumas, kuid sel puhul, kui näibki, et ta ujub, ronib ta tõeliselt peentel peaaegu nägematuil võrguniitidel, mida ta varemini veetaimede külge kinnitanud. Sagedasti ühendavad need niidid vesiämblikul mitmeid peatuskohti. Aeglaselt huljuv vesiämblik liigub ja kuuleb liikumisvõnkumisi oma avaral võrgustikul.

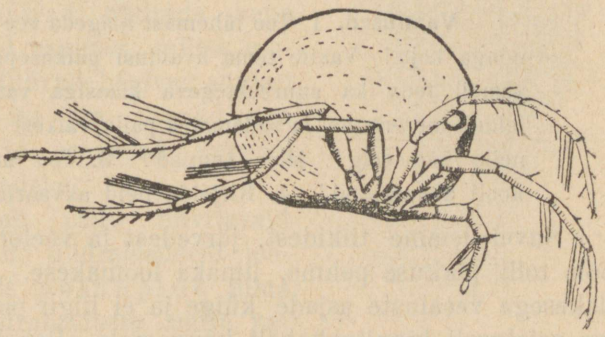


138. joon. Vesiämblik. Keskel tema pesa.

Vesiämblikku juhtumisi veest välja võttes märkame, et ta on tume, värvitu loomake. Üldiselt on ta samasuguse kehaehitusega kui varemini tundmaõpitud ristiga-ämblik. Eriliseks kehaehituse nähtuseks, võrreldes ristiga-ämblikuga, on vesiämblikul pikkade karvade rikas tagakeha. Laseme vesiämbliku uuesti vette, siis näeme tema tagakeha endiselt hõbedas läikivat. Olgugi et vesiämblik vees elab, ei tarvita ta hingamiseks vees lahustunud õhku, vaid käib seda veepinnalt toomas, nagu varemini tundmaõpitud ujurgi. Tal puuduvad vees hingamiselundid — lõpused. Vesiämblik hingab traheedega, mis tagakehal avanevad, nagu ristiga-ämblikulgi. Vees paistev hõbejas tagakeha ei ole muud kui paksem õhukord tagakeha karvade vahel, mis vees nagu iga teine õhumull hõbejalt läigib. Vee all viibimisel

kulub õhu-tagavara karvade ümbrusest hingamiseks peagi ja ämblik tuleb veepinnale. Siin toetub ta jalgadega veetaimele ja sirutab tagakeha välja. Nüüd tõusevad väljaulatatud tagakehal kõik karvad ja võrgutüükad püsti ning lähevad hõrevile. Nii on tagakeha pind tunduvalt suurenenud ja karvakeste vahele tungib palju õhku, mida ämblik kiirelt vee alla kadudes endaga kaasa viib. Iga vee peale kerkimise eel puhastab vesiämblik tagakeha ja kõrvaldab nii selle ümbert endise õhukorra; peale puhastamist köidab jalgade ja tagakeha ümber võrguniite, mis uuel vee peale tulekul õhu vastuvõtte pinda omalt poolt veel suurendavad.

Iseäranis huvitav on vesiämbliku pesa, elumaja ehitamise viis. Rahulises kohas kinnitab ta põhja ligidale, veetaimede lehtede külge loodseisus laekujulise tiheda võrgu. Kirjeldatud viisil toob ta korduvalt siia veepinnalt õhku ja mahutab võrklae alla. Nii koguneb loodis võrkkatuse alla kuni 1,5 sm laiune ja 2 sm kõrgune õhumull. Seesuguseid elamispunkte ehitab vesiämblik õige mitu oma ulatuserikkale võrgule. Õhu uuendamiseks katkestab vesiämblik oma elukohtades mõnes punktis võrklae. Aukude kaudu tungib endine õhk väikeste mullidena veest välja. Nüüd parandab see vee-ehitusmeister võrklae ära ja täidab selle aluse uuesti kui koti õhuga.

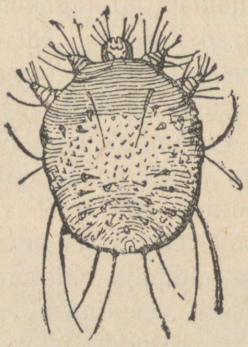


139. joon. Veelest. (Tugevasti suurendatud.)

Neis õhuga täidetud lae-alustes veedab vesiämblik suurema osa päevast. Vastu õhtut algab ta küttimist. Paljud vähemad veeloomakesed langevad temale saagiks. Ta kannab kinnipüütu oma vesikella alla ja imeb siin tühjaks.

Ka oma arvurikkad läikivad munakesed paneb vesiämblik siia võrktelki. Vastandina teistele ämblikkudele on vesiämblikkude isased ja emased pea ühesuurused ja elavad rahulikult lähestikku oma võrktelkides, kuna aga teiste ämblikkude emased isasid peale munemist püüavad ära hävitada.

Peale vesiämblikkude elavad ämblikulaadilised lestad (139. joon.) meie rohurikastes seisuvetes. Nad on väga mitmesuguse välimusega väikesed loomakesed, kellest paljud nugilistena kaladel ja teistel veeloomadel toituvad.



140. joon. Süüdiklane. (60 korda suurendatud.)

Üks liik lesti, s ü ü d i k l a n e (140. joon.), elab inimese nahas ja sünnitab laialt tuntud nahahaigust — s ü g e l i s i.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle vesiämblikku ristiga-ämblikuga! 2. Kirjelda mõnd veelesta! 3. Miks muutub loodis võrklagi vesiämbliku pesal õhu juurdetoomisel kumeraks telgiks või kotiks? 4. Katsu akvaariumis vaadelda vesiämbliku pesa ja ämblikku selle ehitusel!

Hüdrad ja meduusid.

Vaatlused. 1. Too lähemast mageda vee kogust hüdra klaasnõuga koju! Vaatle tema avaldusi päikesepaistel! Katsu uuriklaasil teda ka suurekstegeva klaasiga vaadelda! 2. Sügisel leidub mererannal ja sadamates palju väikesi meduuse. Lähenda neile käe selg! Mida tunned? 3. Too meduuse klaasnõuga kooli akvaariumi! 4. Kirjelda neid akvaariumis viibimisel!

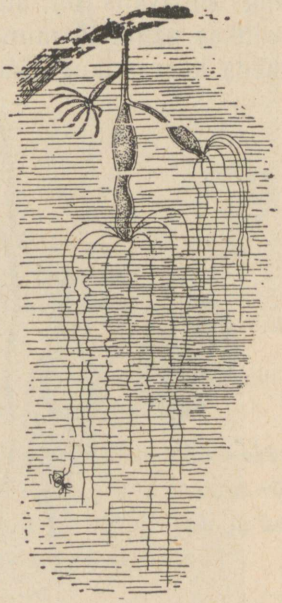
Suvel leiame tiikidest, järvedest ja veelompidest isesuguse poole tolli pikkuse pehme, limaka loomakese. Ta kinnitub oma jalakesega veealuste asjade külge ja ei liigu peaaegu kunagi ise oma esialgselt kinnituskohalt kaugemale. Rohekashall ehk pruun kehavärv teeb ta vees tähelepandamatuks. See loomake on h ü d r a (141. joon.).

Allapoole rippuva pea otsa ümber on tal kaheksa pikka torusarnast käsiharu, mis vabalt siia-sinna hõljuvad. Käsiharude alusringil on suu, mis avaneb kotisarnasesse kehaõõnde. Toit, mis siia suu kaudu juhitakse, seedib õõneseintega kokku puutudes. Seedimisest ülejäänud kõlbmatud osad lähevad keha kokkutõmbumise tagajärjel tuldud teed välja. Nii on siis kehas ainult üks avaus. Et hüdra pea-iseärasuseks on üks ainus kotisarnane kehaõõs, nimetatakse teda õ õ s l o o m a k s.

Hüdra toiduks on väikesed veeloomakesed ja taimed. Vees hõljuvad käsiharud surmavad loomakese isesuguste käeharudes

asuvate kõrverakkude varal (142. joon.) ja juhivad ta suuavausele.

On hüdral suvel rohkesti toitu, siis paljuneb ta õige kiiresti. Paljunemine sünnib siin väga iseäralikult. Emalooma külgedele ilmuvad väikesed mügarakesed — pungad; need kujunevad tütarloomakesteks, kes emahüdra sarnased, ja nöörduvad aeg-ajalt emaloomalt lahti ning algavad iseseisvat elu. Sagedasti jäävad nad ka emaloomaga ühendusse ja sünnitavad siis sellega ühise puusarnase pere, kellel ühine kehaõõs. Seesugust hüdrade peret kutsutakse ühendiks, seltsinguks ehk koloniiks. Hüdra moodi paljunemist kutsutakse pungumiseks.



141. joon. Hüdra.

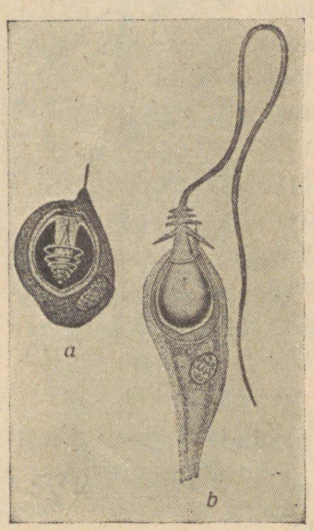
Sügisel sünnivad hüdrade keha seintes isesugused pungad, milles munad valmivad. Hüdrad hävivad sügisel külma tulekuga ise ära, munad aga elavad ületalve ja arenevad kevadel iseseisvaiks hüdradeks.

Meredes elab palju huvitavaid hüdrade sarnaseid, hüdralaadseid loomakesi, kes osalt polüüpide nime all tuttavad. Hüdralaadsete suure perena esinevad muu seas õisloomad korallpolüübid. Need sünnitavad suuri ühise kehaõõnega ühendeid. Ühendi kujundajad õisloomad sõõrutavad enda kehalə katteks ja toeks lubjarikka ümbriku. Üksteise naabruses olevate loomade lubiümbrikud ulatuvad kokku ja moodustavad pideva lubjakivi-pinna, kust õisloomade ülemine kehaots ühes käsiharudega välja küünib (143. joon.).

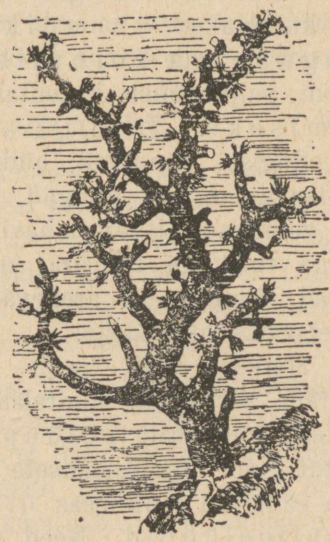
Vanade surnud õisloomade kohale tekivad uued ühendid, keda samuti lubi-ained ümbritsevad. Põlv põlve järele ühes ja samas paigas elades sünnitavad õisloomad suured korallisaared ja veealused kaljud. Õisloomad elavad harilikult soojades meredes.

Paljud hüdralaadsed ei arenda kunagi ise mune ega liigu oma paigalt ära. Nende levitamispõlvena on kas külgmise või

otsmise pungumise teel tekkinud ja nende arenemiskohast eraldunud loomad — meduusid (144. joon.). Sagedasti leiduvaks meduusiks on millimallikas. Üldises pildis tuletab ta vihmavarju või seent meelde. Tema nöördub sünnitajalt loomalt otsmise pungumise teel lahti. Keha ehitus ja käsiharud kordavad peajoontes hüdra ehitust, kuid meduus liigub ja ta käsiharud ning suuavaus on alati allapoole pöördud (145. joon.). Millimallikas paljuneb munadega, mida vette heidab. Need arenevad tiheda karvastikuga kaetud vastseiks, kes ripsmestiku liikumise



142. joon. Kaks kõrverakku. *b* — väljalastud kõrveniidiga rakk.



143. joon. Õisloomade lubisard.

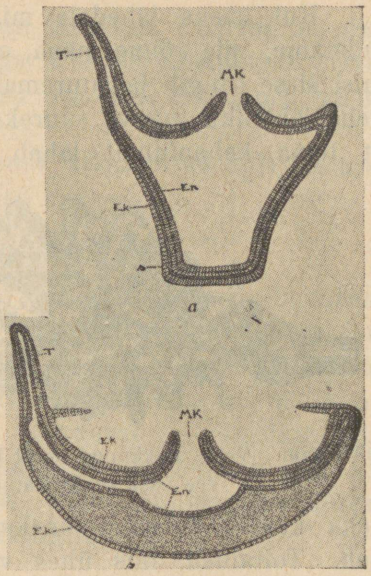
varal vabalt ümber hõljuvad. Pea muutuvad vastsed paigal istuvaiks hüdralaadseiks loomadeks, kes kevadel endalt uuesti rändavaid millimallikaid lahti lülivad. Nähtust, kus loom oma täieliku elu-ringkäigu ulatusel esineb kahel isesugusel kujul, kellel kummalgi isesugused elu- ja paljunemisvõimed, kutsutakse põlvkondade vaheldumiseks. See nähtus on omane suuremale osale hüdralaadseile mereloomadele.

Hüdrade kui ka meduuside sültjas keha püsib ainult vees saledana ja avaldab seal oma elutegevust. Nad hingavad kogu kehapinnaga. Kokkutõmbumine toimub isesuguste lihtsate lihas-algete varal. Hüdralaadsed ei saa toidu järele liikuda,

vaid lepivad sellega, mida liikuv vesi nende lähedusse toob.



144. joon. Polüüpide kolonii ja sellelt eralduvad meduusid.



145. joon. Üleval hüdra, all selilipöördunud meduus.

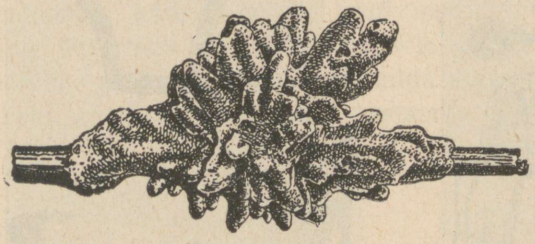
Ülesanded ja küsimused. 1. Mis tulu on loomadele kõrverakkudest? 2. Millele kinnituvad hüdrad vees? 3. Millega võib hüdrat võrrelda taimeriigis? 4. Võrdle hüdrat meduusiga! 5. Mille varal ja kuidas paljunevad ja levitavad oma sugu hüdralaadsed mereloomad?

Mageda vee ja pesukäsn.

Vaatlused. 1. Vaatle vees puupulkadel ja kividel esinevaid hallikaid limatompe! 2. Pane mõni neist ühes pulga või kiviga, millel ta asetseb, klaasnõusse ja riputa sinna veidi värvipuru! Ole hoolas iga vähematki liikumist tähele panema!

Igas järves ja ojas võib veealuste asjade küljes isesuguseid vormita limaseid tompe leida. Neis on raske looma ära tunda. Tähelepanelikul vaatlemisel on selgunud, et need tombud on õige lihtsad loomakesed, kes terve eluaja ühel ja samal paigal mööda saadavad. Neid kutsutakse *jõekäsnadeks* (146. joon.). Kuivatame seesuguse käsna ära ja hõõrume teda nüüd näppude vahel, siis tunneme näppudes kergeid pisteid. Pistjateks on väikesed lubjast nõelakesed, mis on limasele käsnakehale toeks ja ülevalhoidjaks.

Kui käsna lähedale mingisugust peent värvipulbrit vette puistame, siis võime näha, et pulber käsna kehapinnast pikkamisi sisse tungib ja suuremaist piludest välja tuleb. Kui käsna keha läbilõiku tugeva suurekstegeva klaasiga vaadata, siis näeme, et tema kehapinnalt läheb hulk väikesi torukesi keha sisse (147. joon.). Kõigis torukestes on üksikud avaramad kohad, kus hulk väikesi vibureid sissepoole hõljutamas. Viburite liikumise najal valgub vesi käsna sisse. Kõik väikesed torukesed ühinevad keha keskel ühiseks õõneks, mis omakorda keha pinnal avaneb. Toitained, mis ühes voolava veega käsna sisse juhitakse, seeditakse kehast läbikäigul ära ja kõlbmatud osad läkitatakse veega ühes välja.

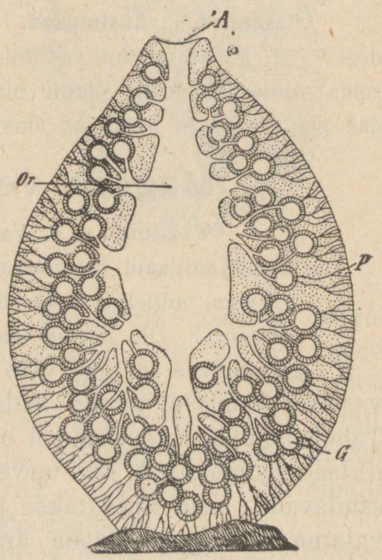


146. joon. Vette kukkunud oksal kasvav mageda vee käsn (vähendatud).

Käsnad sigivad pungumise teel ja munade kaudu. Meie tahvlipuhastamise kobe urbne vahend ei ole muud kui Vahemeres kasvava käsna sarvainest vetruv tugikere.

Kui taimi käsitelles selle peale tähelepanu juhtisime, et nad samuti liigutusi teevad kui loomadki, siis näeme praegu kirjeldatud loomades nähtust, kus loomad kogu eluaja ühel kohal paigal seisavad.

Sagedasti on hüdrad kui ka jõekäsnad rohelist värvi. Uurimisel on selgunud, et see roheline värv oleneb isesugusest huvitavast nähtusest. Nende loomade sisse on asunud väikesed vetikad elama, kes loomadelt hingamisel tekkinud süsihaput gaasi



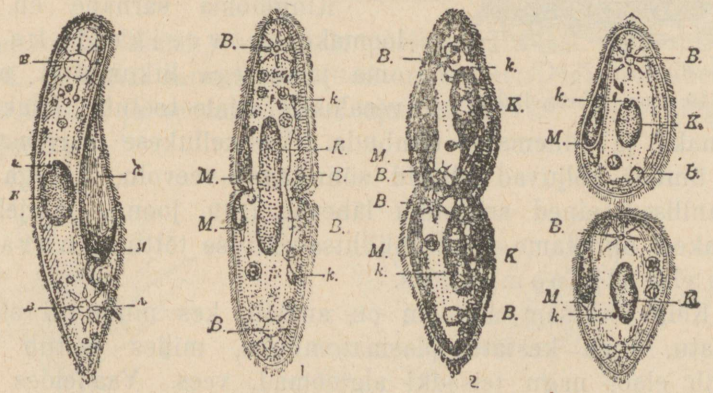
147. joon. Käsna läbilõik; näha keha torukesed ja neis viburite koopad.

saavad ja oma poolt hapnikku vastu annavad. Niisugust nähtust, kus kaks olevust teineteisega tihedas ühenduses elavad ja sellest ühiselust vastamisi kasu saavad, nimetame s ü m b i o o s i k s ehk k o o s e l u k s.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle käsna hüdrade ja meduusidega! 2. Mis tulu toovad paljud käsnad inimesele?

Kingloom ja amööb.

Senini vaadeldud loomad olid sedavõrt suured, et nende üldiste eluavaldustega tutvumiseks palja silmaga vaatlemisel ümmargust pilti võisime saada. Kui aga nende keha sisemist ehitust mikroskoobiga vaatleksime (turbasambla leht), siis näeksime, et nad kõik paljudest rakkudest koosnevad — igaüks neist on suur „rakkuderiik." Vastandiks neile on loomakesed, kes ü h e s t a i n s a s t r a k u s t ehitatud. Kõik elutalitused toimuvad selles rakus nagu suureski „rakkuderiigis."

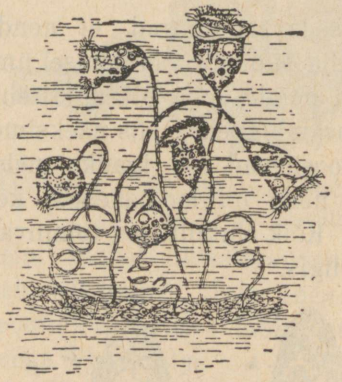


148. joon. Kingloom ja ta järkjärgulise jagunemise kujutis. *M.* — suulohk; *B.* — päralohk; *K.* — tuum (suurendatud 200 korda).

Võtame suvel mõnest loigust segast vett ja vaatame ühte tilka mikroskoobiga. Mikroskoop näitab meile veetilgas elust kihavat pilti. Seal liiguvad mitmesugused loomakesed ja taimed seisvate taimekeste vahel. Meie tähelepanu jääb peatuma ühe iseäranis virga kingakujulise loomakese peale; kuju järele kutsume teda k i n g l o o m a k s (148. joon.). Tema keha on üks ainuke rakk, mida pealt rakukest katab. Kesta sees on vedel protoplasma ehk alglima ja tihedam tuum. Keha pind on kaetud liikuvate ripsmetega ehk viburitega. Nende tegevusel liigubki

loomake kiiresti. Ühe külje peal on lohk, n. n. suu, kuhu liikuvad karvakesed vees leiduva ülipeene toidu juhivad. Kinglooma keha plasma võtab orgaanilistest ainetest kõlblikud osad toiduks ja saadab ülejäänud riismed kehast välja lohu kaudu, mis suust veidi allpool.

Kingloom paljuneb pooldudes. Alguses pooldub kinglooma tuum ja alles siis nöördub keha keskelt pooleks. Kui vesi kinglooma elukohas ära kuivab või talv tuleb, siis kattub vasttekkinud kingloom isesuguse lubikestaga, n. n. ümmiku ehk tsüstiga. Selles olekus ei avalda ta väliselt mingisuguseid elumärke. Alles siis, kui ta juhtumisi soodsaisse tingimusisse satub, lahustub ümmik ja kingloom hakkab uuesti lausa elama.



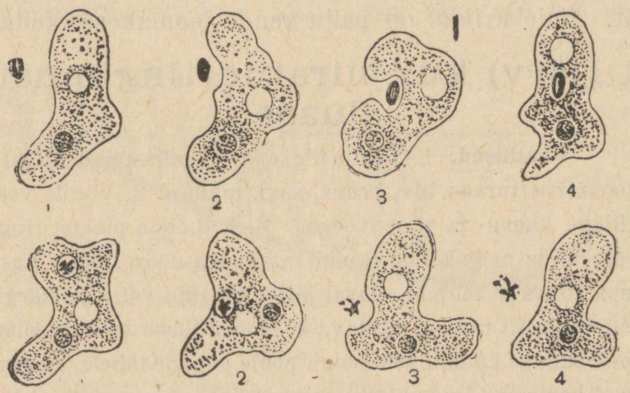
149. joon. Vesikelluke.

Kinglooma sarnane on teine loomake — vesikelluke, kes oma jalakesega liikumatult mõnele veealusele asjale toetub. Jalake võib pikemaks ja lühemaks tõmbuda. Vesikellukese karikasarnase otsa ümber hõljuvad viburid sünnitavad veevolu, millega ühes orgaanilised ained suulohku lähevad (149. joon.). Kirjeldatud loomakesi nimetame nende ülilihtsa ehituse tõttu ainurakseteks ehk algloomadeks.

Kõige lihtsam algloom on amööb, kes muud ei ole kui katmatu, ilma kestata plasmatombuke, milles peitub tuum. Amööb elab, nagu teisedki algloomad, vees. Vaadeldes võime tähele panna, kuidas ta siit ja sealt limaharusid välja ajab ja, kui midagi toidupoolist läheduses juhtub olema, siis seda nendega enda sisse ahmib. Neid harusid kutsutakse ebajalgadeks, vastandiks teiste loomade püsivatele jalgadele Neid jalgu võib ta igast keha osast välja sirutada ja nende abil toitu vastu võtta (150. joon.). Toiduriismeid võib ta samuti igast keha osast välja heita.

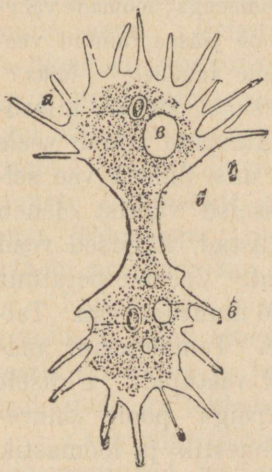
Amööbil puuduvad vähemadki elundite sugemed. Kui me amööbi keedetud vette paneme, kust õhk keetmise teel välja aetud, siis sureb ta ära; tähendab, amööb hingab ja tarvitab hingamiseks, nagu teisedki olevused, õhku. Kui vaatlemisel

ühte esemeklaasi otsa, millega vaadeldav mikroskoobi all, hakkame tugevasti soendama, siis püüab amööb liia soojuse käest

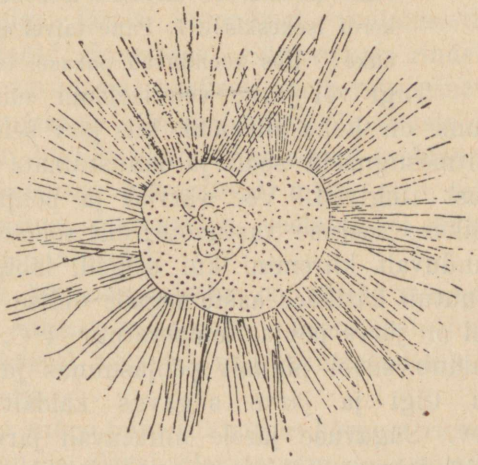


150. joon. Amööb. Pilt kujutab toidu vastuvõtmist ebajalakeste abil ja riismete väljaheitmist.

ära taganeda klaasi jahedamale poolele. Hoolsal vaatlemisel on nähtud, et temal samad elutarbed on kui teistelgi loomadel. Sigib pooldudes ja veedab halvad ajad ümmikus, nagu kingloom (151. joon.).



151. joon. Poolduv amööb.



152. joon. Kojaga algloom.

Algloomade seas on veel ühed amööbide sarnased loomad, kes viimastest selle poolest lahku lähevad, et nad asuvad lubja-

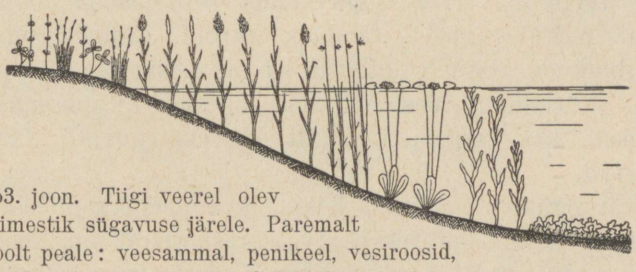
rikkais kodades, mille avaustest oma ebajalad välja sirutavad (152. joon.). Kui nad ära surevad, siis langevad lubikojad mere põhja. Aja jooksul sünnib seesugustest kodadest mere põhjas paks lubjarikas kiht. Meie kriidis on palju nende loomakeste kodasid näha.

Tiik (järv) kui piiratud tingimustega eluase.

Vaatlused. 1. Vaatle tiigi (järve) kallastel ja põhjal maapinna koosseisu (turvas, liiv, kruus, savi, muda)! 2. Võrdle vee kõvadust allika-, kaevu- ja vihmaveega! 3. Valmista plekist ring, värvi ta valgeks ja pane kolme traadi varal pika nööri otsa! Lase see mitmes kohas ja mitmel päeval järve või tiigi vette ja märgi iga kord, kui sügavalt ta veel nähtav. 4. Mõõda järve või tiigi sügavust mitmes suunas kaldalt keskpaiga poole ja pane tähele, missugused taimed kasvavad igas isesügavusega kohas, missugused loomad seal esinevad. 5. Mõõda vee temperatuuri kevadel, suvel, sügisel ja talvel mitmesugustes vee sügavuskihtides! Pane mõõtmise otstarbeks termomeeter tühja pudelisse, mis siis kinni korgi. Lase nüüd see riist vette ja tõmba soovitud sügavuses kork pealt ära; lase nüüd pudel termomeetriga mõni aeg seal seista! Tõmba pudel nööriga üles ja vaata vastavat temperatuuri! 6. Kirjelda siin kasvavate tuttavate taimede vahekordi isekeskis ja loomadega; loomade vahekordi isekeskis! 7. Pane talvel eriti tähele jäässe raiutud veeauke! Kes koonduvad pakasel talvel neile aukudele? Miks?

Tiigi või järve vee iseloom sõltub eeskätt sellest, missugune on koha aluspõhi, kus järv seisab. Aluspõhi annab veele mitmesuguseid sooli ja lahustumata segu, mis ilmselt vee selgust tingivad. Vee värvist ja põhja koosseisu värvist oleneb päikese soojuse vastuvõte: nii soenevad mustad, hägused veed tunduvalt kiiremini kui selged, läbipaistvad. Vee temperatuur muutub käsikäes aasta-aegade üldise soojuse muutumisega. Talvel on järve põhjal temperatuur 4° C. järele. Temperatuur madaldub suvel pinnalt põhjasuunas ja talvel vastupidi. Üldiselt on tiigi ja järve sügavus kaldalt keskpaiga poole suurenev. Sügavuse järele muutuvad järves taimestik ja loomastik (153. joon.). Kaldal ja tema lähedas madalas vees kasvab tihe roostik ja kõrkjastik, mille vahel mõned teised kõrged vee- ja pool-veetaimed harvalt kasvavad. Edasi lahtise vee poole, sügavamal, kasvavad valged ja kollased ujuvate lehtedega vesiroosid

ning veel kaugemais alades, osalt vee all — osalt vee peale ulatudes, penikeeled ja teised taimed. Veetaimede lehed, mis vee all kogu elu vältel, on enamail juhustel kitsasiilulisteks lõhestunud. Ka on nende värv tumedam: pruunikas, kollakas, sinakas — kahandatud valguse tõttu, mis siin vee all valitsemas.



153. joon. Tiigi veerel olev taimestik sügavuse järele. Paremalt poolt peale: veesammal, penikeel, vesiroosid, hundinuiad, tarnad, ubalehed, soo-osi.

Vees hõljuvad või ka vee peale küündivad taimede osad on alati suurte õhuruumidega. Seesugune ehitus teeb nende erikaalu vee omast kergemaks. Kergema erikaalu tõttu püsivad taimede osad ristloodis ja tõusevad ujuvate elunditena vee pinnale. Mitmed pool-veetaimedest kaotavad, sattudes maismaale kasvama, veetaime omadused: lehtede vorm ja ehitus muutub sel puhul ja taim jääb ise palju väiksemaks (suvisel põua-ajal). Vee soolade koosseis takistab ühe osa taimede arvurikast esinemist ühes või teises veekogus; nii ei kasva pilliroog kuigi silmapaistva rühmitusena järves või tiigis, mille vesi ja põhi ränimulla-vaene. Valguse hulga järele jagunevad veetaimestik ja üksikute veetaimede elundid rinnetesse. Sügavamais rindeis on rinnete elementide värv tavalisest rohelisest tunduvalt erinev. Igal sügavusel esinevate suuremate silmapaistvate rühmituste ja rinnete vahel hõljuvad mitut liiki vetikad. Aasta-ajad avaldavad rinnete kõrgusesse ja koosseisusse märgatavat mõju, eriti talv oma jääkattega. Peale kasina valguse on veetaimedel õhku vähem pruukida kui maismaa-taimedel.

Kasina õhu ja valguse ärakasutamiseks on nende taimede veealused lehed lõhestunud kitsasteks osadeks. Veetaimede juurestik on kidur ja juurte kõrval võtavad nad lahustatud mineraal-aineid ka lehtedega vastu.

Kaob tiigi taimestikust mõne taimerühmituse kõrgem rinne, siis muutuvad ka temast all ja üleval olevate rinnete taimede kui ka loomade elamiseeldused. Kõigi veetaimestiku rinnete suurejoonelist muutumist kutsub veetaseme kõrguse teisenemine esile.

Taimestiku kõrval esineb järvel eriline loomastik, kes on seotud veega kas juhuslikult, ajutiselt või päris alaliselt. Veeäärses roostikus elavad saarmad, vesirotid, pardid, pütid, vesikanad. Siis sammub kõrge karkjalaline kalakurg ja varitseb omale liikuvaid kalu. Kaugemal avaral veel hõljuvad kajakad küll õhus, küll veepinnal. Vee sügavamais rinnetes ja põhjal venivad aeglaselt mitmesugused teod ja karbid, kandes oma turjal raskeid lubjakode. Siin sõudlevad ka mitmesugused putukad (154. joon.). Kõrgemal vees hõljudes liiguvad kingloomad, väikesed vähikesed, kes sagedasti ainult suurekstegevate klaaside varal nähtavad.

Järvest püütud rääbiste kõhust leiame avamisel kalameeste arvates palju liivapuru, mis suurekstegeva klaasi varral vaatlemisel muud ei ole kui need väikesed vähikesed, keda ta veest toiduks välja kurnanud. Väikestele loomakestele on toiduks üliväikesed vetikad, kes hulgani vees elavad, bakterid ja nendest endist vähemad loomakesed. Järve tähtsamad elanikud on aga kalad, kellest rahukalad, nagu särjed, karbid, rääbised, latikad jne., toituvad veetaimedest ja väheldastest selgroota loomadest. Ka üksteise mari on nendele kaladele oluliseks toidupooliseks, mille kaudu kalad vastastiku arvulist esinemist silmapaistvalt mõjutavad. Rahukalade seas elavad röövkalad, nagu haug ja ahven, kes esimesi toiduks püüavad. Puuduvad ühes või teises tiigis röövkalad, siis kasvab rahukalade hulk sedavõrt usinasti, et peagi kõik toiduks kõlvuline on ära kasutatud; puuduliku toitumise tõttu jäävad nad väheldaseks. Lastakse sinna aga mitmed havid, siis kahaneb esimeste hulk, havid kasvavad küllaldase toiduhulga varal kiiresti ja ka ülejäänud rahukalad saavad nüüd rohkem toitu ning sirguvad suuremaks. Ka veeloomadesse mõjub valguse hulk, temperatuur, vee soolsus kas otsekohe või kaudselt taimede vahendusel. Taimed ja loomad reguleerivad vastamisi vee õhu koosseisu. Loomad saadavad hingates hulga süsihaput gaasi vette, mida taimed päikesevalguse ja leherohelise varal lahustavad ja hapniku vette tagasi saadavad. See hapniku ringkäik seob veeloomi eriti taimestikuga ja teataval määral taimi loomadega.

Veeloomade erikaal võrdub pea täielikult vee erikaaluga. See asjaolu kergendab nende liikumist. Veekogu taimed ei lepi ainult sellega, et nad siin elavad, vaid ka kahandavad olevat



154. joon. Elu ühes tiiginurgas. 1, 2 — ujur ja vastne; 4 — roomardikad; 7 ja 8 — vesikoi; 10 — ogakärbes; 12 — sääriksääsed: 13 — nõelhark; 14 — selgujur; 15 — ujurlutikas; 16 — vesihark; 17 — vesivaksajad; 19 — puruvana; 20 — tema vastne; 21 — loidtiiblane; 22 — kiil; 23 — kiili vastne; 24 — ühepäevik; 25 — ühepäeviku vastne.

vee pindala, kõrgendades oma kõdunevate ja süsinevate osadega põhja ja kallast tiigil ning järvel. Vähemal määral teevad seda ka loomade riismed.

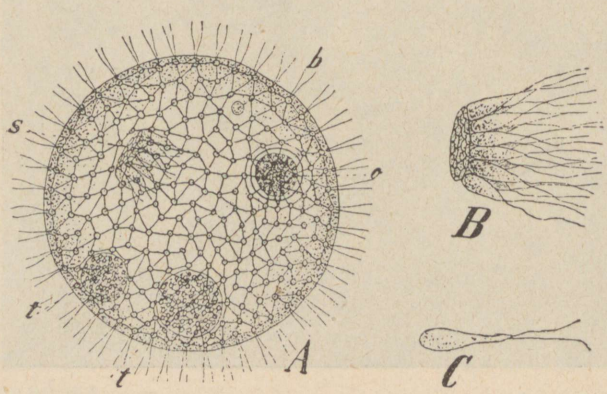
Sellekujuline veekogu kahandamine mõjub pikema aja vältel siin taimestiku ja loomastiku enese eluvõimalustesse ja koosseisusesse tunduvalt. Nii on siis tiik ja järv piiratud võimalustega elu ala. Eluvõimaluste tingijaks peale väliste mõjude on esimeses järjekorras vastamisi siinsed elanikud taim- ja loomkonnast. Tiik ja järv on seotud ühiseluline rühmitus.

Ülesanded ja küsimused. 1. Katsu leida veest pilliroo kõrval taimi, mis suurel määral ränimulda sisaldavad (on kaledad). 2. Otsi veest taimi, millel suured õhurennid vartes ja lehtedes. Millega tõendada, et nende erikaal on kergem kui veel? 3. Missugune on kalade erikaal vee omaga võrreldes? 4. Missuguste kaladest toituvate loomadega oleme tutvunud varemini? 5. Jaga tiigi ja järve kalad rahu- ja röövkaladeks! 6. Kirjelda mõne soojärve soostumist! 7. Mis on soolaugas varemini olnud?

Taimede ja loomade sisemine ehitus ja elutegevus.

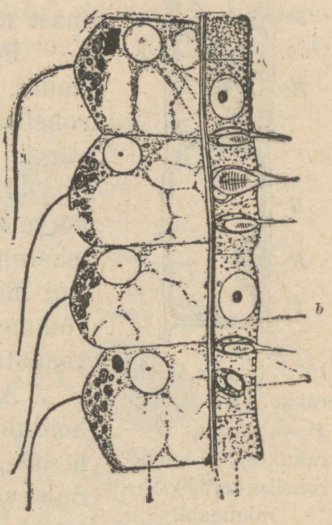
Rakk, koed ja elundid.

Soosambla lehti ja vetikaid suurekstegeva klaasi varal vaadeldes nägime neid koostuvat üksikuist kastikestest — rakkudest. Jätkates mikroskoobiga paljude teiste taimede ja ka loomade kehaosade vaatlemist, näeme, et kõigi kehad langevad samuti enam või vähem märgatavate piiridega topsikesteks, torukesteks ja muukujulisteks algosadeks. Rakkude kuju on väga mitmesugune. Nii taimede kui loomade seas leiame niisuguseid,



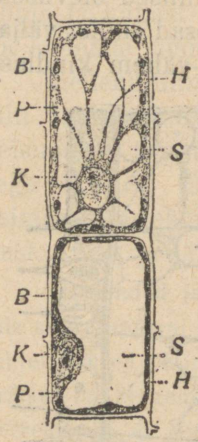
155. joon. Kerasviburlane. *C* — üksik viburlane.

kes koostuvad ainult ühest rakust. Need üherakulised olevused võtavad toitu, liiguvad ja heidavad toidu jäänusosad endist välja, kas juhuslikust keha punktist (amööb) või enam-vähem kindlast lohust (kingloom). Nad reageerivad välistele muutustele ja taanduvad sealt, kus tingimused kuidagi nende elu ähvardavad. Iseseisvalt elavate üherakuliste loomade ja taimede kõrval leiame niisuguseid vorme, kes ühise elutegevuse otstarbel on koondunud ühendiks — koloniiks (kerasviburlane — *volvox*) (155. joon.). Mõnedes üherakuliste koloniides ei ole kõik rakud enam samasugused; nad kohastuvad siin oma seisukohale ja ülesandele, mis tingib ühine elutegevus. Lõpuks muutuvad nad siin erinevas tegevuses sedavõrt tunduvalt, et kujunevad kolonii või terviku elunditeks. Mõnd koloniid, kelle üksikolevused — rakud oma ühtluse ilmselt on kaotanud, võime pidada hulgarakuliseks loomaks või taimeks, selle järele, kumma eluavaldused ülekaalus. Hüdral näeme, et tema torujas keha koostub sisemisest ja välimisest rakkudelehest, kus kummaski rakud isesuguse vormiga (156. joon.). Ta on lihtsa ehitusega hulgarakuline loom.



156. joon. Lõik hüdra keha torujast seinast. *a* — siseseina, *b* — välisseina rakk.

Üksikult elutsejad kui ka hulgarakulistes olevustes esinevad rakud on üldjoontes samasuguse sisemise ehitusega kui nägime amööbi ja kinglooma kirjeldamisel. Raku olulisteks osisteks on tuum, plasma, rakumahl ja kest. Mõnedel rakkudel puudub kest (amööb) ehk see on jälle väga õhuke. Eriti tugev on kest taimede rakkudel. Noorte taimede rakukest on õrn ja õhuke, vanadel aga puitub, iseäranis puutüvedes, -koores ja pähklikoores. Rakukesta ollust nimetatakse kiudolluseks ehk tselluloosiks ja teda tarvitatakse mitmesugusteks tehnilisteks otstarveteks (puupapi-, paberi- ja linatööstus). Vanades rakkudes võtab kestollus ülekaalu ja täidab sagedasti kogu raku, mis siis ära sureb. Surnud rakkudes puudub alglima. Seesugustest surnud rakkudest on ehitatud puude tüved, puude „südamed“, linakiud jne.



157. joon. Kaks rakku. *K* — tuum; *P* — plasma; *H* — rakukest; *B* — leherohelise-terad; *S* — rakumahl.

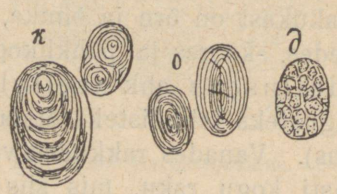
Kõige tähtsam raku osa on alglima. See koosneb valkainetest, samadest ainetest kui linnumuna valgegi. Tihedamat osa raku plasmast nimetamegi tuumaks (157. joon.).

Peale tuuma ja alglima leidub taime rakkudes, iseäranis lehtede omades, veel väikesi rohelisi terakesi, mis annavad lehtedele rohelise värvi. Need on leherohelise- ehk klorofülliterad. Leherohelise võime taimest kõrvaldada, kui taime piiritusse paneme, kus leheroheline lahustub ja taimest välja tungib. Kui me lehe mõne aja pärast piiritusest välja võtame, siis on ta kahkjashall ja mikroskoobiga vaadatas ei leia me lehest enam leherohelise-teri.

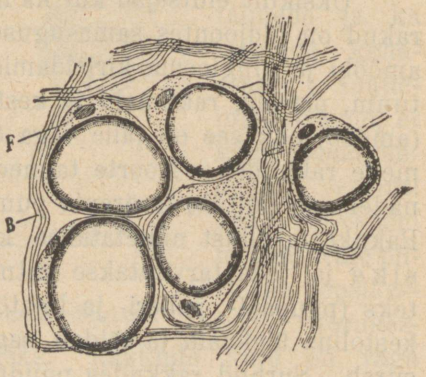
Alglima täidab tervelt noore taime rakke, hoidub vanemais rakkudes aga rakuseinte lähedale. Nende vanade rakkude keskpaika koondub veerikas rakumahl, milles leidub lahustatud olekus suhkrut, mitmesuguseid happeid, soolasid jne. Rakumahl on kõigile tuntud vedelik, mida sisaldavad valminud kirsid ja muud küpsed marjad.

Peale kirjeldatud osade leiame taimede rakkudest tärklist, iseäranis seemnerakkudest, mugulaist ja mujalt, kuhu ained tagavaradena kogutud. Tärklisterad on igas taimes isesugused, ja jahuvõltsimist tehakse kindlaks just tärklisterade järele (158. joon.). Tärklist võib kergesti ära tunda mikroskoobi all, kui vaadeldavale segule natuke joodi peale tilgutada, mis tärklise siniseks värvib.

Loomarakkudes on taga-



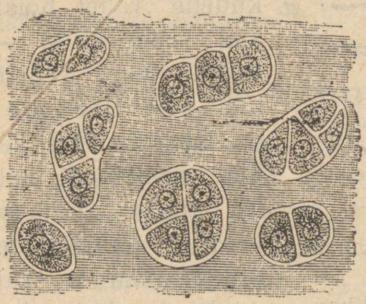
158. joon. Tärklisterad; *k* — kartulist, *o* — oast, *d* — kaerast. Umbes 250 korda suurendatud.



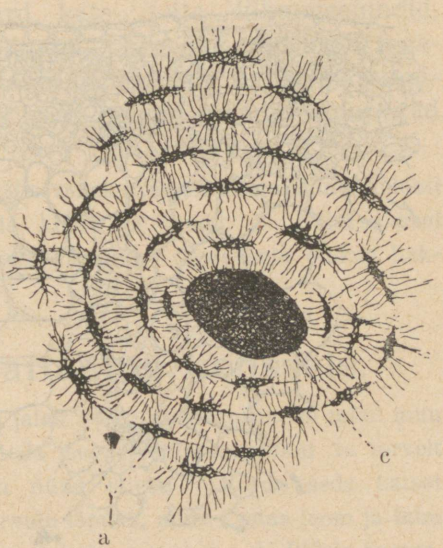
159. joon. Rasvakude. *F* — rasvarakk; *B* — sidekoe kimbud.

vara-olluseks rasv, mis sagedasti terveid rakke täidab ja neile omapärase ilme annab (159. joon.).

Rakud paljunevad pooldudes; seejuures pooldub tuum esimesena ja osa tuuma siirdub ka kumbagi rakupoolde. Tuuma hävimine viib raku enamail juhuseil surmale. Rakud on üliväikesed, ainult erandina suured (rakud apelsini sisus, kanamuna). Hulgarakuliste loomade ja taimede kehas ülesannete kohaselt rühmitunud rakud sünnitavad tihedad ühendid — k o e d. Igas koes on isekujulised

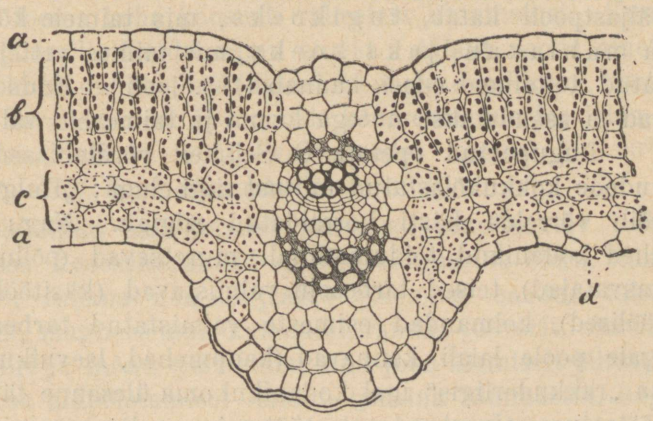


160. joon. Kõhrkude.



161. joon. Luu lõik mikros koobi all. a — haralised luurakud, c — veresoon.

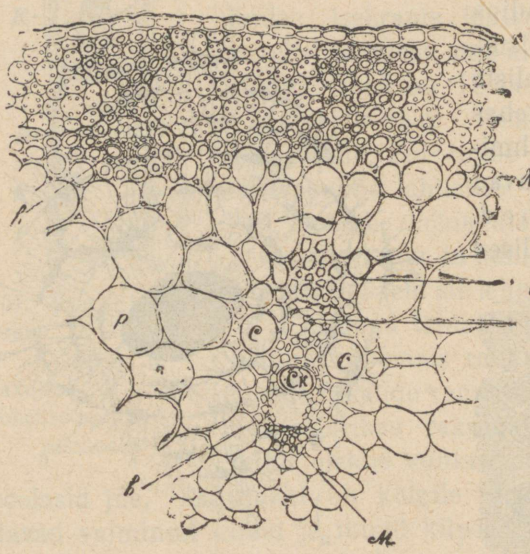
rakud. Loomakeha kudedest nimetaksime esimesena k õ h r k u d e (160. joon.), mis muundub sagedasti l u u k o e k s. Luukoe rakud eritavad rakkudevahelisse ruumi lupja, mis annab tavalise kõvaduse luudele (161. joon.).



162. joon. Lehe lõik. *a* = marrasknahk; *c* ja *b* — lehe põhikude; *d* — õhupilu.

Lihaskoes

on pikad siledad või vöödilised rakud. Siledad rakud on lihastes, mis looma tahtejõule allumatult tegevad. Vöödilised rakenduvad tegevusse looma tahtel. Lihased köituvad luudele sidekoeliste kõõluste ja köitmete varal. Sidekude asendab sagedasti palju teisi rikutud kudesid. Keha tegevust korraldab ergukude, mille rakud haralise ehitusega. Keha katab katekude, milles sagedasti suured muutuva kujuga värvirakud, mis nahavärvi tingivad. Ühendust kõigi kudede vahel hoiab alal vedel kude — veri. Vere vedelikus — vereleemes on üherakulised kehad, verelibled, millel tuum (inimese vere punalibledel puudub tuum). Taimede koed jagunevad katekoeks (162. joon.), mis taime väljastpoolt katab, tugikoeks, mis taimele kõvaduse annab, ja mahlakandjaks koeks, mis taimes vett ja selles lahustatud toitaineid edasi kannab (163. joon.). Kudede rakud surevad ja asendatakse uutega looma ja taime elu vältel.



163. joon. Tükike rukkikõrt põiklõikes. Peal ühekihiline marrasknahk; *M* — tugikude; *C* ja *Ck* — mahlakandja kude.

Lugupeetud õpetaja O. Schmeil võrdleb seda rakkude ja kudede kokkukõlastatud talitust riigi eluga: „Hulgarakulist taime võib võrrelda hästi korraldatud riigiga. Nagu inimesteriigis ühed kodanikud toidumaterjali muretsevad (põllumehed, karjakasvatajad), teised tarbeasju valmistavad (käsitöölised, vabrikutöölised), kolmandad esimeste valmistatud tarbeasju ja aineid igale poole laiali kannavad (kaupmehed, laevnikud jne.), nii on ka „rakkuderiigis“ igal kodanikul oma ülesanne täita. Niisuguse tööjaotuse alusel edeneb töötamine palju paremini ja rutemini kui vastasel korral, kus üksik kodanik kõiki ülesandeid korraga

peaks täitma (metsinimene). Riik on ainult siis eluvõimeline, kui üksikud alamad üldiste seaduste alla heites käsikäes töötavad. Nii töötab ka iga „rakkuderiigi“ alam üldise käekäigu kasuks, terve taime tuluks.“

Kudede mitmekesistest rühmadest on koostunud loomade ja taimede elundid, nagu tugisard, kate-, toite-, liikumiselundid, ergukava, meeleriistad ja suguelundid. Elundid muutuvad tegevuses, omandades seejuures otstarbekohasema kuju (maratonijooksja jalgade lihastik). Tegevuseta jäänud elundid kidunevad (pilliroo vee alla jäänud lehed).

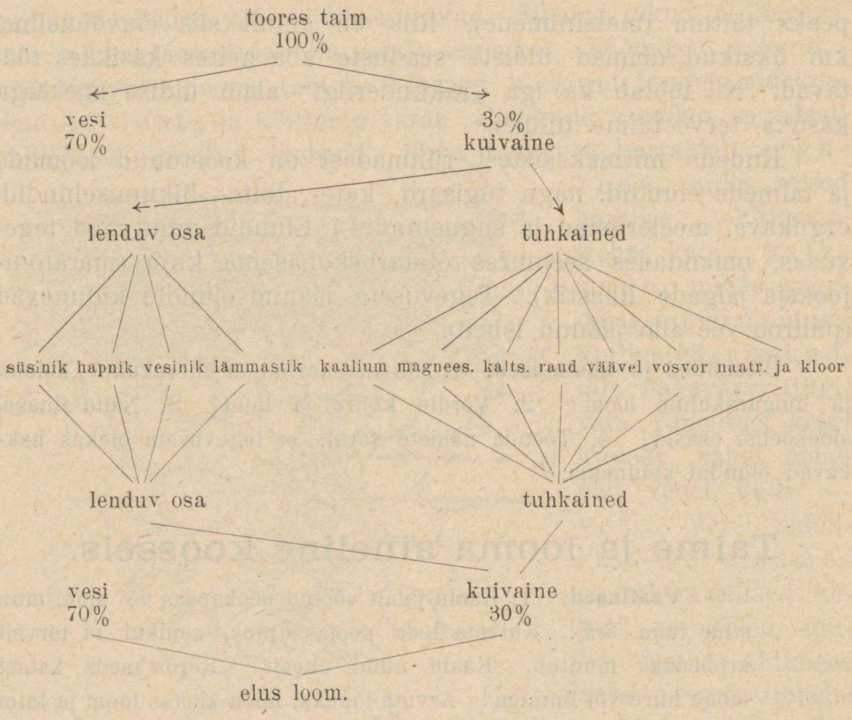
Ülesanded ja küsimused. 1. Mis vahekorras on üherakuline, kolonii ja hulgarakuline loom? 2. Võrdle kõhre ja luud! 3. Näita lihasel sidekoelisi osasid! 4. Tõenda näidete varal, et tegevuseta olekus hakkavad elundid kidunema.

Taime ja looma aineline koosseis.

Vaatlused. 1. Kaalu jalalt võetud peakapsas või mõni muu suur taim ära! Kuivata teda soojas ahjus, senikui ta tervelt krõbedaks muutub. Kaalu nüüd uuesti! Korda seda katset mõne hiire või linnuga! Arvuta lõpuks, mida kaotas loom ja taim kuivamisel ja mitu % endisest keharaskusest. 2. Põleta kastrulis või pannil katsele (1. katse) võetud esemed täiesti tuhale! Kui palju on neis tuhkaineid, kui palju põlemisel äralenduvaid? Kanna vahekord endise kehakaalu protsentidesse!

Taime ja looma keha koosneb vähestest lihtainetest. Kummagi kehas leiame ligikaudu samu aineid. Ainult nende ainete hulgaline vahekord on üksikuil liikidel isesugune (pilliroog, peet). Kuumutamise varal taimede ja loomade koosseisu uurides leiame, et esimestes sisaldub 50—70%, veetaimedes koguni üle 90% vett, teistes 65—70% ja meduusides isegi 98%.

Peale põhjalikku kuivatamist saadavad ärapõletatav loom ja taim ühe osa koosseisu-aineid põlemisel gaasina õhku, kuna teine osa neist tuhana nõusse jääb. Põlemisel saadud tuhas leidub kaaliumi, magneesiumi, kaltsiumi, rauda, vosvorit, väävlit, naatriumi, kloori ja mõnd teist ainet, kuid juba äärmiselt piiratud hulgal. Kuivosa ärapõletamisel lendub gaasina lämmastik, hapnik ja vesinik — veena ning süsinik, mis ühineb õhu hapnikuga, süsihapu gaasina.



Taimede suhtes on isesuguste lahuste — vesikultuuride varal proovitud, kas on kõik taimes leitud tuhkained tema normaalseks kasvamiseks ilmtingimata tarvilikud. Ja tõesti, kui mõni neist aineist vesikultuurist välja jätta, siis hukkub pea erandita taim. On aga katsel vesikultuuris kõik tuhas leiduvad ained õigeis vahekordades, siis kasvab katsetaim lopsakalt, nagu kõige paremas mullas.

Ka loomadega katseid tehes on näidatud, et need koosseisu-ained on loomade elutegevuses kõik tarvilikud, igaüks isemääral. Taim võtab need ained endasse juurte ja lehtede varal mitmesuguste soolade ja teiste keemiliste ühendite näol. Loomad ammutavad neid jälle taimedest (vaata tabel üleval).

Need lihtained rühmituvad elusate olevuste kehas peaasjalikult veeks, valkudeks, rasvaks, tärkliseks ja suhkruks.

Ülesanded ja küsimused. Katsu mitut liiki taimedel ja loomadel koosseisu-osad kaaluliselt ära määrata; võrdle nende vahekordi!

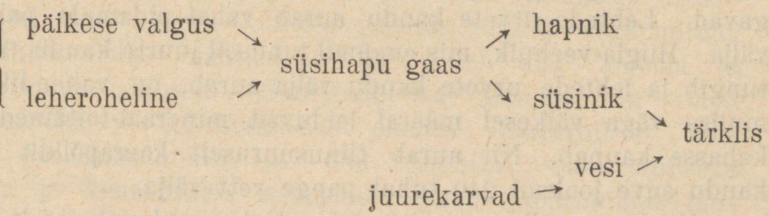
Ainete vahetus — elutegevuse keskpunkt.

Vaatlused. 1. Tuleta meelde, kuidas võtavad varemini tundmaõpitud taimed mullast ja õhust toitu. 2. Kirjelda loomade toitu ja selle kogumist ning ümbertöötamist!

Taim saab ühe osa vahetusaineid juurte varal mullast, teise — lehtede kaudu õhust. Juurekarvad, mis on marrasknaha ülipikaks veninud rakud, tungivad kõige peenemate mullaterade vahele. Osa vees lahustunud aineid imbub ühes veega rakukestast läbi juurekarvadesse, kust need ained siis juurde edasi nihkuvad ja siit vartpidi kuni lehtedeni tõusevad. Teine osa mineraalaineid lahustub juurekarvust eritatud hapete kaasmõjul ja muutub niisuguseks, et juurekarvad neid võivad vastu võtta („Looduseõpetus“ IV, lk. 118). Nii saavad taimed mullast tuhkaineid ja lämmastikku mitmesuguste soolade näol. Teiselt poolt ammutavad rohelised taimed lehtede rakkudesse koondatud leherohelise varal päikesevalguse kaastegevusel süsinikku, mida nad süsihapust gaasist lõhustavad.

Nagu varemini nägime, tungib süsihapu gaas lehtedesse urvete kaudu. Lehe sisemistes rakkudes lahutatakse süsinik leherohelise varal hapnikust. Hapnik läheb urvete kaudu tagasi õhku, kuna süsinik hapnikust vabanedes veega ühineb ja tärklist tekitab. Mikroskoobiga lähemalt vaadeldes leiame, et tärklis sünnib väikeste kübemetena otsekohe leherohelise-terakestes (164. joon.).

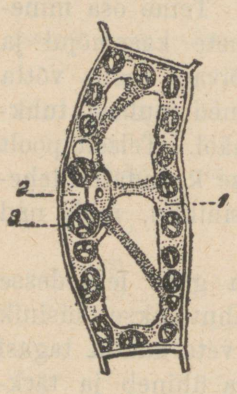
Nii siis on leherohelise-terake vabrik, kus lõhustatakse süsihapu gaas ja luuakse tärklis — orgaaniline aine. See väike leherohelise-terake on siis kogu maakeral kõige tähtsam tehas, kus valmistatakse kõigele elusale loodusele tarvisminevaid toiduaineid.



Lehtedest levib tärklis toiduna üle terve taimekeha. Muist tärklisaineid, mis igapäevasest toitmise tarvidusest üle jäävad, koondub mugulaisse, seemneisse ja mõnda muusse taime osasse

tagavaradeks. Tärklis ise aga ei lahustu vees ja ei saa lehtedest liikuda tarvituskohtadesse. Seepärast muutub tärklis enne edasiliikumist suhkruks, mis vees lahustub. Liikumisel koondub ta kõige pealt lehesoontesse ja valgub nende kaudu kui torusid mööda tarvituskohtadesse edasi.

Süsihapu gaasi lahutamiseks on tingimata vajalik soojus, mida taim leherohelise varal päikeselt suurel määral saab. Süsiniku sidumine tärkliseks, nõndanimetatud sarnastamine, toimub nii siis ainult päikesevalguse käes, jääb aga pimedas alati seisma. Pimedasse pandud roheline taim hävib peagi. Kauge päikese energiat kasutavad rohelised taimed soojuse- ja jõuallikuna lõhustamisel ja koondavad endasse nii seda energiat. See jõud vabaneb taimedest põlemisel meie ahjudes ja loomade kehas toidu seedimisel. Rohelised taimed on päikese-energia transformeerijad ehk muundajad kogu maapealseile elusaile olevustele.



164. joon. Tärklise tekkimine leherohelise-terades.

Ka leheroheline ise võib ainult päikesevalguse käes areneda ja kasvada. Pimedas keldris on kartuli kasvud (itted) kahvatuvalged, kuna nad valguse käes algusest peale kohe on rohelised, tugevamad, elujõulisemad. Leheroheliseta taimes ei toimu kunagi süsihapu gaasi lõhustumine, sarnastamine.

Pealiskaudsel vaatlemisel näib, et taim ei võta endasse hapnikku gaasi kujul. Idanevaid seemneid, leheroheliseta taimi ja rohelisi taimi (pimedas) vaadeldes näeme, et nad saadavad endist süsihaput gaasi välja ja tarvitavad hapnikku — nad hingavad. Lehtede urvete kaudu aurab vahet pidamata palju vett välja. Hiigla-veehulk, mis enamail juhuseil juurte kaudu taimesse tungib ja lehtede urvete kaudu välja aurab, on vahendiks, mis mullas väga väikesel määral leiduvad mineraal-toitained taime kehasse kannab. Nii aurab tiinusuuruselt kaerapõllult lehtede kaudu suve jooksul 240 tuhat pange vett välja.

Niiskuse välja-auramist taimedest reguleerib osalt urvete asetus: veetaimedel on nad sagedasti lehtede pealispinnal, maismaa omadel nende aluspinnal.

On niiskust vähe, siis aurab teda rohkem ära kui juurde

tuleb, ja taim närtsib. Suureneb vee juurdetulev hulk, siis omandab närtsinud taim endise karguse.

Taimede liigutused toidu vastuvõtmisel ja muretsemisel on piiratud. Neile ei olegi oluline liikuda toidu järele, sest hiiglasuur lehtede ja karvjuurte pind on küllaldaseks kindlustuseks nälgajäämise võimaluse vastu. Vastuvõetud vahetusained liiguvad taimes vartpidi üles või alla, vastavaisse sidepunktidesse (lehed) ehk panipaikadesse (mugulad jne.).

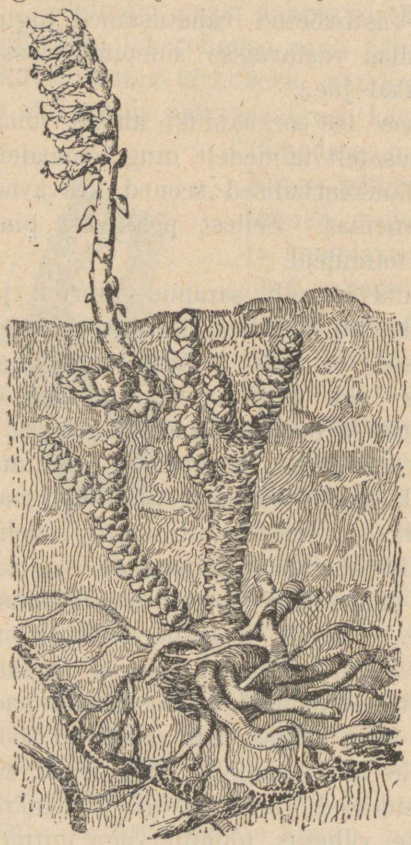
Leheroheliseta taimed ei saa ise orgaanilisi aineid luua, vaid ammutavad neid teistelt elusatelt taimedelt ning loomadelt või mõlemate surnud riismeilt. Rohkearvulised seened kasvavad ikka seal, kus on midagi mädanemas. Sellest pehkivast pinnast imevad nad ritsoidide varal toitaineid.

Käopäkk (165. joon.), mis kasvab sarapuu juurtel, ja punaheina-võrm (vaata ristikhein) tungivad isesuguste imemisnäsadega nimetatud taimedesse, et neist valmis orgaanilisi toitaineid imeda. Nad on söödik- ehk nugitaimed. Putukasööjad taimed, võipätakas (166. joon.) ja poolnugilised, nagu sookuuskjalg ja härghein, pruugivad orgaanilise toiduna teistelt rohelistelt taimedelt ja koguni loomadest saadud orgaanilist toitu, kuid võivad seejuures ka iseseisvalt, nagu rohelisedki taimed, kujundada orgaanilisi ühendeid, sarnastada.

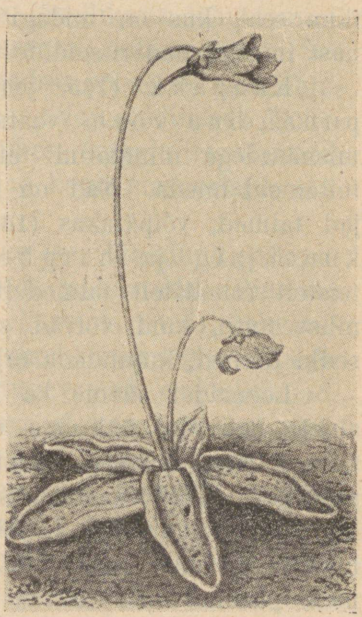
Loomadel näeme ka kogu eluavaldusi koonduvat toitumisainete vahetuse nähtuste ümber. Ühtede loomade toiduks on taimed (taimtoitlased), teistele vähemad loomad (kiskjad ja raipesööjad). Toidu saamiseks vahetavad loomad oma asukohta, nad liiguvad toidu järele. Lõpeb toit ühes paigas, siis rändavad loomad õige suure maa taha, uutele toidumaadele, näit. lendavad meie putukasööjad linnud (pääsukesed) oma tavaliselt asukohalt sügisel lõuna poole. Ainete vahetus toimub väga mitmel viisil. Lihtsamaiks nähtusteks on sellel alal amööbi ja hüdra toitumisavaldused. Suuremal osal juhustel on toidu peenendamiseks ja lahustamiseks olemas ülikeeruliselt korraldatud seedimiselundid ja õhu hapniku vastuvõtmiseks keskkonna ja kehaehituse iseärasuste järele kohastunud hingamisorganid (limanahk, lõpused, kopsud ja traheed). Toidu peenendamiseks on suus hambad, mis taimtoidu pruukijail lamedate jahvatavate pindadega, lihasööjail teravad ja lõikavate pindadega. Toidu lahustamist toetavad seedimiselunditesse ra-

kendatud mitmesugused näärmed oma ülikeeruliselt korraldatud seedimissekreetidega ehk nõredega (limanäärmed, maonäärmed, maks jne.). Vahetusained hajutab verekava üle terve loomakeha laiali ja annab neid kehaosadele edasi, võttes vastu tarvitatud ja tegevuses kujunenud kahjulikke aineid. Viimased nõristatakse kehast neerude, naha ja muude eritusorganite kaudu välja. Kogu seda ainete vahetust kehas ja nende saamist koordineerivad ergukava ja meeleriistad.

Kokku võttes iga üksiku



165. joon. Käopäkk sarapuu juurtel.



166. joon. Võipätakas.

taime ja looma isiklikke eluavaldusi näeme, et nad koonduvad vahetusainete saamisele ja ümbertöötamisele. Puuduliku ainevahetuse tagajärjel kõhetub nii taim kui loom ja lõpuks, kui kehas olevate ainete ümberpaigutamine ei suuda kõige hädalisemaid tegevate elundite tarbeid rahuldada, sureb — lõpeb isiklik elu. Ainete ümberpaigutamisel kasutavad looma kehad kõige pealt rasvatagavarad. Viimastena kõhetuvad selgroolistel loomadel südame lihased, mis ainevahetuses ainete hajutamise ülesandel töötavad.

Ülesanded ja küsimused. 1. Näita noolte varal ainete ringimist elusa looduse ja mullapinna vahel (taimed, loomad, maapind ühes veega)! 2. Tee kaalumise varal kindlaks, kui palju vett aurab mõni laialeheline toataim öö-päeva jooksul ära. 3. Mis määral vastab veetaimede urvete asetus lehe pealispinnale veetaimede omapärastele kasvutingimustele? 4. Kirjelda nähtusi, mis näitavad nälgimise mõju organismisse ja eriti ainevahetusse.

Inimese kehaehitus ja tervishoid.

Luukere ehitus.

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

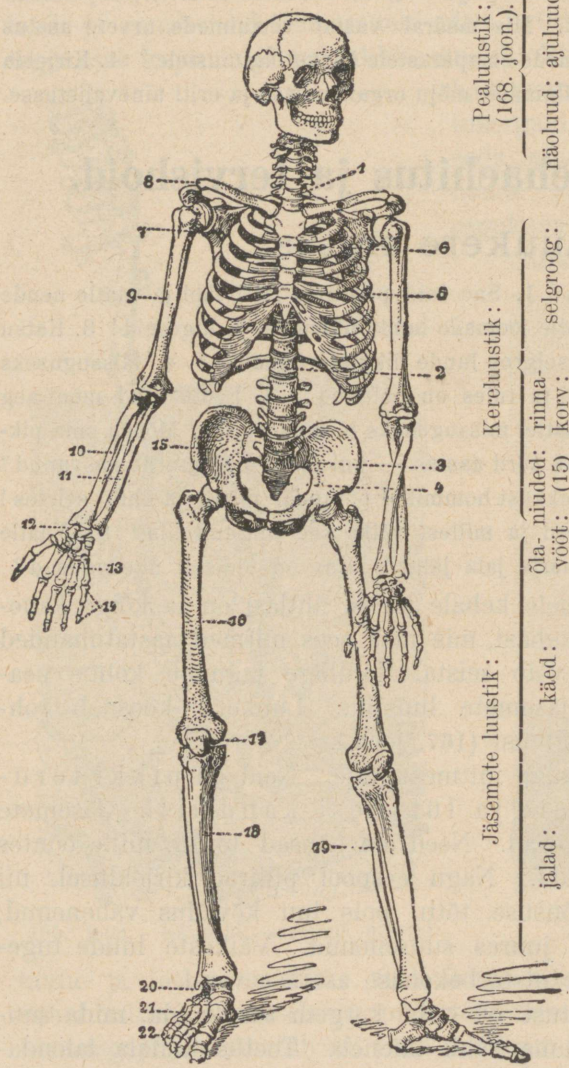
Luukere on meie kehale toeks, ühtlasi on ta kõige kauemini püsiv osa meie kehast, mis maa sees mitmed aastatuhanded pea muutumata alal võib seista. Luukere jaguneb kolme peaossa: pea, kere ja jäsemete luustik. Luukere koosneb rohkem kui 200 üksikust luust (167. joon.).

Luude kuju on väga mitmesugune. Neid on pikki torusarnaseid, lapikuid ja lühikesi kandilisi. Jäsemete luud on pikad ja tugevad. Need on õõnsad torud, mille õõntes asub kollane luu-üdi. Nagu eespool pilliroo kirjeldusel, nii näeme ka siin, et õõnsuse tõttu pole luu kõvadus vähenenud, vaid sama ainehulga juures suurenenud. Väikeste luude tugevus tõuseb veel nende otstarbekohase asetuse varal.

Raskust ja põrutust on seda kergem ära kanda, mida suurema pindala peale tema rõhk laieneb. Toetus-pindala laiendajaks on võlvehitus. Nii rõhub sildade kaarestikul ja võlvitud keldritel terve ehituse raskus. Samuti lasub ka inimese kogu keha raskus jala võlvil (vaata luukere).

Ka pealuu on võlvjas, munakujuline. Sellel põhjeneb tema eriline vastupanu löökidele ja kukkumispõrutustele. Samuti

omab rinnakorv keraja ehituse tõttu suurt kõvadust surumis- ja kukkumisvigastuste vastu.



Pealuustik (168. joon.):
- ajuluud: otsaluu (1), kiiruluud (2), oimuluud (5), kuklaluu (7), sõelluud (8), põhiluud (4),
- näoluud: ülemised (10) ja alumine lõualuu (11), ninaluu (6), põseluu ehk sarnad (9), suulae-luud.

Kereluustik:
- selgroog: 7 kaelalüli (1), 12 rinnalüli (2), 5 nimeslüli (3), ristluu (4), sabalülid;
- rinnakorv: 7 päris küljeluud ehk roiet (5), 5 eba-küljeluud ehk ebaroiet, rinnaluu (6);
- niuded: (15) puusa-, istme- ja süleluud.

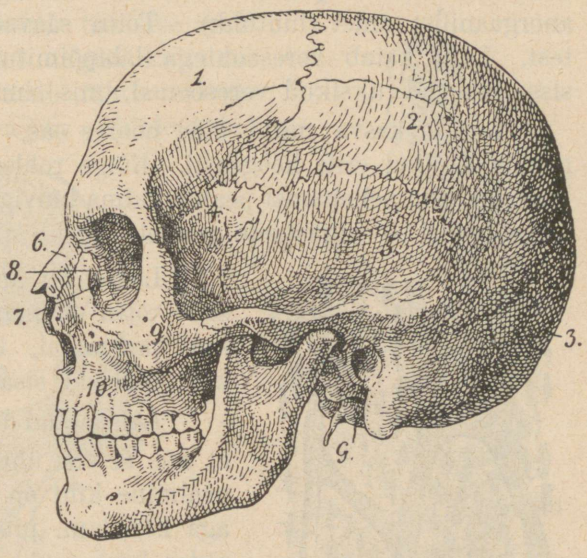
Jäsemete luustik:
- õlavöödid: abaluu (7), rangluu (8),
- käed: õlavarre-luu (9), tiirluu (10), küünarluu (11), randmeluud (12), kämblaluud (13), sõrmeluud (14);
- jalad: reieluu (16), põlvekeder (17), sääreluu (18), pindluu (19), põialuud (20), labajala-luud (21), varbaluud (22).

167. joon. Luukere.

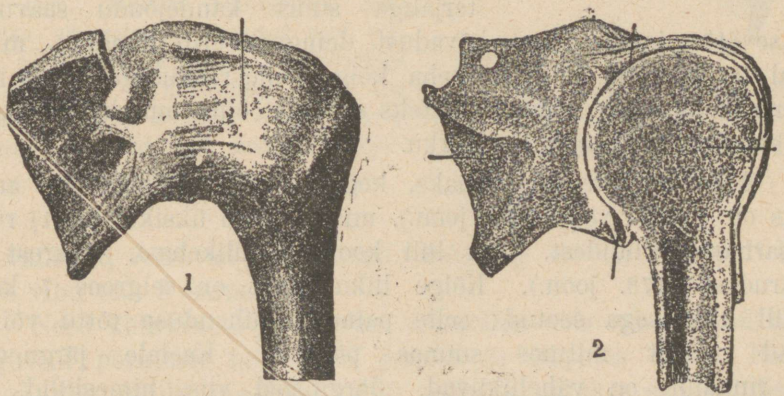
Üksikuist luudest koosneval kondikaval on luude ühendid väga mitmesugused. Pealuud on üksteisega ühendatud õmbluste varal (168. joon.). Õmbluses läheb ühe luu hambuline

äär teise luu sisse. Vahel liituvad luud kõhre kaudu, nagu küljeluud rinnaluuga.

Kolmas ühendusviis on liiges (169. joon.). Liiges on kõige liikuvam luude ühend. Ta koosneb kahest liikuvast luust, mille kokkupuutuvaid otsi ümbritseb sidekoest liigesekott. Peale liigesekoti ühendavad selles ühendis olevaid luid veel lisandsidemed. Liigesena seotud luude otsad on kaetud kõhrekorraga, mis omalt poolt soodustab vaba liikumist liigeses. Hõõrumise ärahoidmiseks valmistab liigesekoti limanahk isesugust liigesevõiet, mis luude otsad libedaks teeb.



168. joon. Pealuu.

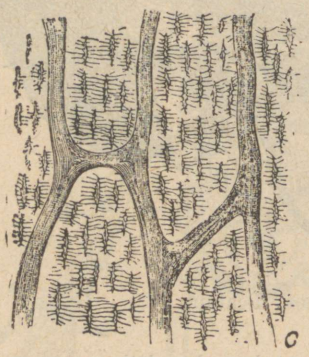


169. joon. Õlaliiges. 1 — liiges ümbrikus, 2 — läbilõikes.

Luud on ehitatud rakukoest. Luu õhukest lõiku mikroskoobi all vaadeldes näeme, et ta koosneb üksikuist rakkudest, mis

üksteisest kaugel asuvad, kuid on väikeste harukestega isekeskis ühenduses (170. joon.). Luudes on orgaanilist (liimaine) ja anorgaanilist ainet (luutuhk). Toitu saavad luurakud veresoontest. Luid katab veresoontega läbipõimitud luukest. Ka luude sisse lähevad üksikud veresooned, mis sinna verest toitu viivad.

Luu ei kasva mitte üksi noores eas, vaid ka hiljemini, vigastuste puhul eriti hoogsasti. Kõige rohkem luurakke asub otse luukesta all; sellepärast peab püüdma luuvigastuste puhul luukesta terve hoida, — vigastuste asemele võrsub siis kiiresti uus luukude.



170. joon. Pikilõik toru laadi luust veresoonte kanalitega (suurendatult).

Lastel on luudes enam liimaineid; selle tõttu on nende luud painduvamad kui vanematel, kelle luud palju rohkem soolasid sisaldavad.

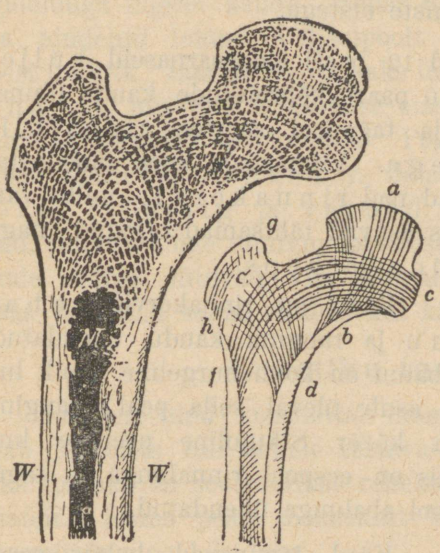
Läbisaetud luud vaadeldes näeme, et see ei ole ühtlane kõva mass, vaid pealmine kiht on õige tihe, seespoolne aga hõredam, pitsi sarnane. Selles hõredas koes asub punane üdi, kus tekivad ja kasvavad punased verelibled.

Luus leiduvad tihedad kiud asetuvad luu kandejõu sihis nagu raudsilla latid, kus võimalikult väikese materjaliga suurt kandejõudu saavutatakse (171. joon.). Luu kõvadust demonstreerib kandluu, mille peal lasub kogu inimese keha kõige selle raskusega, mida inimene enda seljas kannab (näiteks sadamatööline oma kandamiga), ja kandluu ei vaju mitte kokku.

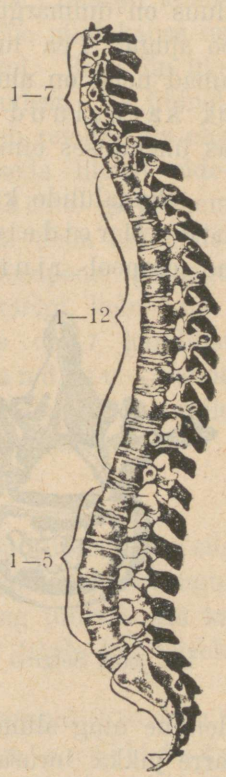
Meie luukere keskkohaks, kogu kehale toeks ja ilme andjaks on s e l g r o o g (172. joon.), mis koostub üksikuist (31) rõngasarnastest lülidest. Iga lüli koosneb lülikehast, -kaarest ja -harudest (173. joon.). Kõige liikuvamalt on selgroos 7 kaelalüli üksteisega seotud; selle painduva ühenduse tõttu võime pead vabalt mitmes suunas pöörata. Kaelale järgnevad 12 rinnalüli on väheliikuvad. Järgmised viis, nimeslülid, on vabamad ja liikuvamalt ühendatud, mille tagajärjel keha on keskelt painduv. Nimeslülidest allpool on viis ühtekasvanud lüli, mis moodustavad tugeva ristluu. See on niudeluudega kindlas ühenduses; nende luude ühendus annab meie käigule

kindluse. Viimased neli kokkukasvanud seljalüli sünnitavad sabaluu.

Kõik lülid asetsevad üksteise peal ja nende rõngasarnased augud kujundavad ühise toru, kus asub tähtis erkude keskkoht — s e l j a a j u. Lülide vahel



171. joon. Reieluu piki-läbilõik kaarestiku näitamiseks. Paremal pool kõrval on kaarte kulgemine lihtjoontega tähistatud. a — üdikoobas, W — luu seinad. Kaared a—b ja c—d toetuvad paremale; kaared e—f ning g-h pahemale seinale.



172. joon. Selgroog külje pealt. 1—7 käelalülid; 1—12 rinnalülid; 1—5 nimeslülid ristluu sabalülidega.

on väikesed vetruvad kõhrkettad; selgroog ise on kahtepidi kõvera vibu ehk S sarnane.

Need kõhrkettad ja selgroo S-kujuline seis vähendavad igasuguseid põrutusi, mis keha joostes ja hüpates saab. Põrutused, mis muidu peaajule kahju teeksid, antakse sellekujuliselt selgroolt kui vedrult pehmendatult edasi.

Selgroo ülemisel otsal on pealuu (168. joon.). Pea luud sünnitavad kindla karbi, pealuu, kus on varjul meie tähtsam organ — peaaju. Pealuu võlvitaolise osa sünnitavad ülemised luud:

otsaluu, kaks kiiruluud ja kaks oimuluud. Pealuu põhja moodustavad sõelluu, põhiluu ja kuklaluu; kuklaluus on ümmargune avaus, mille kaudu pea-aju ühineb selgroo ajuga. Pea luude juurde arvatakse ka näoluud. Tähtsamad neist on alumine ja ülemised lõualuud, kaks põse- ehk sarnaluud ja ninaluud. Alumine lõualuu on liikuvas ühenduses oimuluude alumiste otstega.

Rinnalülide külge liituvad 12 paari loogasarnaseid küljeluid või roideid, millest 10 paari kõhrjätkude kaudu ühinevad eespool rinnaluuga ja tagapool selgroo rinnalülidega. Viimastega koos moodustavad nad rinnakorvi, mille varjus asuvad tähtsamad organid, nagu süda ja kops.



173. joon. Selgroo lüli.

Käed on rinnakorviga abaluu ja rangluu kaudu ühendatud. Abaluu on kolmenurgeline lapik luu ja asub üleval selja peal; rangluu on kõver S-kujuline peenike luu, mis on eespool rinnaluuga ja tagapool abaluuga ühendatud.

Käed jagunevad kolme ossa: ülemine ning alumine käsivars ja labakäsi. Ülemise käsivarre pikka torusarnast luud, mis oma ülemise, munataolise otsaga abaluu liigeselohus vabalt igale poole võib pöörduda, nimetame õlavarre luuks. Selle alumise otsa külge liituvad liigese kaudu alumise käsivarre kaks luud — küünar- ja tiirluu. Tiirluu asub pöidla pool küljel ja on liikuvam; tema ülemise liigese abil võime kätt sisse ja väljapoole pöörata. Küünarluul on nukk, mis takistab kätt küünarnukist liiga kaugele tahapoole paindumast. Alama käsivarre külge liitub labakäsi, millel kolm jagu: ranne, kämmal ja sõrmed. Randmes on kaks rida (8 luukest) väikesi kandilisi liikuvas ühenduses randmeluid, mille tõttu terve käsi painduvalt võib palju mitmesuguseid liigutusi teha. Randmeluude küljes on viis pulgalaadilist kämblaluud, mille otsas sõrmeluud ehk -jätkud. Peale pöidla, milles kaks luukest. on kõigil sõrmedel 3 jätku.

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

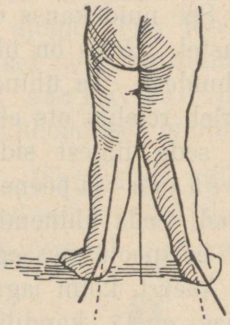
Luustiku tervishoid.

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

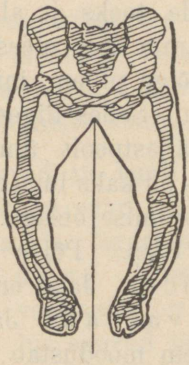
Sündinud lapse pealuu on pehmest luust ehitatud (176. joon.). Tema pealuudel on suured vahed — mida fontanellideks ehk lõgemeteks nimetatakse ja mis peaajule kasvamisvõimaluse annavad. Aegapidi korjub pealuusse rohkem soolasid, üksikud luud kasvavad isekeskis kokku, luustuvad. Samuti täituvad ka teised luud sooladega, luustuvad. Luud on täieliselt välja kasvanud 20—25 eluaasta ümber. Keskealisel, 20—50-aastasel inimesel on orgaaniline ja anorgaaniline aine luudes tasakaalus. Kuid lapse-eas on sooladesisaldis üldiselt väike. Kuni noore eani on luud pehmed, painduvad; selle tõttu juhtuvad neile ka mitmesugused vigastused.

Halva toitmise tagajärjel tekib väikestel lastel haigus, mida rahiidiks ehk inglise tõveks nimetatakse. Sel puhul on luudel puudus sooladest, mille tõttu nad kõveraks painduvad. Kõige selgemini on see viga märgatav keha raskuse all *O* (175. joon.) ehk *X* moodi (174. joon.) kõveraks painuta-

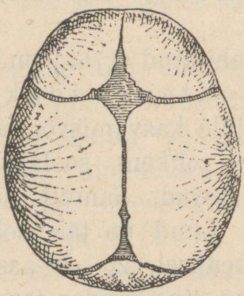
tud jalgadel. Kui neid halbu vigu tahetakse kõrvaldada, siis peab last korralikult toitma ja muid arsti eeskirju täitma. Väikesi lapsi ei tule üldse mitte liiga vara kõndimiskatsetega väsitada. Lapsel peavad lihased enne tugevaks minema, mis tarvilist kaitset pakuvad selja ja jalgade kõveraks vajumise vastu. Kui lapsi kätel kantakse, siis peab ka selle eest hoiduma, et neid mitte alati ühe ja sama käe peal ei hoitaks, sest seesuguse (177. joon.) süles kandmise tõttu võib lastel tekkida k ü l l a k s e l g. Samuti on küllakselg ka raamatute ja iga muu raskuse ühe käega ehk ühe ja sama kaenla all kandmise tagajärjeks. Kõige parem on kanda raamatupauna ja muid raskusi seljas. Kuid pauna rihmad ei tohi pikad olla, — muidu võib paun nimesluu kohal selga sissepoole vajutada. Koolitundides ja ka kodus õppides peavad lapsed kohase kõrgusega pingil istuma.



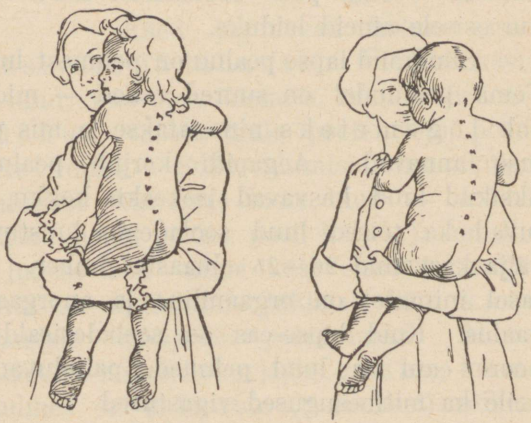
174. joon. X-moodi kõveraks painutatud jalad.



175. joon. O-jalad.

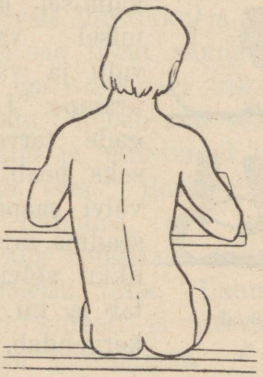


176. joon. Sündinud lapse pealagi lõgemetega. St — kokkukasvamata otsaluud; S — pealae luud; all — kuklaluu.

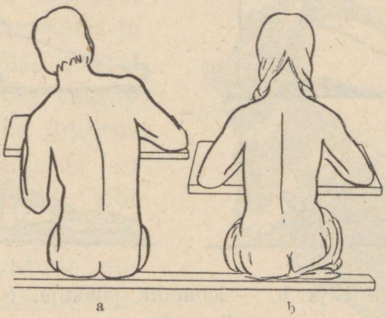


177. joon. Kõverad seljad.

Lapsele sünnis pink peab niisugune olema, et lapse jalad maha ulatuvad; seljatugi olgu natuke *S* moodi kõver. Laud seisku otse ees, et küünarnukid laua peale toetuksid. Pingil peab alati sirgelt istuma, ka siis, kui kirjatööd tehakse. Halva istumise (178. joon.) ja istme tagajärjeks on sagedasti kõver selg (179. joon.).



178. joon. Halb istumine halva harjumise tagajärjel.

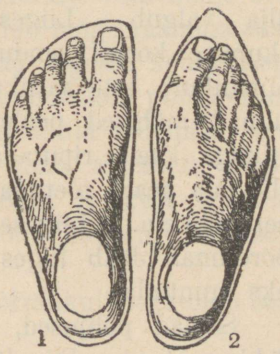


179. joon. a — valesti istumine kõrge laua tõttu; b — valesti istumine rõivaste peal.

Selja kõverusi on alguses raske ära tunda, kuid lapsi peab aegsasti enne kooli-aega arstile näitama, et selgusele jõuda kasvava keha vigade üle, millest paljud selles eas täiesti parandatavad. Suuremad lapsed peavad võimlemise, mängu ja spordiga oma lihaseid, köitmeid ja ühes nendega ka luid kõvendama ning keha vigu sel teel aegsasti kõrvaldama.

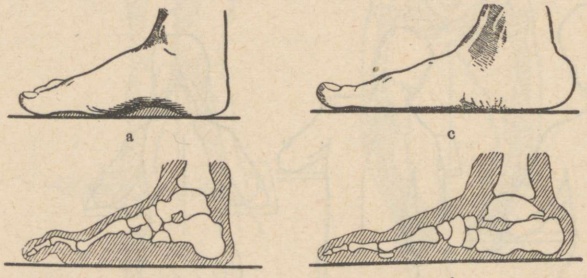
Sagedasti rikub inimene enese keha halva rõivastamisega. Nõnda takistab korsett rinnakorvi loomulikku arenemist.

Sukad ja veel enam saapad peavad jalale vastavad olema, mitte kitsaste teravate ninadega, mis varbaid kokku pigistavad. (180. joon.). Nende pigistuste tõttu tekivad konnasilmad, küüned kasvavad viltu ja tekib muid jalavigastusi. Kõrgete kontsadega saabaste tõttu vajub kogu keha raskus ettepoole, varvastele. Seesugune käik on väga väsitav.



180. joon. Inimese labajalg. 1 — loomulik jalakuju ja talla õige vorm; 2 — moodipäraste jalanõudega rikutud jalg.

Omapärane jalgade viga on lampjalg (181. joon.), mis ka halbade jalanõude mõjul võib tekkida. Peapõhjus on ka siin luude pehmenemine ja üleliigne jalul seismine ning käimine. Lampjalgadel puudub võlv; inimene astub maapinnale kogu jalapõhjaga. See alatine vajutamine kogu jala aluspõhjale sünnitab käimisel ja seismisel väsimust, valu ja vahel ka krampe. Lampjalgade tervendamiseks peab metallvõlvi saapa põhja seadma, mis kunstlikku võlvi sünnitab ja nii käimist kergendab.



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

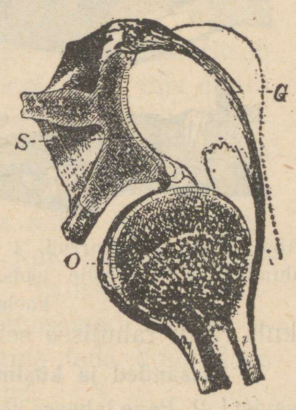
Esimene abi luuõnnetuste juhtumisel.

1. Luude liigestega juhtub kõige sagedamini nikastust, eriti käe- ja jalaliigestel. Nikastused tekivad kukkumise, hüppamise, komistamise jne. puhul. Siin venivad liigese ümbrik ning köitmed välja ja võivad ka rebeneda, kuid liiges jääb oma kohale. Niisugusel venitusel vigastuvad suuremal või vähemal määral ka veresooned, kust veri liigese piirkonda välja valgub. Liiges paistetab üles, läheb pealt sinikaks, liikumise korral tundub valu. Esimese abi puhul peab liiges võimalikult ettevaatlikult rõivastest vabastatama. Nüüd tuleb külmad mähised peale panna ja käsi kolmnurka seatud pearätikuga kaela riputada. On jalal vigastus, siis ei tohi haige selle jala peale toetuda, — muidu koguneb haigesse kohta verd veel rohkem. Liigese nikastuse puhul peab ikka arsti poole pöörduma. Jääb liiges korralikult arstimata, siis võib ta kangeks muutuda.

Samad põhjused, mis nikastust tekitavad, sünnitavad ka väljanihet. Siin läheb üks luu ots oma loomulikust paigast välja, seejuures liigese ümbrikku ja köitmeid lõhestades. Iga liigutus haige liigesega on kolevalus ja kui liigest vaatleme, siis näeme, et ta on päris teisekujuline. Siin peab kiiresti arsti järele saatma, kes haige liigese õigele kohale seab. Käsi tuleb

paariks nädalaks liikumata seisukorda seada, kuni köitmed ja ümbrik on ära paranenud (182. joon.).

Raskemate luuvigastuste hulka kuuluvad **luumurrud** (183. joon.). Nad tekivad kõrgelt kukkumise, ülesõitmise puhul jne. Seejuures murdub luu. Luu otsad lähevad ülestikku ja jäse läheneb. Haige ei saa liiget sugugi tarvitada ja tunneb iga vähemagi liikumise korral suurt valu. Rebenenud soontest valgub verd välja ja murdunud koha ümbrus paistetab üles. Raskem õnnetus on lahtine luumurd, kus luuotsad läbi naha välja tungivad. Siia võib kergesti põletik tulla. Luumurdude puhul peab kiiresti ja ettevaatlikult esimest abi korraldama. Õnnetut peab rahulikku seisu asetatama ja haige liige ükskõik missuguse käepärast oleva kõva asjaga kindlasse seisukorda seatama. Selleks kõlbavad joonlauad, kepid, sirmid; köitmiseks rihmad, paelad, rätikud jne. On käeluu murdunud, siis tuleb ta peale liikumata seisukorda seadmist kaela riputada. Nii avitatult võib haige arsti juurde minna. On jalg vigastatud, siis tuleb haige raamiga edasi arsti juurde või koju kanda, kus luu otsad õigesse kohta asetatakse ja kindel side ümber pannakse. Luumurdude puhul ei tohi kaua mõtelda, vaid peab kiiresti tegema juhatatud sidemed. Murdunud jalaluuga inimest ei tohi kunagi ilma sidemeta istukil vankris edasi viia, vaid teda peab võimalikult lamavas seisundis edasi toimetama, sest vastasel korral võib lihtmurd lahtiseks murruks muutuda.



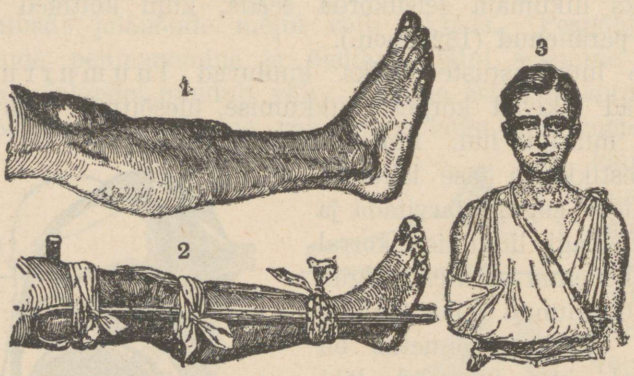
182. joon. Õla väljanihe. Õlavarre luu liigespea (O) on õlaliigese lohust (S) välja karanud; tema algastmed on näidatud punktjoonega. Liigese ümbrik (G) on kärisenud.

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

2. Tarvita ühtlaselt mõlemaid kehapooli!

3. Istu sirgelt! ära vajuta rinda vastu lauda! Hoia raamat ja kaustik otse enese ees, et ei tekiks selja kõverusi (179. joon.).

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



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

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

6. Luuvigastuse korral otsi ruttu arstiabi!

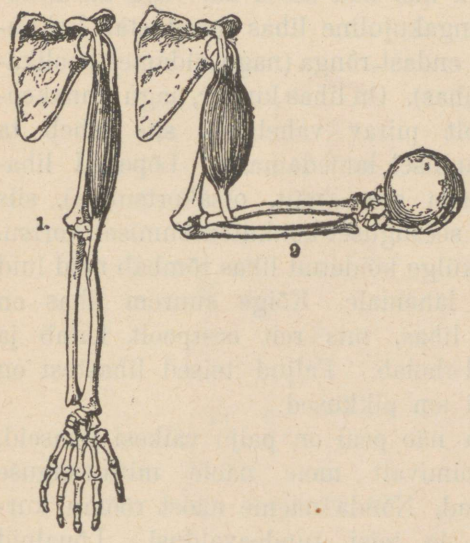
Esimese abi andjana katsu vigane liige võimalikult ruttu rahulisse seisukorda asetada!

Ülesanded ja küsimused. 1. Joonista üksik lüli, liiges või tee neid savist! 2. Pane lahasse käe- ja jalaliigeseid! 3. Riputa käsi sidemega kaela! 4. Jalaluu murd juhtub jalutuskäigul; tarvitada on kepp, sirm, rätikud. Lahasta nendega liiges! 5. Koolis juhtub luumurd. Missugused leiduvad asjad on kohased esimese abi andmiseks? Seo käsi või jalg klassis käepärast olevate asjadega! 6. Tõmba teisel sõrmega üle palja selgroo nii, et punane joon järele jääb. Vaatle, kas selgroog on sirge.

Lihased.

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

Kõik liikumine meie kehas sünnib lihaste abil. Neid on siin üle 300 iseseisva ühiku. Lihase talitus avaldub tema kokkutõmbumises, teatava ergu erutuse tagajärjel. Kaob erutus, sirgub lihas ja saab oma endise kuju tagasi. Kui keegi näiteks kätt üles tõstab, siis tõmbub suur, kahe kõõlusega õlale ja ühe kõõlusega käsivarrele kinnituv lihas kokku ja lähendab käsivarre luid õlaluule (184. joon.). Et kätt jälle sirgeks ajada, peab teine, vastasolev kolmepeane lihas kokku tõmbuma. Kõiki liha-

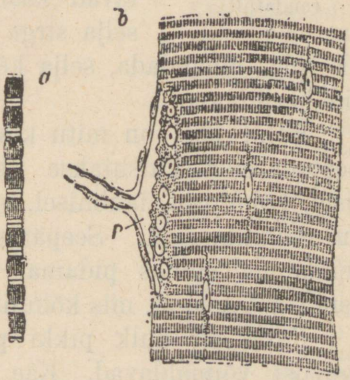


184. joon. Käsivarre kahe kõõlusega lihas.

seid, mida meie oma tahtejõul tegevusse rakendame, nimetatakse tahtele alluvaiks ehk vöödilisteks lihasteks (185. joon.).

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

Vaheseintes on veresooned ja ergud. Lihasekimpusid näeme selgesti silmaga; need koostuvad lihakiududestrakkudest (12 sm pikad). Neil rakkudel on väike õrn sidekoest kest ja mitu tuuma sees. Tahtejõule alluvail lihastel on iga rakk vöödilise ehitusega. Vöötide kokkutõmbumisel toimubki lihase lühenemine. Lihaste vöödilist ehitust võime ainult mikroskoobiga vaadeldes näha. Kõik lihased ei ole meie tahtejõule alluvad, ja nimelt need, mis on sisemistes organites, nagu maos, näärmeis, veresoontes jne. Nende lihaste rakk on ühe tuumaga, käävjas, sile, ilma vööti-deta (186. joon.). Neist koosnevat lihast kutsutakse siledaks.



185. joon. Vöödilised lihased (suurendatult).

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

Lihased on vererikkad, nendes sisaldub suurem osa inimese verest.

Lihased on, seda mööda kus nad asetuvad, väga mitmesuguse kuju ja suurusega. Rõngakujuline lihas moodustab kokkutõmbumisel endast rõnga (nagu südamel, soolikatel, pärakulihas). On lihas kumer, nagu rinnakoobast altpoolt piirav vahelihas, siis läheb ta kokkutõmbumisel lamedamaks. Lõpevad lihased aga naha sees (näit. otsakortsutaja), siis kisub nahk seesugusel kokkutõmbumisel kortsu. Luie otste külge köidetud lihas tõmbab neid luid teineteisele lähemale. Kõige suurem lihas on neljapeane lihas, mis reit eestpoolt katab ja jalga sirgel hoiab. Paljud teised lihastest on ainult paari sm pikkused.



186. joon. Sileda lihase rakud (suurendatult).

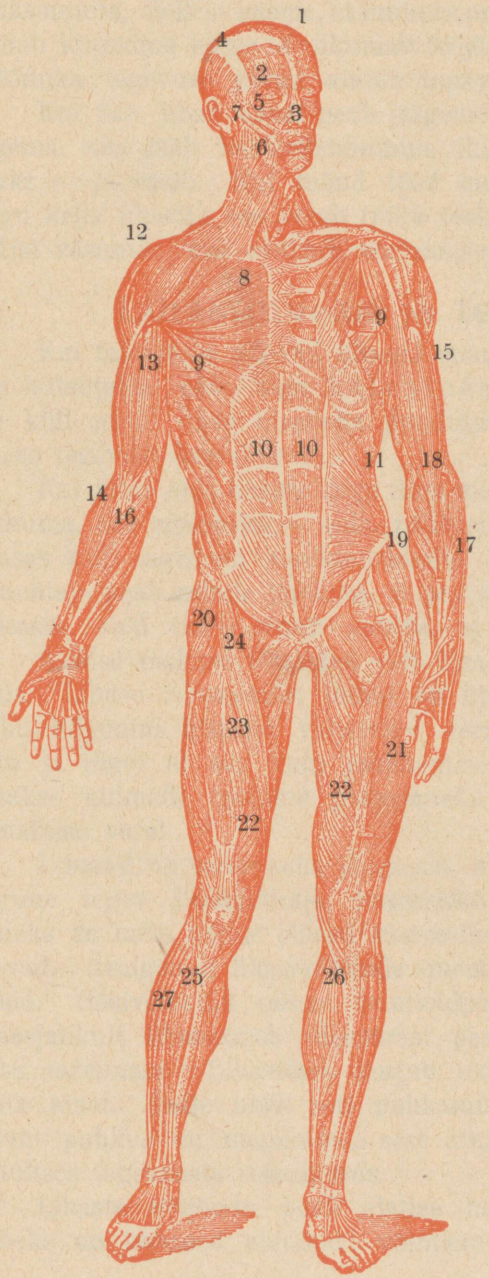
Pea ja näo peal on palju väikesi lihaseid, mis koostoimivalt meie näole mitmesuguse ilme annavad. Nõnda näeme näost rõõmu, kurbust, viha ja teisi tundeavaldusi. Lõualuid kokkutõmbav lihas on jõurikas; tema tegevus avaldub hammustamises ja närimises.

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

Kõhu peal on mitu kihti ristlevaid lihaseid. Nende lihaste koostoimimist kutsutakse „kõhupressiks“. Tegev on ta hingamisel, köhimisel, laulmisel, väljaheitmisel ja iseäranis suure tegurina sünnitamisel. Seepärast peame ka kõhulihaste tugevaksarendamist silmas pidama, eriti tütarlastel. Peab hoiduma kitsaste rõivaste eest, mis kõhulihaste tegevust ja arenemist takistavad.

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

Lihased ammutavad oma jõu toidust ja hapnikust, mida veri neile kätte toob. Verest saadud toidust muutub lihastes $^1/_3$ kehaliseks tööjõuks, $^2/_3$ — soojuseks. Kõige paremad masinad suu-



Inimese lihased: Pea ja kaela lihased: 1) Otsa kortsutaja lihas; 2) silma rõngaslihas, mis silma kinni tõmbab; 3) suu rõngaslihas, mis suud kinni tõmbab; 4) kõrva lihased; 5) põsenuki lihased, mida närimise puhul tarvitame; 6) kaela lehtlihas, mis kortsutab kaela nahka; 7) lihased, mis pead püsti hoiavad ja külje peale keeravad. Rinna ja kõhu lihased: 8) Suur rinnalihas, tõmbab kätt alla ja tõstab küljeluid üles; 9) rinnaluude tõstja saaglihas; 10) kõhu sirglihas, mis tõmbab keha ettepoole kokku; 11) kõhu põiklihas, mis siseorganite peale litsub. Käe lihased: 12) käe tõstja; 13) ja 14) käe konksutajad küünarnukis; 15) käe sirutaja küünarnukist; 16) käe ja sõrmede konksutajad; 17) käe ja sõrmede sirutajad; 18) käe ülespoole käänaja. Jala lihased: 19) jala väljapoole tõmbaja; 20) väljapoole käänaja; 21), 22) ja 23) jala põlvest sirutajad lihased; 24) rätsepalihased — jala põlvest konksutaja; 25) jalapöia konksutaja lihas; 26) sääre lihased; 27) jalavarvaste sirutajad lihased.



davad ainult $^1/_{10}$ saadud põletusainetest tegevaks tööjõuks muuta. Nii saab inimene kuni 35% toidus olevast keemilisest energiast tööjõuks muuta. Sellest näeme, et inimene on kõige parem jõumasin; ta töötab kütteaine kõige täielikumalt tööjõuks ümber. Ise muutub ta mõõduka tegevuse puhul ainult tugevamaks, vastupanevamaks.

Kui üks lihas kaua peab järgemööda üht ja sama liigutust tegema, siis jääb kokkutõmbumine ikka nõrgemaks ja aeglasemaks — ta väsib. Kui mõnd tööd on vältavalt tehtud, millest kogu keha lihastik osa võtab (pikk teekond), siis tunneb inimene üldist väsimust, mis avaldub nõrkemises.

Lihaste vead ja tervishoid.

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

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

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

Lihased on meie keha jõumasin, mis, nagu iga muugi seesugune tegev jõusünnitaja, korralikku küttematerjali tarvitab. Selleks on meie toidus olevad süsivesikud (suhkur ja tärklis) ja rasvad. Äraiganud lihaserakkude uuendamiseks kasutatakse valkusid. Süsivesikuid saame taimtoidust, valkusid ja rasva — peaasjalikult lihatoidust. Seepärast peab kehaliselt töötaja segatoitu tarvitama. Lihastesse korjub töötamise puhul palju kõlbmata ainet. Selle uhab veri puhkamise ajal välja. Kõige täielikum puhkus on magamine, sest ainult pikali olles on lihased rahulises tegevuseta seisukorras.

Lihaste tööjõudu peab alatise harjutuse teel kõvendama. Selleks on kohased abinõud: võimlemine, sport ja kehalik töö.

Kui lihaseid kaua ei tarvitata, siis kasvavad nad rasvaga läbi ja nende jõud väheneb.

Tervishoiulised käsud. 1. Katsu tärklist ja rasva sisaldava toidu söömisega põletusaine kaotust lihastes asendada!

2. Et lihased korrapäraselt suudaksid töötada, anna neile tarvilist puhkust!

3. Ära lase lihaseid tööta olekuga ära kiduneda!

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

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

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

Hingamine.

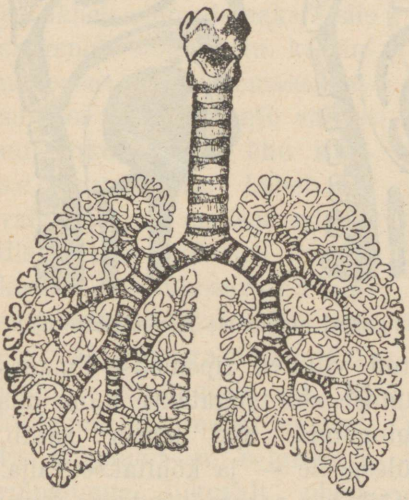
Vaatlused. 1. Pane tähele oma kehal, missugune osa liigub tasase hingamise korral? missugune sügava hingamise puhul? 2. Mõõda oma rinna ümbermõõtu, kui õhku sisse hingad, ja siis, kui välja hingad. Kui suur on nende kahe rinnamõõdu vahe? 3. Loe oma hariliku hingamise korrad minutis ära! Loe neid peale kiiret jooksu! 4. Vaatle väljahingatava õhu auru külma käes! 5. Puhu väljahingatud õhku lubjavee sisse! Mis tekitab vee muutuse? 6. Vaatle looma kopsu ja kõri!

Inimene tarvitab elamiseks hapnikku. Iga rakk meie kehas saab verest hapnikku ja annab vastu süsihaput gaasi. Hapnikuta on elu võimatu. Juba rikutud õhus edenevad visalt kõik olevused. Paneme kodujänestega 3—4 puuri üksteise järele ritta, nii et teine jänes esimesest tarvitatud õhku hingab, kolmas seda, mida esimesed on hingamiseks tarvitanud, jne. Siis näeme, et nad õhu halvenemise järjekorras ikka kiduramaks jäävad ja viimane, kes kõige halvemat õhku sai, ka kõige enne ära sureb.

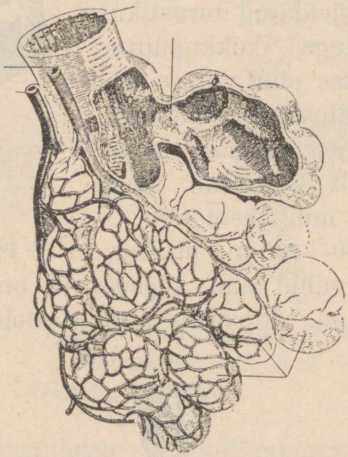
Katsete varal on kindlaks tehtud, et inimene tarvitab öö-

päeva jooksul kuni 1000 gr hapnikku, mida võimalik on 900 pangest puhtast õhust saada.

Hingamisorgan algab ninaga. Õhk tungib kõige pealt ninasse ja siit edasi kopsu. Nina käigud on mitmejärgulised ja sopilised; esialgu soeneb neis sissehingatav õhk. Nina käigud



187. joon. Kõrisõlm ja kõri, mis kaheks haruks hargneb.

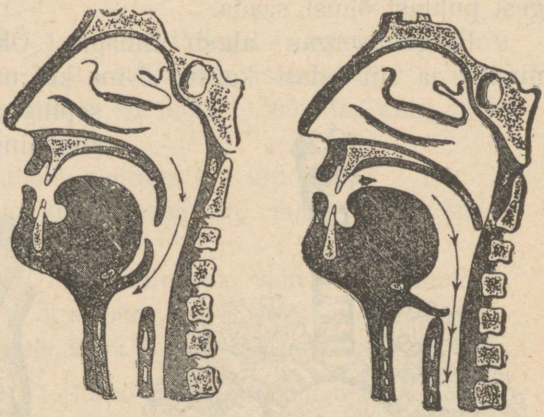


188. joon. Kopsumullikesed.

on limanahaga kaetud, mis juba siin õhuga ühes tuleva tolmu osalt kinni püüab. Ninas asuv haistmisnärv annab ajule teateid ka sissehingatava õhu väärtusest. Et kopsud puhast õhku saaksid, peame läbi nina hingama. Ninast läheb õhk kõhrrõngastest ehitatud torusse — k õ r i s s e. Kõri ülemist, jämedamat osa kutsutakse k õ r i s õ l m e k s (187. joon.). Kõrisõlmes on limanaha voldid, mis moodustavad h ä ä l e p a e l a d. Häälepaelte, kurgu, hammaste, keele ja teiste suuosade kaasabil sünnivad kõik meie sõnades esinevad h ä ä l i k u d. Kõri asub neelu ees. Nii peab söök üle kõri minema; sel puhul võib ta kergesti ka sinna sisse sattuda; et seda ei juhtuks, kattub kõri neelamisel isesuguse k a a n e g a (189. joon.). Kui söömise ajal rääkida, siis võib toit kergesti kõrisse juhtuda; peale-tulev köhahoog paiskab toidukübeme välja; on sinna aga suur tükk sattunud, siis võib inimene selle tagajärjel ka surra.

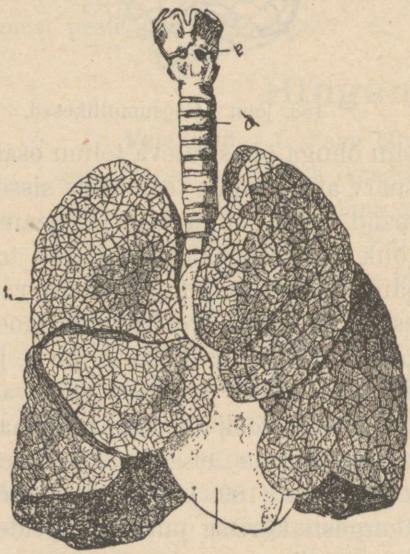
Allpool jaguneb kõri kaheks õõnsaks toruks, millest üks paremale, teine pahemale pöördub. Pahempoolne jaguneb veel kaheks ja parem kolmeks haruks. Kõiki neid kõhrtorukesi

kutsutakse bronhideks (187. joon.). Edasi hargnevad nad otsekui puuoksteks, kuni viimaks väikeste vetruvate mullikestena lõpevad (188. joon.). Nende mullikeste varal on kirjeldatud torustikul õhuga kokkupuutumise pind viimse võimaluseni avardunud. Ühele pinnale laotatult kujundab kõigi mullikeste sein 100—130-m pindala.



189. joon. Hingekõri hingamise ja neelamise ajal.

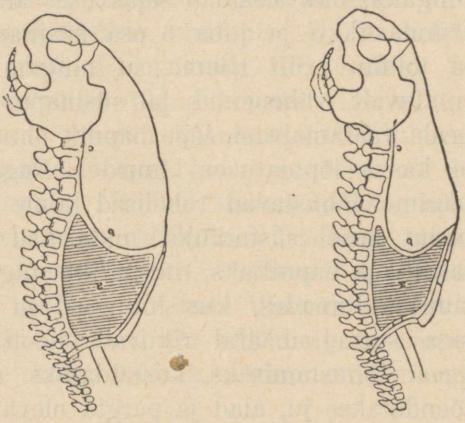
Bronhid ehk kopsutorud on kaetud vilkuva ripsmelise limanahaga. Ripsmete alt ülespoole liikumise abil tõugatakse tolm, mis hingamise ajal kopsu satub, ülespoole — ja köhitakse välja. Kõik see peente torukeste kogu ühes lõpumullikestega sünnitab suure vetruva, pehme elundi, mida kopsuks nimetatakse (190. joon.). Kops asub rinnakorvis ja jaguneb kaheks: paremaks ja pahemaks pooleks. Ta on kaetud kelmega, mis ka rinnakoobast seestpoolt vooderdab. Iga väikest kopsumullikest ümbritseb peente vere-juussoonte võrk. Neist soontest voolab läbi südamest tulev süsihapu gaasiga täidetud veri. Läbi mullikeste õhukeste seinte annab veri endast süsihaput gaasi ära ja saab mullikestest hapnikku vastu. Seejuures läheb kopsus olev õhk kõlbmatuks ja teda tuleb värskendada.



190. joon. Kopsud. Parem ja pahem kopsupool ja süda nende vahel.

Kuidas sünnib see värskendamine?

Kõhu ja rinnakoopa vahel olev kumer vaheliha ehk diafragma, mille kumerus rinnakoopa poole pöördud, korraldab õhu värskendamist kopsus. Tõmbub vaheliha kokku ja läheb lamedamaks, siis suureneb selle tõttu ka rinnakoobas, ja suuremaks paisuvasse kopsu tungib väljast uut õhku; see on õhu sissehingamine. Läheb aga vaheliha oma endisse seisundisse, siis väheneb rinnakoobas ja kokkusurutud kopsust tungib õhku välja; see on väljahingamine (191. joon.). Hingamisel on ka küljeluud ehk roided tegevad. Et küljeluud on selgroo ja rinnaluuga liikuvalt ühendatud, siis tõusevad rinnaluud rinnalihaste kokkutõmbumisel ülespoole, rinnakorvi ruumala suureneb. Väljahingamise puhul vajuvad nad allapoole ja kopsu maht kahaneb. Hingamise puhul surub vaheliha lamedaks muutudes kõhukoopa organite peale, mille mõjul kõhusein välja venib — kõht tõuseb ja vajub. Viimane avaldus on n. n. kõhuhingamine. Väljahingamisel ei lähe aga kopsudest kunagi kõik õhk välja. Sel on suur tähtsus: väljast tulev jahe õhk segub kopsudes oleva sooja õhuga ja sel teel ei mõju ta kopsumullikestesse ärritavalt. Tasase hingamise puhul töötab ainult vaheliha ja peaasjalikult alumine kopsu osa, kuna suure kehalise töö ja võimlemise ajal ka kõik rinna lihased tegevusse astuvad ja selle tõttu ka kopsu ülemine osa töötama pannakse. Viimane asjalugu on ülitähtis. Kui mõnd kopsu osa halvasti tuulutatakse, siis asuvad sinna kergesti pisikud, seda näeme sagedasti kopsu ülemistes, harvemini töötavais osades, kust harilikult tiisikushaiguse idud oma hirmsat hävitustööd algavad.



191. joon. Vaheliha asend ja rinnakorvi kuju. 1 — sissehingamise alul ja 2 — väljahingamise alul.

Nagu juba kuulsime, vajab inimene hingamiseks öö-päeva jooksul 900 pange puhast õhku. Kogu poolest tähtsamad õhu osad on hapnik ja lämmastik. Kui võtame 100 osa puhast

õhku, siis on temas 20 osa hapnikku ja 79 osa lämmastikku. Ülejääva ühe osa moodustavad vee-aur, tolm ühes pisikutega ja süsihapu gaas, mida selles osas on ainult kolm sajandikku. Väljahingatud õhk sisaldab sajas osas ainult 15 osa hapnikku, 79 osa lämmastikku ja juba 5 osa süsihaput gaasi ning 1 osa veeauru ja tolmu. Siit näeme, et hingamistegevusel on hapniku hulk tunduvalt vähenenud ja süsihapu gaasi osa kasvanud. Selle peale vaatamata ei lõpe hapnik õhust otsa ja ka süsihaput gaasi ei kasva lõpmatuseni juurde. Nagu juba taimede kirjeldamisel nägime, lõhustavad rohelised taime lehed päikese käes õhu süsihaput gaasi süsinikuks, mida nad oma keha ehitamiseks tarvitavad, ja hapnikuks, mis õhku tagasi läheb. Sellepärast peame suurtes linnades, kus inimesed ja vabrikud õhku süsihapu gaasiga suurel määral rikuvad, hoolt kandma, et selle süsihapu gaasi lõhustamiseks korraldataks aedu ja parkisid. Sagedasti tõendatakse ju, aiad ja pargid olevat suurlinna kopsud.

Nagu teada, on hapnikul suur tung paljude ainetega nobedasti ühineda. Seesugust kiiret ühinemist kutsutakse põlemiseks; Põlemisel tekib süsihapu gaas ja soojus. Seesugune hapnikuga ühinemine, „põlemine“, sünnib vahet pidamata meie kehas, ja sellest tekib väljahingatav süsihapu gaas ning meie keha alaline soojus. Inimese keha soojus on 37° C. järele. Ainult selles sisemises soojuses toimuvad kõik meie keha avaldused korrapäraselt Tõuseb ta aga (palaviku korral) 42—43° C., siis sureb inimene ära; alaneb ta mõne kraadi võrra, siis avaldub sama nähtus.

Hingamisorganite tervishoid ja haigused.

Hingamisorganite korralikku, vaba tegevust ei tohi kuidagi takistada. Sellepärast ei või kitsaid rõivaid, pinguli võid, kitsaid korsette ega pihikuid kanda. Rõivad peavad üle õla käivate trakside küljes vabalt rippuma või nööpidega lahtise pihiku külge kinnitatud olema. Rinda ei tohi vastu lauda suruda, sest see takistab kopsu vaba paisumist. Kõverdi ja küürus istumine on samas suhtes kahjulik. Õhk, mida sisse hingame, peab hapnikurikas, ilma tolmuta ja mitte väga kuiv olema. Seesugune õhk on mere ääres ja okasmetsades; seepärast katsu võimaluse järele seal rohkem viibida.

Halva õhuga ruumis tekib palju süsihaput gaasi, soojust,

higi-auru ja teisi ümbertöötatud aineid, mis tekitavad säärases õhus olijaile peavalu, väsimust, südamepööritust ja ka minestust (näit. kirikus). Tubadesse muretse tuulutamise teel rohkesti värsket õhku, selleks hoia aknad ja uksed vastamisi lahti.

Tuuluta, klopi ja puhasta oma kandmis- ja voodiriideid tolmust. Sest tolm, mis sisaldab pisikuid, liivaterakesi, söeraasukesi jne., võib sissehingamise puhul kopsule viga tekitada.

Tiisikus on inimessoo suurim vaenlane. 100 inimesest sureb tiisikusse 7—10. Tiisikusehaigeid on veel rohkem, kuid üks osa saab aja jooksul terveks. Halvad korteriolud ja joomine teeb inimesi sellele haigusele vastuvõtlikuks. Tiisikuse tekitaja on väike pisik, mis võib kopsu, kurku, sooltesse, mahlanäärmeisse, pea-ajusse ja luisse tungida. Varane tiisikus on arstitav, ja sellepärast ole valvel ning otsi arsti abi selle haiguse esimeste avalduste puhul. Pikaldane köha, palavik, nõrkus on tema nähtavamad tunnused.

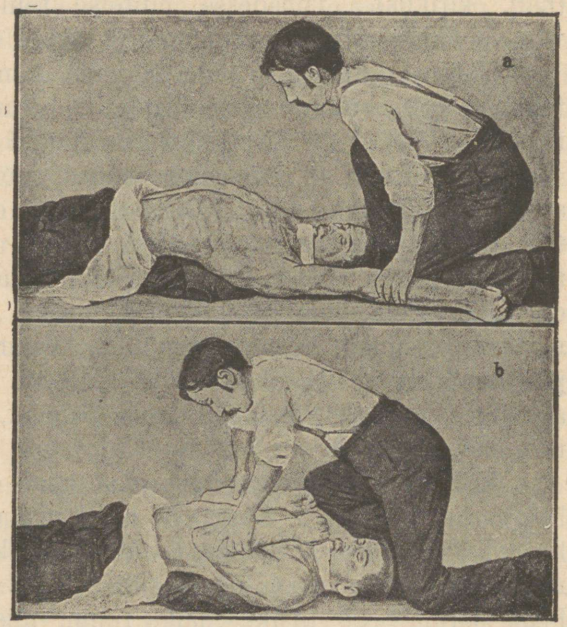
Korraliku eluviisiga hoia oma keha tugev, siis ei nakka haigus nii kergesti. Keegi ei tohi maha sülitada. Tiisikusehaiged peavad topsi sülitama, mida nad kaasas kannavad. Ära maga tiisikusehaigega ühes toas! Ära tarvita haige asju! Peale surma peab tiisikusehaige ruumi niisama hästi puhastama, nagu teiste nakkavate haiguste puhul.

Abi õnnetutel juhtumustel.

Vingu ja suitsu võib inimene ära lämbuda — hingamine jääb seisma. Siin kaotab veri võime hapnikku vastu võtta ja süsihaput gaasi välja toimetada. Kuid aegsasti pakutud abi võib lämbunud inimese päästa. Vere küllastumine süsihapu gaasiga on poonud ja uppunud inimese surma otsemaks põhjuseks. Kuid kunstliku hingamisega võib neid õige sagedasti ellu äratada. Uppunud ja poonud inimene tuleb puhta õhu kätte viia ja siin tema rinda rõivaist vabastada. Uppunu pannakse kokkurullitud rõivaile kõhuli, et kõhust ja kopsust kõik vesi välja voolaks. Siis pööratakse ta selili ja pannakse kunstlikult hingama.

Kunstlikku hingamist tehakse järgmiselt (192. joon.). Õnnetu asetatakse selili, ristluu alla seatakse kokkurullitud rõivaid. Keel tuleb suust rätikuga ettepoole tõmmata ja lõua külge köita. Abiandja toetub põlvili õnnetu pea kohale ja võtab selle käsivartest kinni. Siis surub abiandja õnnetu käed vaheldumisi

selle rinnale ja sirutab tagasi üle pea. Neid liigutusi tehakse taktis 20—30 korda minutis ja veel harvemini. Seejuures venib rinnakorv välja, värske õhk voolab kopsu ja rikutud õhk tuleb sealt välja. Kunstlikku hingamist tuleb niikaua teha, kuni õnnetu ise hingama hakkab või juurdekutsutud arst surma konstateerib. Ärganule peab südat ärritavat kuuma kanget kohvi, teed või alkoholi andma. Tema keha tuleb hõõruda ja siis soojalt kinni katta, et veri korralikult käima läheks.



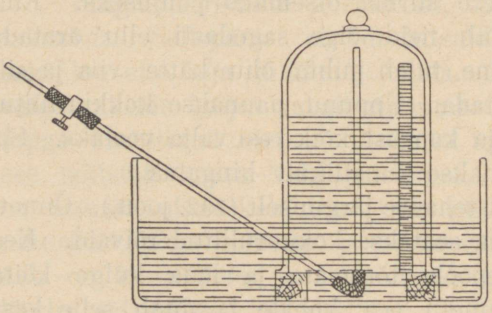
192. joon. Kunstlik hingamine: a — sissehingamine; b — väljahingamine.

Tervishoiulised käsud. 1. Hinga alati sügavasti ning läbi nina!

2. Püüa iga päev niipalju kui võimalik vabas õhus viibida!

3. Hoidu kuivas ja kuumas õhus viibimise eest, sest see võib kopsu limanahka vigastada.

4. Uppunule, poonule tee esimese abi andmisel kohe kunstlikku hingamist!



193. joon. Spiromeeter.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mis vahe on sisse- ja väljahingatud õhu vahel? 2. Missugune õhu osa jääb muutumatuks? 3. Mõõda väljahingatud õhu kogu oma valmistatud spiromeetriga (õhumõõtja) (193. joon.). Võta selleks suur purk! Mõõda selle purgi ruumala mensuuriga

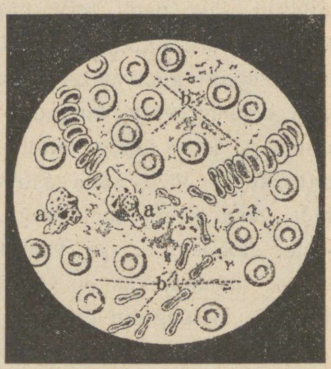
ära! Purgi külge märgi sentimeetrites tema maht, põhjalt ühega alates. Siis keera see purk tugede peale veevanni! Purgi alla juhi painutatud toru, mille vabas otsas näpitsaga kummitoru. Kui vann ja purk vett täis on kallatud, siis peab toru näpitsaga kinni pigistatama, et õhk sisse ei läheks. Toru kaudu suru nüüd oma täistõmmatud kopsust võimalikult palju väljahingatavat õhku purki! Skaala näitab, kui palju õhku sa korkaga kopsust välja hingad. 4. Arvuta, kui palju õhku tarvitad sa ühes tunnis ja terve päeva vältel. 5. Võrdle hingamistempot südamelöökidega, mitu korda lööb süda kiiremini kui hingad? 6. Võta kausikesed ja täida need selge lubjaveega, sea klaasid mitmesse kohta, nagu akna peale, lauale jne., ja vaatle vee muutust! 7. Korda sama katset ka kodus; otsusta, kas on toa õhk küllalt puhas, s. o. ilma süsihapu gaasita. 8. Missugune on veri enne ja pärast sissehingamist? 9. Kuidaviisi puhastatakse kopsutorusid tolmust? 10. Miks ei lange toit mitte kõrisse? Mis võib juhtuda, kui söömise puhul räägitakse?

Veri.

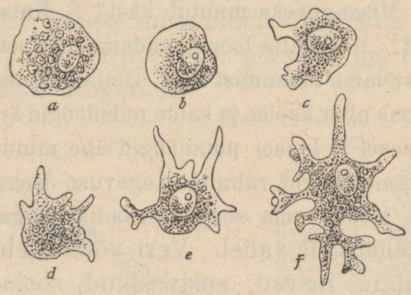
Vaatlused. 1. Missugune on veri, kui ta haavast välja voolab? 2. Mis maiku on veri? 3. Sega verd mõni aeg kareda pulgaga ja vaatle pulga külge jäänud hüüvet — fibriini! 4. Pane veri päevaks otsaks klaaspurki! Vaatle peal-olevat verevett — seerumit ja põhjas vere paksusid osasid! 5. Pane värske veri 0^0 külma kätte ja vaatle (veri ei tõmbu kokku — ei hüübi, ainult verelibled vajuvad põhja). 6. Lase käsi alla rippuda ja vaatle paisuvaid veresooni, siis tõsta üles ja vaatle neid jälle! 7. Köida käsivars lühikeseks ajaks paelaga kinni! Missuguseks muutub käsi? 8. Katsu käega oma südame töötamist! 9. Vaatle looma südame ehitust! 10. Kuula mõne kaasõpilase südame tuksumist! 11. Otsi üles tuiksooned käerandmes, meelekohas ning kaelas ja katsu pulsilöögid ära lugeda! 12. Loe vanal inimesel ja lapsel pulsilöögid ühe minuti jooksul! 13. Loe oma südame löögid rahulise tegevuse korral ja peale suurt jooksu! 14. Mõõda oma soojust kraadiklaasiga!

Veri on vahetalitaja kõigi kehaosade vahel. Veri võtab keha kudedele tarvilikud ained — valgu, rasvad, süsivesikud, soolad ja vee seedimisorganitelt ning kopsust hapniku ja viib need ained igasse viimasesse kui keharakku; sealt saab ta süsihapu gaasi, kusiaine kui ka teised ärakasutatud, kehale kahjulikuks muutunud ained ja toimetab kopsu, naha ning neerude kaudu välja. Igal inimesel peab verd küllalt olema, et seda jätkuks igale poole.

Täiskasvanud tervel inimesel on verd umbes $^1/_{13}$ oma keha raskusest. Inimese veri on harilikult 37° C. soe ning soolaka maiguga punane vedelik. Veri koosneb vereleemest ja verelibledest (rakkudest). Vereleem ei ole ühtlane kogu, vaid temast saab hüübimise teel veel fibriini eraldada; järelejäävat vedelikku kutsutakse seerumiks ehk verevadakuks. Vere hüübimisel on suur tähtsus, sest ta paneb väikesele haavale kui korgi ette ja ei lase verd edasi välja valguda. Värsket veretilka mikroskoobiga vaadeldes näeme seal punaseid ja valgeid vereliblesid (194. joon.). Punased libled on keskelt kokku surutud, tuumata sõõrjad rakud; vastväljalastud veres kogunevad nad rullidesse. Punastes verelibledes — punalibledes — on rauda sisaldav värvaine verepuna ehk hemoglobiin. Hemoglobiinil on suur tung hapnikuga ühineda, ja kui veri kopsust läbi läheb, muutub ta helepunaseks. Kopsust tulevat helepunast verd kutsutakse tuiksoone-vereks. Veri aga, mis oma hapniku on kudedele ära annud ja sealt süsihaput gaasi asemele saanud, on tumedavärviline ja teda nimetatakse tõmbsoone-vereks. Punaliblesid on veres niivõrt palju, et kui nad üksteise kõrvale seada, siis moodustub pindala, mis on 2000 m² suur. Selle suure pinnaga saavad väikesed libled palju hapnikku laiali kanda. Nad kasvavad punases luuüdis, on töövõimelised mõni nädal ja lagunevad siis põrnas ja maksas.



194. joon. Veretilk mikroskoobi all. a — valged; b — punased libled.

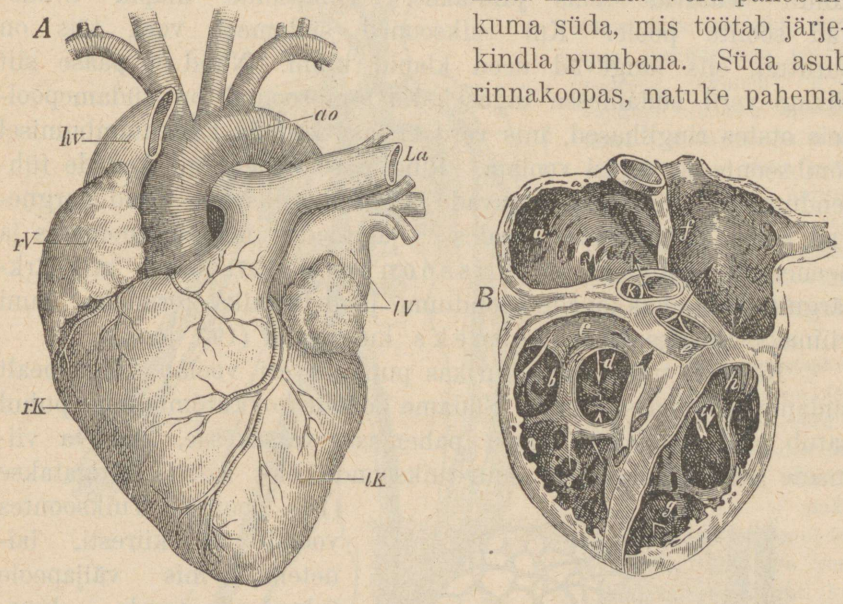


195. joon. Valged verelibled. a ja b — rahulises olekus; c ja f — amööbitaolised liigutused.

Valged verelibled — valgelibled — on suuremad, ilma kindla kujuta ja võivad enestest harusid välja sirutada (195. joon.). Neil on tähtis ülesanne inimese kehas täita. Nad on esimesed vahipostid, kes kehasse sattunud haiguseidude kallale tormavad, neid endisse imevad ning hävi-

tavad ja selle tegevusega keha tervise eest hoolitsevad. Haavades olev mäda ongi bakteritega võitluses hukkunud valged verelibled. Valgeid vereliblesid on palju vähem kui punaseid: iga viiesaja punase verelible kohta tuleb üks valge. Valged verelibled kasvavad põrnas, mahlanäärmeis ja luuüdis. Haiguseidude kehhasattumisel tekib neid rohkem kui harilikult.

Et veri võiks oma ülesannet täita (aineid üle kehaosade laiali kanda ja kõlbmatuid välja viia), peab ta kehas vahet pidamata liikuma. Verd paneb liikuma süda, mis töötab järjekindla pumbana. Süda asub rinnakoopas, natuke pahemal

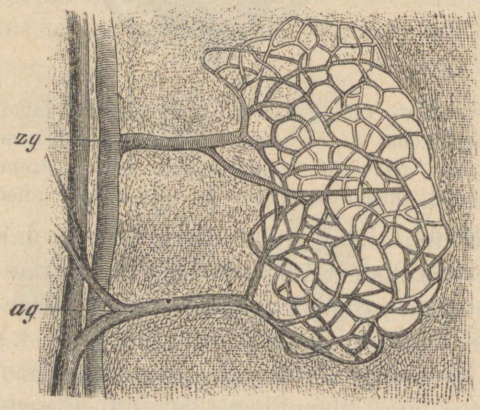


196. joon. Süda. *A* — eestpoolt vaadates. *rK* — parem, *lk* — pahem südamevatsake, *rV* — parem, *lV* — pahem koda, *ao* — aort, *La* — kopsu tuiksoon, *hv* — tõmbsoon. *B* — pikiläbilõik. *a* — parem, *f* — pahem koda, *bd* — parem, *gi* — pahem vatsake, *h* ja *c* — klapid südamevatsakese ja veresoonte vahel.

pool kopsupoolte vahel, ja teda ümbritseb südamepaun (196. joon.). Ta on umbes rusika suurune vöödilistest lihastest koosnev kotitaoline elund. Piki-vahesein jaotab ta paremaks ja pahemaks südamepooleks. Kumbki pool on rist-vaheseina läbi jaotatud kojaks ja vatsakeseks. Parema ja pahema poole vahesein on umbne, kodadest pääseb vatsakestesse aga klappidega suletud avauste kaudu, mis ainult vatsakeste poole lahti käivad. Südamelihas töötab järgukaupa. On kojad verega täitunud, siis tõmbuvad nad kokku ja suruvad vere vatsakestesse. Selle järele tõmbuvad

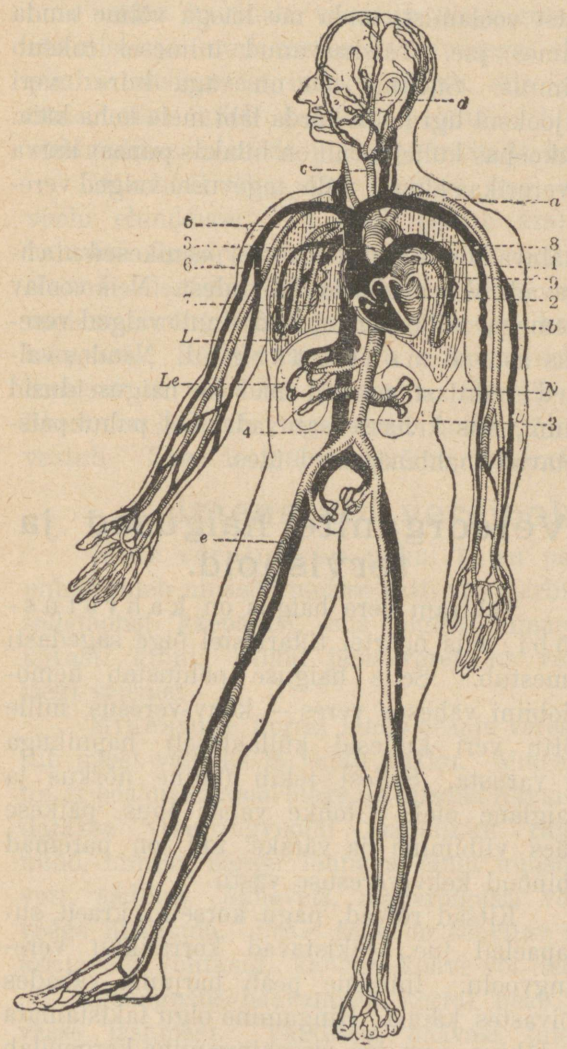
vatsakesed omakorda kokku ja rõhuvad vere südamest viivaisse suurtesse soontesse. Nii võib siis veri ainult ühes kindlas suunas südamest läbi voolata. Südamest läheb veri kehasse ja tuleb sealt isesuguseid torusid mööda südamesse jällegi tagasi. Neid torusid kutsutakse veresoonteks. Sooni, mida mööda veri südamest välja jookseb, kutsutakse tuiksoonteks, teisi, mille kaudu ta südamesse tagasi voolab, tõmbsoonteks. Südame ja veresoonte vahel on samuti klapid, mille kaudu verd ainult teatavas sihis juhitakse. Tuiksoonte klapid avanevad soonte poole. Kui tuiksooned südamest verd täis on surutud, siis langevad need klapid kinni. Nüüd ei pääse siit tilkagi verd südamesse tagasi. Ka tõmbsoontel on südamepoolseis otstes ringlihased, mis verd ei lase kodade kokkutõmbumisel tõmbsoontesse tagasi voolata. Ringlihased ahenevad kodade tühjendumisel. Südamest algavad jämedad tuiksoone torud hargnevad keha kaugemaisse osadesse, jagunedes ikka peenemaiks ja peenemaiks torudeks — juussoonteks (197. joon.), mis järkjärgult jälle hakkavad koonduma jämedamaiks torudeks, kuni viimaks ühiseks tõmbsooneks kujunevad (197. joon.).

Kopsust tulev hapnikurikas punane veri voolab kõige pealt südame pahemasse kotta. Südame kodade kokkutõmbumise puhul satub veri pahemast kojast pahemasse vatsakesse, kust ta viimaste kokkutõmbumisel suur-tuiksoonde ehk aorti tõugatakse (198. joon.). Tuiksoontes voolab ta kiiresti, lainetena, mis väljapoole tuksetena tunda. Juussoontes jääb voolus aeglasemaks; seal annab veri igale rakule hapniku ja tarvilikud toitained, saades selle vastu süsihaput gaasi ja mitmesuguseid jätiseid. (Kudede ühinemist hapnikuga tulebki inimese kehas põlemiseks pidada, sest sel puhul tekib, nagu igal teiselgi põlemisel, süsihaput gaasi ja soojust). Siit koondub veri kahte suurde



197. joon. Juussooned. *zg* — tuiksoon, *ag* — tõmbsoon.

tõmbsoonde, mille kaudu ta satub paremasse südame eeskotta. Seda ringvoolu kutsutakse suureks vere-ringvooluks. Südamevatsakeste kokkutõmbumise puhul jookseb ka süsihapu gaasi rikas veri paremast kojast paremasse vatsakesse ja paisatakse sealt viimase kokkutõmbumise tagajärjel kopsu tuiksoonde, mis kopsus



198. joon. Inimese vere-rigvool. 1. — pahem eeskoda; 2 — pahem südamevatsake; 3 — suur tuiksoon ehk aort, mis järgmistesse peaharudesse jaguneb: a — rangluu tuiksoon, mis üle läheb õlavarre tuiksooneks b; c — suur kaela tuiksoon, millest hargub oimu tuiksoon; e — reie tuiksoon; 4 — alumine õõnes tõmbsoon; 5 — ülemine õõnes tõmbsoon; 6 — parem koda; 7 — parem südamevatsake; 8 — kopsu tuiksoon (sisaldab tõmbsoone verd!); 9 — kopsu tõmbsoon (sisaldab tuiksoone verd!); L — kops, Le — maks, N — neer. Südame õõned, mis tuiksoone verd sisaldavad, on samuti kui kõik tuiksooned (võrdle aga kopsu tuiksoont!) heledalt kujutatud; tõmbsoone verd sisaldavad õõned aga on samuti kui tõmbsooned (v. kopsu tõmbsooni) mustalt joonistatud. Ainult peas, kätes ja jalgades on kujutatud soonte peenemad harunemised.

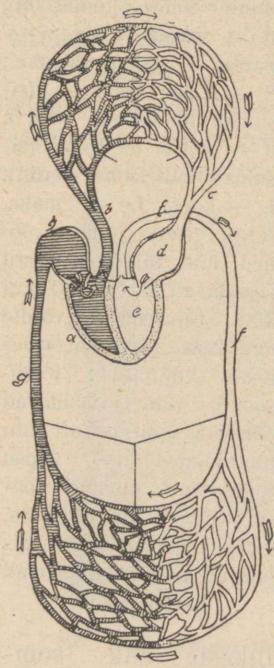
hulgaks juussoonteks haruneb. Kopsumullikeste ehk -sompude seinu ümbritsevaist juussoontest läbi voolates annab veri süsihapu gaasi ära ja saab vastu hapnikku. Siit koondub

ta suuremaisse soontesse ja voolab helepunasena kopsu tõmbsoone kaudu südame pahemasse kotta. Seda ringi kutsutakse kopsu ehk väikeseks vere-ringvooluks (199. joon.).

Südame järgukaupa kokkutõmbumine ehk tuksumine, mida me selgesti võime rinna vastu pandud kõrvaga kuulda, sünnitabki tuiksoontes lainelist voolamist, mida me käega võime tunda meelekohtades, käerandmes jne. Täiskasvanud inimesel tuksub süda 60—80 korda minutis. Südame töö on väga kiire: veri jõuab selle tõttu minuti jooksul ligi kolm korda läbi meie keha käia.

Pahemal pool kõhukoopas küljeluie all on lillakas punast karva elund — põrn. Ta on vererikas elund, mille tegevusel valged verelibled valmivad.

Veresoonte kõrval läbivad terve meie keha veel peenikesed mahlasooned. Need algavad rakuvahelistest käikudest. Neis voolav vedelik sarnaneb vereleemega, mille sees ujuvad ainult valged verelibled. Mahlasoonestikus asuvad mahlanäärmed. Nendes valmivad valged verelibled; ühtlasi peavad nad ka haiguseidusid kinni, mis kehasse satuvad. Sel puhul paistetavad mahlanäärmed üles.



199. joon. Vere-ringvool. Skemaatiline kava.

Vereorganite haigused ja tervishoid.

Tähtsam vere haigus on kahvatustõbi, mis noortel tütarlastel õige sagedasti ilmestub. Selle haiguse põhjustab hemoglobiini vähesus veres — kehv-veresus, mille tõttu veri kudesid küllaldaselt hapnikuga ei varusta. Sellest tekib üldine nõrkus ja haiglane olek. Rohke vabas õhus, päikese käes viibimine ja värske toit on paremad abinõud kehv-veresuse vastu.

Kitsad rõivad, nagu korsetid, kraed, sukapaelad jne., takistavad korralikku vere-ringvoolu. Inimene peab harjuma vabades rõivastes käima. Hingamine olgu takistamata ja tõhtus, sest iga sissehingamine kergendab vere südamesse voolamist ja väljahingamine vere laialivalgumist veresoontesse. Ka lihastele peab püüdma anda vaheldumisi kokku-

tõmmatud ja väljasirutatud seisundit, et vere-ringvoolu neis korras hoida (aerutamine, ujumine, pallimäng, võimlemine). Lihaste, eriti südamelihaste vähese tarvitamise tagajärjel kasvab süda rasvaga läbi — rasvastub — ja läheb nõrgemaks. Seepärast ei tohiks me kunagi anduda laisale elule. Kuid ei tohi oma südat ka liialt väsitada ülepingutatud jooksu, marssimise, tõstmise ja muu sarnase tegevusega. Kui südame kiire kloppimine väsimusest märku annab, siis ei pea teda enam pingutama, vaid tuleb katsuda puhata. Liigsest pingutusest võib südamelihas laieneda ja seega tekitada haiglast olekut.

Alkoholil (õlu, viin, liköörid jne.) on suur mõju vere-ringvoolu elundeisse. Ta imab (kisub ära) veresoonte koest vett, halvates seega nende tegevust. Alkoholi tagajärjel lähevad veresooned laiemaks. Viinastunud olekus on naha all rohkem verd voolamas ning inimene tunneb sooja, kuid seejuures jahtub veri hoogsasti. Külmal ajal võib inimene sel puhul ära külmetuda, ilma et ta seda ise märkaks. Samuti ärritab alkohol südamelihast hoogsamale tegevusele, mille tõttu süda laieneb ja rasvastub. Tema loomulik töövõime kahaneb.

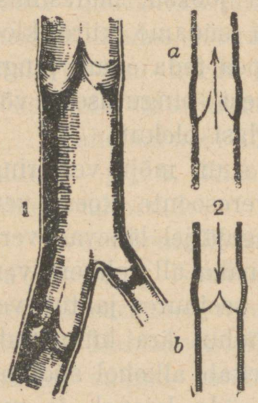
Esimene abi verejooksu puhul.

Nina verejooksu puhul katsu pead ülespidi hoida. Sel puhul tuleb ninasõõrmeisse vatti või marlit toppida. Ei ole midagi selletaolist käepärast, siis pigista ninasõõrmed sõrmede vahel kõvasti kinni. Nüüd jääb verejooks vere hüübimise tagajärjel isegi seisma.

Minestuse korral läheb peaaju verest tühjaks, inimene muutub näost valgeks ja vajub kokku. Minestanu tuleb pikali panna, nii et pea madalamal oleks, ja kitsaist rõivaist vabastada. Nii võimaldatakse vere-ringvoolul korralikku ringkäiku. Haigele tuleb nüüd mingit kange lõhnaga ainet nuusutada anda (ammoniaakvett, äädikat, lõhnavett, mädarõigast) või nägu ja rind külma veega niisutada. Peale selle on soovitav ülesärganule anda südat ärritavaid rohtusid, kanget kohvi või teed, Hoffmanni tilkasid.

Igasuguste haavamiste korral peab hoiduma mustust haavasse laskmast. Väikesest haavast tuleb kõige pealt natuke verd välja pigistada ja haav siis puhta, hiljuti triigitud lapiga või marliga kinni siduda. Enne sidumist tuleks haav veel jooditinktuuriga määrida, siis ei ole mädanemist karta.

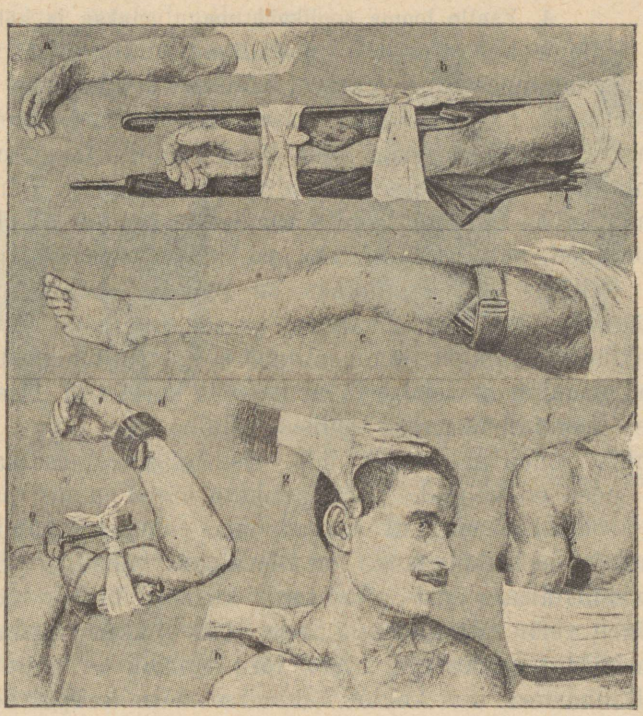
Tuiksoontes on südame tõuked tunduvamad ja katkilõigatud tuiksoontest purskub heledat verd südamelöökide taktis järgukaupa välja. Tuiksoone-haavad on väga elukardetavad ja ainult ettevaatliku soone-kinniõmblemisega võib arst haavatu elu päästa; tuiksoone rikkeid tuleb harvemini ette, sellepärast et need sooned enamail juhuseil sügaval lihaste all asuvad. Tõmbsoontes voolab veri ühtlaselt ja südame tõukeid ei ole siin enam tunda. Neis on klapid, mis ainult südame poole lahti käivad (201. joon.). Haavamise puhul niriseb tõmbsoontest tumedat verd välja; nende vähemad haavamised ei ole elukardetavad ja paranevad peagi, kui haav korralikult kõvasti kinni seotakse. Tõmbsoone vigastused on õige sagedad, sellepärast et palju tõmbsooni asub keha pinnaosas, kus nad siniste joontena meile silma paistavad. Väikesed haavamised puudutavad ainult juussooni (näit. nõela piste) ja vere nirisemine jääb siin iseenesest seisma, sellepärast et veri õhu käes tardub, hüübib.



200. joon. 1) Avatud tõmbsoon. 2) Tema klappide teotsemisviis: a — vere edasivoolamise, b — vere seismise aegu.

Tuiksoonte vigastuste puhul peab püüdma haavast südamele lähemal olev tuiksoone osa üles otsida ja siis seda soont kõvasti kinni pigistada (201. joon.). Kinnipigistamist toimetatakse käega või rätiku varal, kusjuures side mõne pulga või võtmega nii kõvasti kinni pööratakse, et haavast verd enam välja ei tungi. Selle sidumiseks on meesterahva venivad traksipaeladki väga kohased. Seesuguse haavamise puhul peab arst tuiksoone kinni õmblema ja verejooksu takistava sideme kiiresti ära võtma, sest kui see kauaks peale jääb, võib liige täiesti ära surra. Putukate (mesilase) nõelamise puhul määritagu haavakohta ammoniaakveega. Hullu koera hammustamise ja ussi nõelamise puhul puhastatagu haava piiritusega või ammoniaakveega, seotagu jalg ülevaltpoolt haava kinni, nagu tuiksoonegi haavamisel. Vastumürgiks võetagu mitu napsi viina. Sel puhul ei pane viin purju. Nõelatu pöördugu aga otsekohe peale esimese abi saamist arsti poole. Nõelamis-

mürki võib suuga, kui see täiesti terve, haavast välja imeda või kuuma rauaga välja põletada.



201. joon. Esimene abi luumurdude ja haaviste puhul. a — käsivarre murd; b — abiside; c — jalaside haavamise puhul; d — ussihaavamisel seotud käsi; e — pulga tarvitamine tuiksoone vigastuse seose puhul; f — käe side käsivarre haavamise puhul; g ja h — tuiksoonte kinnisurumine pea ja õla juures.

Tervishoiulised käsud. 1. Tee kehalisi harjutusi, et vereringvool korralikult toimuks.

2. Ära tee ülisuuri kehalisi pingutusi, mis südame laienemist välja võivad kutsuda.

3. Haavade juures pea piinlikku puhtust!

Ülesanded ja küsimused. 1. Miks sureb inimene ära, kui veri välja jookseb? 2. Mispärast koondub mädanevaile haavadele palju valgeid liblesid? 3. Mis rohtu kirjutab arst kehv-veresuse puhul? (Raudasisaldavat.) 4. Kus kohal puhastub veri ja kus korjub temasse äratarvitatud aineid? 5. Joonista südame ja vere-ringvoolu kava! 6. Missugune veri on a) suurtes keha tuiksoontes, b) keha tõmbsoontes, c) kopsu tuiksoontes, d) kopsu tõmbsoontes? 7. Kus valmivad punased ja valged verelibled?

Seedimisorganid.

Vaatlused. 1. Vaatle oma hambaid, keelt, keelealust ja kurku peeglis! 2. Pane tähele, kuidas suhu rohkem sülge kor-

jub, kui näed midagi maitsvat. 3. Tuleta meelde, mis maik on toidul, kui ta peale söömist maost oksena tagasi tuleb. 4. Vaatle looma soolikaid, magu, maksa ja kõhunääret!

Meie keha tarvitab oma ülesehitamiseks, jõu valmistamiseks ja kehatemperatuuri teataval kõrgusel hoidmiseks vahet pidamata toitaineid, nagu valkusid, rasva, süsivesikuid, soolasid, vitamiine ja vett. Kõiki aineid, mida keha vajab, saame toidust. Toit on inimesele sama, mis kütteained jõumasinale. Inimene põletab oma kehas toitaineid, mille saaduseks on töö ja keha soojus. Meie toitained, nagu suhkur, liha, sai, kartul ja teised, põlevad kergesti.

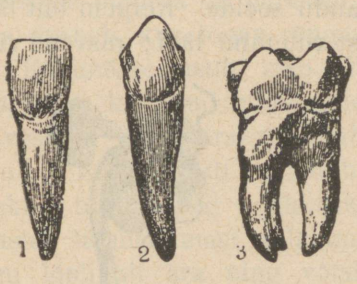
Kõige jõu algallikaks on päikese soojus. Nagu varemini nägime, ehitab taim valguse ja soojuse mõjul lihtollustest, süsinikust, vesinikust, lämmastikust ja teistest ollustest, mida ta õhust ja maapinnast leiab, väga peenelt koostatud liitaineid. Seejuures koondub taimesse päikese jõudu, mis taime põlemisel keemilise jõuna nähtavale tuleb. Osa toitaineid sisaldab lämmastikku — need on valgud. Lämmastikuta ained on süsivesikud ja rasvad.

Seedimisorganid asuvad oma enamuses kõhukoopas; ainult suu ja neel (söögikõri) on ülevalpool vaheliha. Seedimisorganid moodustavad ühise pika toru, kus toit ümber töötatakse ja jõuained verre saadetakse. Selle toru pikkus võrdub inimese kolmekordse pikkusega. Sooletoru seinad on ehitatud rõngas- ja pikilihastest, mis kokku tõmbudes toitu torupidi edasi saadavad. Seestpoolt on sooletoru maost kuni pärasooleni limanahaga vooderdatud. Väljastpoolt katab teda õrn libe nahk, n. n. kõhukelme. Seedimisorganid jagunevad mitmesse ossa: suu hammaste ja süljenäärmetega; kurk neeluga; magu ja sooled, mis jagunevad peensooleks, jämesooleks ning pärasooleks. Seedimise elundikavva kuuluvad veel kaks elundit: kõhunääre ja maks, mis seedimismahlu eritavad.

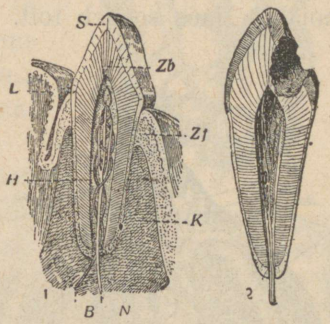
Toidu ümbertöötamine ja seedimine algab juba suus. Siin jahvatatakse ta hammastega peeneks. Inimesel on 32 hammast. Kummalgi ülemise kui ka alumise lõualuu poolel on 2 eesmist ehk lõikhammast, üks silmahammas (kihv), kaks eel- ja kolm päris-purihammast (202. joon.). Teravate lõikhammastega hammustatakse ja tõmpide purihammastega jahvatatakse toit peeneks. Lõualuus asuvat hamba osa nimetatakse juureks, väljaküündivat osa — krooniks. Juure otsas oleva augu kaudu lähevad hamba sisse, säsisse, veresooned ja ergud.

Hammas on ehitatud kõvast ainest, mida hammasluuks kutsutakse (203. joon.). Krooniosa on veel hästi tiheda ja kõva kestaga — hambavaabaga kaetud. Hamba juurt katab õhuke luukord — tsement, mille varal ta lõualuuga ühineb.

Hambad ei kasva korraga suhu;



202. joon. 1 — lõikhammas; 2 — silmahammas; 3 — purihammas.



203. joon. Alumise lõikhamba pikiläbilõik. S — hamba vaap; Zb — hammasluu; 2 — rikutud hammas; H — veresooned ja hamba erk.

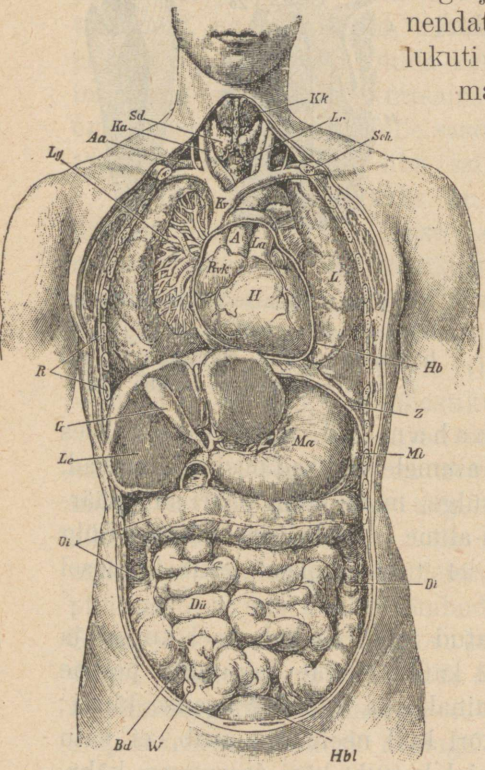
lapsele tulevad alguses n. n. piimahambad, mis 6-—7-aastases eas järk-järgult ära tulevad; nende asemele ilmuvad püsivad hambad.

Suhu nõrgub söömise ajal sülge, mida kolm paari süljenäärmeid valmistavad: põse-, lõualuu-alune ja keelealune nääre. Sülg muudab tärklisained suhkruks. 24 tunni jooksul tekib inimesel sülge 1 liitri ümber.

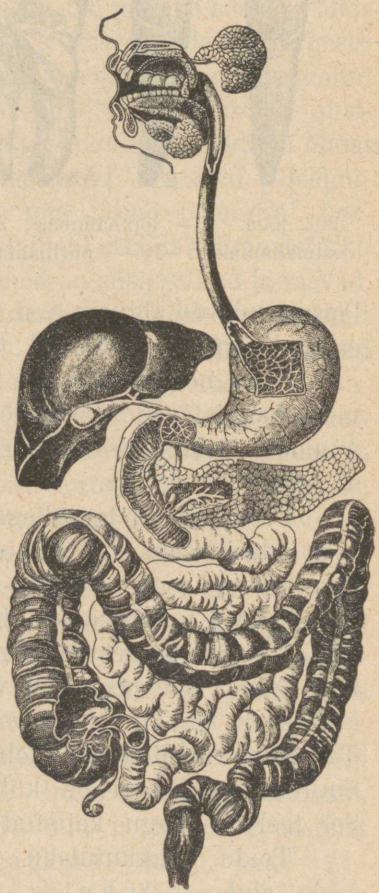
Peenendatud ja süljega segatud toidu tõukab keel kurku ja sealt edasi neelu. Neelamise ajal katab suulae tagumine pehme osa, kurgupuri, kurgu- ja ninakoopa vahelise avause kinni; nii ei pääse toit ninasse. Ehk kõri küll neelu ees asub, ei satu toit mitte sinna, sest neelamise ajal kattub kõri isesuguse kõhrkaanega. Peale neelamist vajub kurgust tulnud toit neelu mööda iseseisvalt makku. Magu on paksude lihaserikaste seintega kott. Ta asub vaheliha all kõhukoopa pahempoolses ülemises osas. Suurem osa maost on küljeluude ja alumiste rinnaluude varjul. Sel teel on magu kaitstud löökide ja mõne muu vigastuse eest.

Toidu makkutuleku kohal — maolävises — kui ka soole alul — lukutis — on tugevad rõngaslihased. Seestpoolt vooderdab magu limanahk, mille rakud eritavad soolhapet ja pepsiini. Makku jõudev pudruks muutunud toit, mis veel sülje toime all, segub siin aegamisi maolimaga. Maolima soolhape ühes pepsiiniga lahustab valgu, sest see võib ainult lahu-

sena verre pääseda. Soolhappe toimel hävivad paljud toidus leiduvad pisikud. Maolimas on veel laapi, mis piimavalku sadestab ja nii siis seda kauemini pepsiini ümbertöötava toime all hoiab. Maos soeneb toit. Ühtlasi on magu suurem tagavara-ait. Aeg-ajalt allapoole nihkudes liigub peenendatud ja maolimaga segatud toit maolukuti kaudu soolde. Kergem toit läheb maost rutemini läbi; rasvane viibib



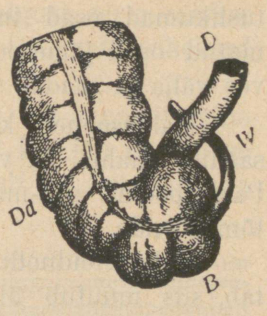
204. joon. Sisemised organid. *A* — suur tuiksoon (aort), *Aa* — käe tuiksoon, *Bd* — umbsool, *W* — ussjätk, *Dü* — peensool, *Di* — jämesool, *Le* — maks, *G* — sapipõis, *H* — süda, *Hb* — südame paun, avatud, *L* — kops, *La* — kopsu tuiksooned, *Lg* — kopsu veresooned, *Lr* — kõri, *Ma* — magu, *Mi* — põrn, *Z* — vaheliha, *R* — küljeluud, *Hbl* — põis.



205. joon. Seedimisorganid.

seal kauemini, 4—5 tundi. Maolukutist algavat peensoole ülemist osa kutsutakse kaksteistsõrmik-sooleks. Siia suubuvad kõhunääre ja maks, mis oma lima peensoolde saadavad (204. ja 205. joon.).

Peensool on pikk toru, mis oma käänudega kõhukoobast täidab ja keskmetega selgroo külge kinnitub. Kõhukoopa parempoolses alumises osas laieneb ta lõpp jämesooleks, mille alul on umbne jätk — pimesool ussjätkuga (206. joon.). Jämesoole lõpposa on pärasool, mis pärakuna avaneb, kus tugev rõngaslihas

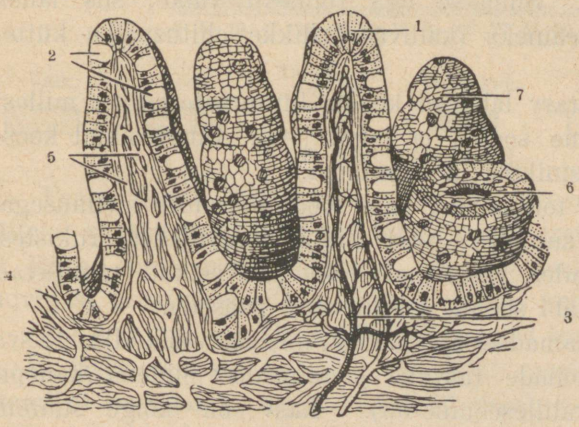


206. joon. Umbsool ussjätkuga. *D* — peensoole lõpposa; Dd — jämesoole algus; B — umbsool ühes ussjätkuga (W).

Kõhunääre asub mao all ja eritab lima, mis kõigisse toiduosadesse (valk, süsivesikud ja rasv) ümbertöötavalt mõjub. Kõige pealt muudab ta, nagu sülgki, tärklisained suhkruks; ühtlasi lõhustab ta maolimast sulatamata jäänud valgu lõplikult ära ning võtab ühes sapiga osa rasva seedimisest, lõhustades seda glütseriiniks ja rasvahappeiks. Lõhustatuna pääseb rasv läbi sooleseinte verre, kus ta uuesti rasvaks koondub.

Maks on suur pruun elund ja asub kõhukoopa parempoolses ülemises osas. Ta nõristab sappi, mis sapipõide korjub, kust ta toidu ümbertöötamise ajal soolde läheb. Sapp mõjub rasvadesse ja teeb need kehadele vastuvõetavaks.

Toidu verre imendumine algab maos. Siin imenduvad verre peaasjalikult lahustunud soolad, suhkur ja väikesel mõõdul valgud. Suurejooneline imendumine toimub peensooltes. Siin tungivad lahustatud valk, süsivesikud ja lõhustatud rasv läbi peensoolte hattude seinte (207. joon.). Hattudes leidub suurel arvul toidu vastuvõtjaid juussooni ja mahlasooni. Toidu väär-



207. joon. Peensoole sisepinna hatud, vere- (3) ja mahlasoontega (5). (Suurendatult.)

tuslikumad osad imbuvad peensoole kaudu verre, kuna kõlbmatud osad jämesoolde edasi lähevad; jämesool kurnab siit veel vee välja ja saadab ülejäänud jätised pärasoole kaudu kehast välja.

Mahlasooned koguvad valge piimja vedeliku, seedimisest saadud mahla, ja viivad ta suuremaisse mahlatorudesse edasi. Parempoolne pea-mahlatoru valab oma sisu rangluu juures vere tõmbsoonde.

Tuleb toiduollust kehasse rohkem, kui inimene seda tarvitab, siis muutub ülejäänud osa rasvaks, mis peaasjalikult rasvkoena naha alla tagavaraks koguneb. Puudulikul toitmisel ammutab keha omale kütteainet just sellelt tagavaralt.

Seedimiselundid on peenike keemialaboratoorium, mis looma- ja taime-aineid lahustab ja neist inimese valgud, rasva ja süsivesikud koostab.

Toit. — Toidu aineline koosseis.

Tähtsamad valku ehk „munavalget“ sisaldavad toidud on liha, munad, piim, vaar (paks piim) ja juust. Taimedest on valgurikkad iseäranis kaunaviljad ja teravili. Toiduks kõlbavad loomade kui ka taimede valgud. Taimesööjad loomad ehitavad oma keha ainult taimede valkudest. Lapsed kui ka täiskasvanud tarvitavad valke uute rakkude ehitamiseks, esimesed eriti rohkesti piimavalku. Süüakse aga rohkesti valke, siis läheb osa temast liht-kütteaineks (kalliväärtuslikke ehituspalke küttematerjaliks).

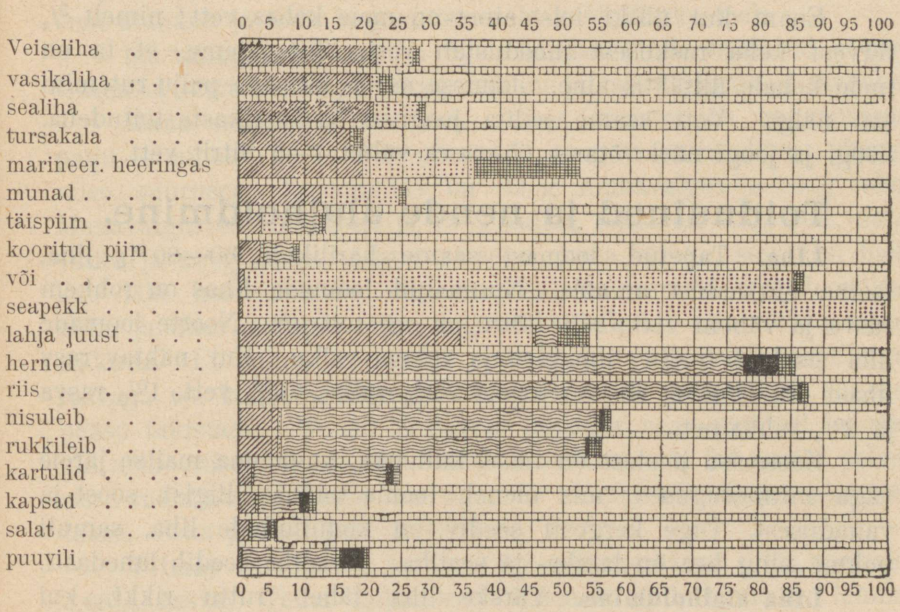
Süsivesikud ja rasv lähevad kehale küttematerjaliks, millest sünnivad keha alaline soojus ja tegev jõud. Süsivesikud koosnevad süsinikust, vesinikust ja hapnikust.

Süsivesikulised toiduained, mis looduses suure levimusega, on jahu, tärklis ja suhkur. Neid leidub teraviljades, rukistes, nisudes, kaertes, otrades, riisis jne. Kõik süsivesikud muutuvad kehas suhkruks, et läbi soonte seinte verre pääseda.

Rasv koosneb samadest algainetest, mis süsivesikudki. Rasva saame või näol, loomade rasvana ja taimedest õlidena (kanepiõli, õlipuu-õli; päevalilleseemne-õli). Rasv on kõige suurem soojuse andja: ühest grammist rasvast saab põlemisel 9,3 kalorit sooja, 1 g suhkurt annab 4,1 kal., 1 g valke 4,1 kal. Täiskasvanud inimene tarvitab oma päevasel tegevusel ja soojuse

loomisel umbes 3000 kalorit, mida ta 100 g valgust, 50 g rasvast ja 500 g süsivesikuist saab. Ülevaltähendatud toitainete vahekord on katsete varal kindlaks tehtud.

Nagu eespool-esitatust näeme, on inimese toit segatoit, mille koosseisus ta siiski kõige rohkem süsivesikuid kui jõu ja soojuse andjaid tarvitab. Valkusid võib toidus ainult $^1/_5$ süsivesikute hulgast olla.



208. joon. Toidutabel.

Peale nende peab meie toit veel s o o l a s i d sisaldama. Näiteks rauasoolade puudusel tekib kehv-veresus, vosvori puudusel jäävad luud nõrgemaks jne. Neid soolasid saame aedviljast, puuviljast, marjadest. Söögisoola pruugime puhta mineraalsoolana.

Juba ammu on tähele pandud ja uued teaduslikud uurimised on kindlaks teinud, et meie toit peab peale nimetatud ainete **vitamiini** sisaldama, mida harilikult värskes toidus leidub. Iseäranis tarvilikud on vitamiinid lapse kasvavale kehale. Nende puudumisel tekivad mitmesugused arenemisvead, nagu inglistõbi ehk rahiit, skorbuut jne. Vitamiinirikkad toidud on piim, muna-

rebu, roheline aedvili (spinat, kapsad, salatid, tomatid) ja juurvili (peedid, naerid, porgandid), rukki- ja nisuleib.

Valkude toitu ei tohi kunagi liiga kõrgelt hinnata ja sellepärast rohkesti lihatoite tarvitada. Sest õigust ütelda sisaldab 100 g leiba rohkem toiduühikuid kui 200 g liha. Täiskasvanud inimene ei vaja valke kunagi niisuguses rohkuses, kui neid tarvitatakse (208. joon.).

Enam kui ühtki teist ainet on meie kehas vett; nimelt $^3/_4$ tervest keha raskusest moodustab vesi. Siit näeme, et ta on meie kehale ülitähtis aine. Janusse sureb inimene palju rutemini kui nälga. Vett saame puhta joogivee ja veerikaste toitudena. Söögi ja joogi näol võtame öö-päeva vältel 4—5 liitrit vett.

Toiduained ja nende alalhoidmine.

Liha. Tapetud loomast saame harilikult 60—80 % liha, looma elukaalust arvates. Nuumatud loomade lihas on rohkem rasva ja vähem vett; selle tõttu on see toitvam. Noorte loomade liha sisaldab palju liimainet ja vähem valku. Kui nähtav rasv lihast eraldatakse, siis on temas 20% valke, 76% vett, 1% rasva ja 3% tuhkainet.

Koosseisu poolest on lihad küll üks, kuid oma maitse järele väga mitmesugused, mis oleneb looma toidust, liigist, soost ja vanadusest. Õige kergesti seediv on kodulindude liha, samuti pehme ning hea on lamba- ja sealiha. Kalaliha seedib lahedasti.

Liha alalhoidmine. Värske liha läheb ruttu rikki, kui vabalt õhu käes seisab; teda peab kuidagi moodi konservima, et kauemini alal hoida. Liha võib külmutatult õige hulk aega värske seista. Värske liha edasitransportimiseks tarvitatakse isemoodi ehitatud külmutamisvaguneid ja laevu.

Jääkeldrite pidamine on soovitav, sest see võimaldaks koduses majapidamises palju kauemat värske liha tarvitamist. Külmutatud liha peab pärast sulatamist ruttu ära pruugitama, — muidu läheb ta peagi halvaks.

Soolamine on meil sagedamini tarvitusel olev liha alalhoidmise võte. Hästi soolatud liha seisab õige kaua. Soolamiseks pruugitakse harilikku keedusoola ja vähesel määral salpeetrit. Soolamisel läheb umbes 2% valke ja 30% ümber lihasoolasid soolvee sisse, mis liha toitvust alandab.

Mõnel puhul kuivatatakse soolatud liha ja kala veel

õhu käes; sel kombel võivad nad palju kauemini toidukõlvulistena püsida. Ka suitsutatakse soolatud liha aegapidi puusuitsu käes; selle tagajärjel kaotab liha osalt vett ja konservub suitsus olevate desinfitseerivate ainete, nagu puu-äädika, kreosoodi jne., varal. Suitsutatud liha võib kaua seista. Ka oleks vorstiks aetud ja vorstina suitsutatud liha hea toit, kuid kahjuks topitakse sinna tihti alaväärtuslikku liha, mis vorsti toitvust alandab ja teda koguni tervisele kahjulikuks teeb.

Iga vähegi kahtlane liha olgu arstiliselt järele vaadatud, et tarvitamisel tema kaudu paelusse, trihiine ja muid haigusi ei saadaks.

Muna on väga hea toit. Ühes kanamunas on niisama palju toitaineid kui 150 g piimas ja 40 g rasvases lihas. Keskmise suurusega kanamunas on 39 g munavalget ja 16 g rebu. Munavalges on 87% vett ja 13% valku, rebus on 50% vett, 25% valku ja 25% rasva. Muna ei seisa kaua värske, sest vesi hakkab läbi koore-aukude välja aurama; ta asemele tungib väljast õhku ja ühes sellega mitmesuguseid pisikuid, mis võivad muna rikkuda. Et muna kauemini alal hoida, peab neid vaseliiniga, rasvaga või kolloodiumiga üle võidma, et seega pisikute juurdepääsu takistada. Munad seisavad pikemat aega värsked ka siis, kui neid tuha või saepuru sisse maetakse või ka puhta paberi sisse mähitakse. Tähtis on aga, et ruum, kus mune alal hoitakse, oleks puhas, kuiv ja jahe.

Piimas on üle 4% valku, 4,9% piimasuhkrut, 0,7% soolasid, 3,68% rasva. Tema kokkusead teiseneb küll, olenedes lehmatõust ja toidust.

Seistes muutub piimasuhkur piimahappeks ja valk tõmbub kokku — kalgendub, muutub hapupiimaks. Piim on ainus toit lapsele esimestes aastates. Ka täiskasvanuile on piim heaks toidupooliseks. Haigetele antakse teda palju kui kergesti seedivat toiduainet. Piima seistes korjub ta pinnaosasse rasvaine — koor, mis või valmistamiseks sealt ära kooritakse. Separaatoritega võetakse kõik rasvaine piimast välja. Kooritud piima jääb veel küllalt toiduolluseid. Seal on täielikult säilimas valk ja piimasuhkur. Hapupiimast võib ahjus või kuumal pliidil vaara ehk paksu piima saada. Meie rahvas peaks vaara kui ülikergesti seeditava toidu tarvitamist enam silmas pidama. Paksust piimast järelejäänud leem sisaldab veel toiduosasid, nimelt suhkrut ja sooli, mida sünnis on sigade toiduks tarvitada.

Juustu saame värskest piimast, mille valgud vasikamao fermentide toimel kokku tõmbuma aetakse. Paremad sordid juustu saame täispiimast, odavamad, lahjemad — kooritud piimast. Juust sisaldab küll rohkesti pisikuid, aga need ei ole meile kahjulikud. Oma valgusisalduse poolest on juust ülihea toiduaine.

Piim on väga õrn toidupoolis, kus pisikud kergesti kasvama hakkavad. Mõnedki perenaised on näinud, et piim on veniv. Seda piima viga tekitavad mitmesugused pisikud, kes õhust või udarast piimasse on sattunud. Ka punase ja päris sinika piima sünnitajateks on enamail juhuseil samuti pisikud.

Halva maigugi võivad pisikud piimale tekitada. Piimast tekkivate haiguste ärahoidmiseks peab loomi valgeis, puhtais lautades hoidma. Lehmade lüpsja peab käed seebi ja veega puhtaks pesema. Ka lehma peab puhastatama. Lüpsikud olgu puhtad ja kurnamiseks tarvitatagu puhast, läbikeedetud lappi. Piim tuleb kohe külma, puhtasse ruumi asetada, kus soojust umbes 2°. Ainult külma käes või keedetult saab teda mõni aeg värske hoida. Lihtne keetmine annab piimale isesuguse maigu. Piim ei muutu mitte nii rohkesti, kui teda pastöriseeritakse, mil piima 75 kraadil 15 minutit kuumendatakse. Piima steriliseerimisel keedetakse teda kauemat aega pudelites, mille puhul kõik pisikud surmatakse.

Või valmistamisekski peaks püütama tarvitada pastöriseeritud või steriliseeritud koort, kus kõik pisikud on ära surmatud. Või peab alati rasvarikas olema ja ei tohi kunagi alla 80% rasvainet sisaldada. Soolatud võis ei tohi üle 16% vett olla ja soolamatus mitte üle 18%. Võid peab puhtas, jahedas keldris alal hoidma.

Et või on õige kallis rasv-aine, siis on tema aseaineid loodud; üks tuttavamaist on margariin. Margariini valmistatakse loomarasvast, lehmapiimast, taimeõlist, millele kahjuks veel värvainet juurde lisatakse. On margariin valmistatud puhtaist aineist, siis võib teda julgesti toiduks tarvitada.

Taimeriigi saadused. Kõige tähtsamad meie teraviljadest on rukis, nisu, oder ja kaer. Rukistest ja nisudest valmistatakse jahu; jahu koosseisus on: 14% vett, 2% rasva, 12% valku, 67% tärklist, 3% kestainet, 2% tuhka. Eestis ja Venemaal tarvitatakse rukkileiba, Lääne-Euroopas rohkem nisupüüli-leiba. Mida peenem jahu, seda rohkem on tera välimist koort ära läi-

nud, kuid toidu kahjuks. Just kestad sisaldavad eneses valguolluseid, kuna sisu koosneb peaaegu ainuüksi tärklisest. Rukkileivajahu on jäme, temas on rohkem kesti ja seega sisaldab ta rohkem ka valku kui rukkipüül.

Leiva küpsetamiseks segatakse jahu vee ja vähese soolaga tainaks. Juurde lisatakse pärmi ehk juuretist, mille mõjul tärklisained alkoholiks ja süsihapuks gaasiks, piimahappeks ja vesinikuks muutuvad. Kui tainas ahju tõstetakse, siis laienevad gaasid kuumas veel rohkem ja tekitavad saia ja leiva sisse augud. Teistest teraviljadest tarvitatakse toiduks kaeru; need sisaldavad palju rohkem valku kui teised teraviljad. Kaertes on 18 % valku ja 67 % tärklist. Otradest tehakse meile tangu ja kruupe. Odrad sisaldavad peaasjalikult tärklisainet. Jahu ja teisi teravilja-saadusi tuleb kuivas, puhtas ja jahedas kohas alal hoida. Niiskes kohas hoitud vili läheb kopitama. Seesuguse jahu toiduks tarvitamine võib haigusi sünnitada.

Kaunviljad sisaldavad palju valku ja on selle tõttu taimtoitudest kõige toitvamad. Kaunviljadest tarvitame herneid, ube ja läätsi. Nad sisaldavad 15 % vett, 21,35 % valku, 2 % rasva, 52 % tärklist, 5 % kestainet ja 2 % soolasid. Kaunvilja kest on kõvast kestainest, mis ei sisalda toiduolluseid.

Kui herneid searasvaga keeta, saame väga hea toitva söögi, mille kõrval me enam liha ei pruugi süüa, sest seal on kõiki toiduosasid olemas: valke, rasva, süsivesikuid ja soolasid. Herned on laevameeste toiduna laialdaselt tarvitusel.

Juurviljadest. Kartul on kõige toitvam juurvili; sisaldab 75,5 % vett, 2 % valku, 0,1 % rasva, 21 % tärklist, 1 % kestainet ning soola. Kõige parem on kartuleid auru käes keeta; vees keetmise puhul tuleb neid otsekohe keeva vette panna. Kartuleid peab keldris hoidma, et nad kasvama ei hakkaks. Idanenud kartulites tekib isesugune mürk „solaniin“; seesuguseid idanenud kartuleid on tervisekahjulik toiduks tarvitada.

Kõik muud aedviljad — kaalid, porgandid, naerid, peedid, kapsad ja muud rohelised aiasaadused — on selle poolest tähtsad, et nad sisaldavad vitamiine ja soolasid, mis meie isu äratavad ja seedimist korraldavad.

Kui inimesed kaua aega rohelist aedvilja ei saa, siis haigustuvad nad skorbuuti. Samuti sisaldavad puuviljad ja marjad vitamiine ja happeid.

Aed- ja puuvili on meil ainult suvel ja sügisel värskelt saadaval; ometi peab abinõusid leidma, kuidas neid kogu aastaks alal hoida. Selleks peame püüdma neilt mikroorganisme (hallituseseeni, käärimisseeni) hävitada.

Porgandeid, peterselle, sellereid ja õunu võib kuivatatult pikemat aega alal hoida. Soolamise ja hapendamisega saab kapsaid ja kurke tarvitamiskõlvulistena kauemaks ajaks seisma jätta. Suhkruga võib marju ja õunu keediste näol konservida.

Seedimisorganite haigused ja tervishoid.

Seedimisorganite eest hoolitsemine peab algama juba suust. Ehk küll hambad on kõvad, siiski võivad nad kergesti praguneda, kui kõvu asju näritakse või liiga kiires vahelduses külma ja kuuma toitu suhu võetakse. Pragudesse asuvad toiduriismeis leiduvad pisikud ja hambad hakkavad katkema, mädanema. Seepärast peame hambaid vigastuste eest hoidma. Sagedasti tuleb neid harjaga ja kriidiga või söepulbriga puhastada.

Suukoopas, neelukaare vahel on kummalgi pool *kahepoolsed*, mis külmetamise tagajärjel sagedasti üles paistetavad. Iga kurguhaiguse puhul ole valvel, sest ta võib raskem nakkav haigus, näit. *difteeria*, olla. Difteeria puhul ilmuvad kahepoolsete külge valged naastud, mis vatiga pühkimisel ära ei tule. Haigel tõuseb palavik ja neelamine muutub valusaks. Hoidu haigetega kokku puutumast! Ka ei tohi haigete mänguasju ega raamatuid tarvitada. Ligidal olevate haiguste ajal loputa oma suud soola- või boorhappe-lahusega. Difteeria puhul kutsu kiiresti arst, kes haiguse vastumürgi — sellekohase seerumi varaku sissepritsimisega haiguse võib parandada.

Lastele ilmub vahest *põsenäärme-põletik*. See haigus on nakkav, kuid läheb kergesti mööda.

Kõhtu, kus asuvad seedimisorganid, peab pigistuste eest hoidma. Inimene ei tohi kanda kitsaid rõivaid, vöösid ega korsette! Korsetid ja kitsad vööd võivad muuta seedimisorganite seisu ja kuju, mis nende tegevust halvab.

Pimesoole ussjätku sattunud luuraasukesed ja muud kõvad terad võivad pimesoole-põletiku tekitada. Suurte valude puhul paremal pool kõhuosas peab ikka arsti poole pöörduma, et aegsasti saaks abi.

Toiduks tarvita sega-aineid õigeis vahekordades! Söö päe-

vas 3—4 korda. Toit olgu värske ja maitsekas. Toidud vaheldugu, — siis saab meie keha kõiki tarvilikke olluseid. Toidud ärgu olgu liiga soojad ega liiga kuumad, sest siis ärritavad nad sisemiste organite limanahku. Ärritus põhjustab sagedasti nende elundite põletiku. Sööki peab aeglaselt sööma ja hästi läbi närima. Alkoholjookide, nagu õlle, viina, veinide tarvitamisest peab hoiduma, sest alkohol kisub limanahkadelt vett ära ja takistab nii seedimist. Selle tagajärjel tekib kurgu-, mao- ja sooltekatarr. Janu kustutamiseks on puhas vesi kõige parem.

Veevõtmis-kohad, nagu allikad, jõed, kaevud jne., peavad puhtad olema. Kaevud olgu sügavad ja mustuse-aukudest, väljakäigukohtadest j. t. võimalikult kaugemal. Reostatud vesi kannab sagedasti nakkavaid haigusi, nagu soetõbe ja koolerat edasi. Soetõve ja koolera tekitajaks on vastavad pisikud (vaata 120. joon.), kes seedimiselundite kaudu kehasse tungivad. Need haigused vältavad nädalaid ja kurnavad inimese tugevasti ära. Haiguste puhul tarvitatagu ainult keedetud vett ja toitu. On vesi segane, siis tuleb ta enne tarvitamist kurnamise teel puhastada.

Emadel on sagedasti viisiks väikestele rinnalastele alati, kui nad kisendavad, süüa pakkuda ning sellega neid rahustada. Seda ei tohiks aga mitte teha, sest nii koormatakse lapse seedimisorganeid, millest põhjustuvad mitmesugused kõhurikked. Laste toitmisel peab samuti korrapäraseid sööma-aegu pidama, kui suurtegi inimeste kohta. Emarinda või kunstlikku toitu (s. o. lehmapiima) võib iga 3—4 tunni tagant anda, nii 5—6 kord päevas. Öösi ei pruugi lapsele sugugi süüa anda.

Kuuekuusele lapsele peab juba jahutoite, lihaleent, aia- ja puuvilja, läbi sõela surutud putru emapiimaga vaheldumisi andma.

Tervishoiulised käsud. 1. Söö mõõdukalt ja pea kindlaid sööma-aegu!

2. Näri toit hästi läbi ja ole valvel oma hammaste terveoleku eest!

3. Ära söö liiga kuumi ega liiga külmi sööke!

Ülesanded ja küsimused. 1. Mõõda ja arvuta, kui palju sa hommikul, lõunal ja õhtul oled valke, rasva ja süsivesikuid söönud. 2. Mis on hammastel seedimisel teha? 3. Mis ülesannet täidab suu ja keel? 4. Arvuta, kui palju läheb tarvis leiba, milles on 50% süsivett ja 6,5% valku, võid, milles sisaldub 85% selget rasva, ja juustu, kus 25% valku, et inimene päe-

vase kogusumma 100 g valke, 50 g rasva ja 500 g süsivesikuid saaks sisse võtta. 5. Pane 20 sm^3 vette noaotsa-täis pepsiini ja mõni tilk soolhapet! Vaatle, kuidas lahustub munavalge selles vees. 6. Pane tükk vasikamagu 40^0 rõõsa, kooritud piima sisse! Vaatle, kuidas muutub piim. 7. Pane kolme katseklaasi igaühesse kas tükike keedetud liha, muna või juustu ja vaatle nende lahustumist pepsiini ja soolhappe toimel!

Väljaheite-organid.

Paljud ained, mis keha tegevuse aegu siin ja seal tekivad, on kehale kasutud, sagedasti koguni kahjulikud. Nagu nägime, heideti osa neist, nimelt süsihapu gaas, kopsude kaudu ja seedimisest ülejäänud osad pärasoolika kaudu välja. Teised osad lahkuvad kehast higinäärmete ja neerude kaudu.

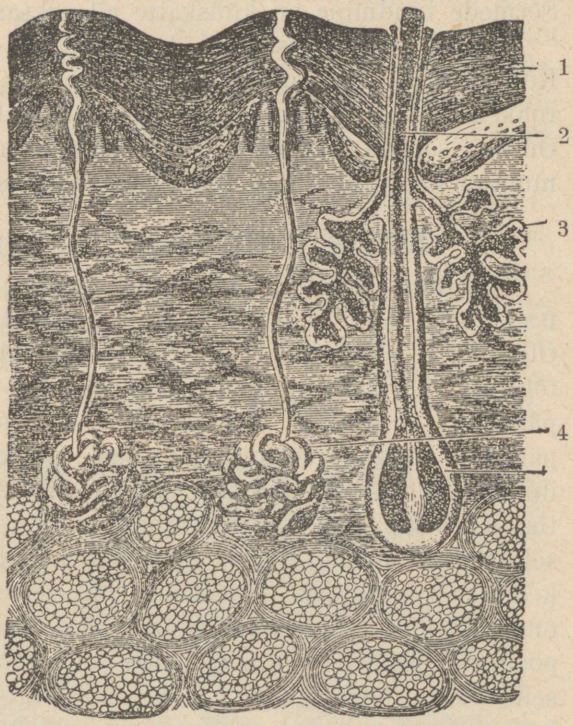
Nahk.

Vaatlused. 1. Vaatle kehalise töö tegija inimese käsi! 2. Vaatle paksu naha muutust vannitamise või sauna järel (kätel, jalgadel)! 3. Vaatle, kuidas saunas nahka maha tuleb. 4. Mis maik on higil? 5. Tõmba siidipaberiga üle näo, missugust muutust näed paberil? 6. Vaatle hõõrumisel ja põletamisel tekkinud villi nahka ja nahka katkenud villi põhjal! 7. Hoia külm klaas käe vastu, mis näed seal? 8. Vaatle, missugused kohad inimese kehast kõige rohkem higistavad.

Vaatame lähemalt nahka, kus higinäärmed asuvad (209. joon.). Nahk katab tervet inimese keha ja loomulikkude avauste juures moondub ta limanahaks. Kui naha ehitust mikroskoobiga lähemalt vaatame, siis näeme, et ta koosneb mitmest kihist. Pealmist kihti kutsutakse marrasknahaks, keskmist pärisnahaks ja alumist rasvakoestikuks. Marrasknahk koosneb mitmest rakukihist; tema pealmine, väikestest lapikutest rakkudest ehitatud osa, n. n. sarvnahk, kestab aeg-ajalt äraiganud rakkusid. Et aga nahk ära ei kuluks, selle eest hoolitseb marrasknaha alumine kiht, kus rakkusid järjest juurde kasvab ja üles kerkib; seda rakukihti nimetatakse ema- ehk sigikihiks. Selles kihis on ka värviterakesed — pigment, mis igale rahvatõule omase nahavärvi annab (neeger — musta nahaga!). Marrasknaha all on pärisnahk, mis pikkamisi rasvakoestikuks moondub.

Naha-alune rasvakoestik on otsekohe lihaste peal. Et rasv

on halb soojuse juht, siis takistab ta keha jahtumist. Rasvakord teeb meie keha tasaseks, ühtlaseks. Nagu nägime, on rasv toidutagavara-ait, mida keha haiguste ja nälja puhul tarvitab. Iga inimesel on naha-aluse rasva paksus isesugune. Halva toitumise tagajärjel on nahk õhuke ja kortsus: naha all rasva õige vähe. Kuid liigne naha-alune rasv ei ole ka just kõige parem tervise tunnismärk, sest sellega kaasas käib südame rasvumine, mis terve keha jõudu vähendab.



209. joon. Naha läbilõik. 1 — sarvnahk; 2 — juus; 3 — rasvanääre; 4 — higinääre

Rasvakihis asuvad veresooned, mis nahka toidavad, ergud, higi- ja rasvanäärmed ja ihukarvade ja küünte juured — kasvav osa. Higinäärmed on pikad peened torukesed, mille ülemine osa naha pinnale välja ulatub, alumine, kerra keeratud osa aga sügaval naha sees asetseb. Higinäärme alumist osa ümbritseb vere juussoonte võrk. Läbivoolav veri toob veres lahustatud, kehale kahjulikud ained higinäärmeisse, kus nad higina välja heidetakse. Higi aurab kehast vahet pidamata välja, kuid harva, kõrge kuumuse käes ja mõnesugustel sisemistel põhjustel, korjub ta pisaratena naha peale. Higistamine on ülitähtis, ja kui seda kuidagi takistatakse, võib inimene ära surra. Vanal ajal kullati kord laps ühe pidustuse puhul üle; ta nahk ei saanud enam higi välja saata ja laps suri peagi ära.

Nahas asuvad kotisarnased rasvanäärmed eritavad rasva, mis meie nahka ja karvu pehmeks teeb. Need näärmed asuvad

karva juures. Kui rasv näärmetesse kinni jääb, siis tekitab ta naha peal vistrikke ja musti tippusid, mis naha hoolsa puhastamise läbi ära kaovad. Karvad ja juuksed on sarvainest ja iga üksiku juure sisse ulatub veresooneke, mis teda toidab. Sõrmedel ja varvastel on sarvainest küüned, mis on neile toeks. Sõrmede tundmine on küüskatte all erksam.

Nahk võtab osa ka kehasoojuse tasakaalus hoidmisest. Kui on liiga soe, siis paisuvad naha veresooned ja higi tekib rohkem. Higi äraauramise tagajärjel läheb keha jahedamaks. On aga soojust kasinasti, siis ahenevad naha veresooned, nahk muutub kahvatuks, higi tekib vähe ja nii ei lähe soojust kaduma.

Naha haigused ja tervishoid.

On hulk haigusi, mis kõige pealt nahal avalduvad, nagu nakkavatest haigustest: sarlakid, leetrid, rõuged jne. Olgu küll, et sarlakid, leetrid ja rõuged järsu ihutemperatuuri tõusuga algavad, on nende haiguste idud juba varemini kehasse pääsnud. Sarlakid avalduvad 4.—7. päeval, leetrid nädala pärast ja rõuged veel hiljemini peale nakkamist. Leetrite algust ilmutab köha, nohu, ja paar päeva hiljemini tekib kehale punetis. Sarlakid avalduvad oksenduses, kurguvalus ja juba esimesel päeval nahale tõusva punetisega. Rõuged ilmnevad alul keeruliselt muutuva punetisena, millele hiljemalt seltsivad neile omased villid. Nende haiguste puhul langeb palavik nädala või poolteise jooksul ja nahapunetis kaob ära, kuid haigus ei ole selle tõttu veel möödunud. Tihti järgivad neile kaasaskäivad haigused, nagu kõrva-, neerupõletik, südamehaigus ja teised haiglased olekud. Punetisest rikutud nahk kestab veel mitu nädalat peale palaviku kadumist. Kestelduse lestad sisaldavad endas haigustsünnitavaid pisikuid. Iga nakkajat haiget tuleb eraldada kogu haiguse välteks teistest inimestest: leetrite ja rõugete puhul 4 nädalaks ja sarlakite aegu 6 nädalaks.

Rõugete ärahoidmiseks on õige kindel abinõu — kaitserõuged. Kaitserõuged tekitavad kerge kunstliku rõugehaiguse, mille tõttu veres vastumürgid kujunevad, mis on päris rõugehaiguse nõrgendajaks ja koguni nakkamist võivad kõrvaldada.

Nakkavate haiguste puhul tuleb haige alati eraldada terveist. Temale olgu antud parem, õhurikkam ruum, kust kõik liigsed asjad varemini välja viidagu. Kõige otstarbekohasem on aga

haiget haigemajja paigutada. Teised ei tohi nakkava haigega ega tema talitajaga lähemalt kokku puutuda. Samuti ei tohi ühtki asja enne desinfektsiooni tarvitada, mis haige toas on olnud. Läbipõetud haiguse järel peab inimene ennast seebi ja veega põhjalikult pesema ja puhtalt rõivastuma enne, kui teiste juurde minna. Haige eritused, rõga, väljaheited jne., tehtagu kahjutuks. Ka haige rõivad tulevad haiguseidudest puhastada. Päike, õhk, vesi ja seep on küllalt mõjuvad abinõud pisikute surmamiseks. Suure kuumuse ja kemikaalidega on võimalik kõiki pisikuid hävitada.

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

Peale selle on veel päris nahahaigusi: sügelised, sammaspoolikud jne. Sügelise tekitaja on väike parasiit lest — süüdiklane, kes naha all pesitab ja seal liikumisega naha ärritust — sügelemist sünnitab (210. joon.).



210. joon. Süüdiklane. Läbilõik nahast, milles asub süüdiklane; nahas on lesta munad ja mitmesuguses vanuses lestad.

Korralise nahapuhastamisega võime tunduvalt nende haiguste vastu võidelda. Inimene peab võimalikult sagedasti ennast pesema, nägu, käsi ja jalgu iga päev. Kogu keha peab tingimata kord nädalas soojas vannis või saunas pesema. Peale selle on soovitav õhuvannidega ja külma veega keha karastada — s. o. teha teda külmetushaiguste vastu vähem vastuvõtlikuks. Õhuvanne võib noor kui vana tarvitada. Selleks on vaja iga päev toas ilma rõivasteta tükk aega viibida. Suvel võib väljas vabas õhus veerand tunnist kuni tunnini õhu

ja päikese käes olla. Karastamiseks on samuti hea ihu jaheda veega üle hõõruda. Suvel vees ujumine ei ole vähem karastav. Ujumisel koondub veri sisemistesse organitesse ja selle tõttu on südamel raske töötada. Ujumas käia võivad ainult terve südamega inimesed. Vees ei ole soovitav üle 10 min. viibida. Vette ei tohi otsekohe peale söömist minna, vaid 2—3 t. pärast seda.

Nahavigastusena tulevad sagedasti väikesed haavad, põletishaavad ja naha külmetamine ette. Nende väikeste haavade peale on kohane boorvaseliini kui tervendusvahendit panna.

On inimese rõivad tuld võtnud, siis saab kõige lihtsamalt tuld rõivailt ümbertõmmatud tekiga lämmatada. Ei ole laia riiet käepärast, siis katsutagu tuld võtnud inimest veeretada ja nii tema rõivaid kustutada. Suurte tulehaavade puhul otsitagu arsti abi. Alguses pandagu haavade peale puhta õliga niisutatud lappe (linaõli).

Rõivad.

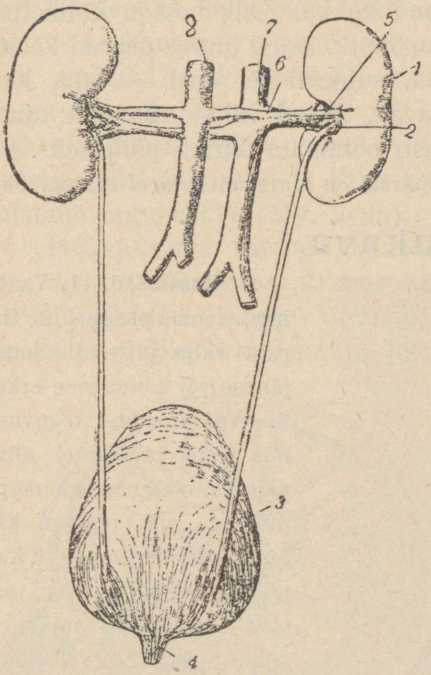
Rõivad kaitsevad meid külma ja niiskuse eest. Ülirõivaiks tuleb valida pehme kerge villane riie, mis eneses palju õhku (kui halb soojuse edasiandja) sisaldab. Ka olgu rõivad lahedad, samuti ka kraed ja käised, et nende kaudu õhuvahetuse toimumisel takistust ei oleks.

Ihupesu tuleb võimalikult sagedasti vahetada, vähemalt üks kord nädalas. Samuti tuleb muid rõivaid tuulutada, kloppida ja harjata, et seega neist välja rookida tolmu ja higiauru, mis on ihule kahjulik.

Neerud.

Vaatlused. 1. Vaatle looma neerusid tervelt ja läbilõigatult! 2. Vaatle kuse värvi, lõhna ja maiku! Otsusta, kas on temas ka teisi aineid peale vee leida.

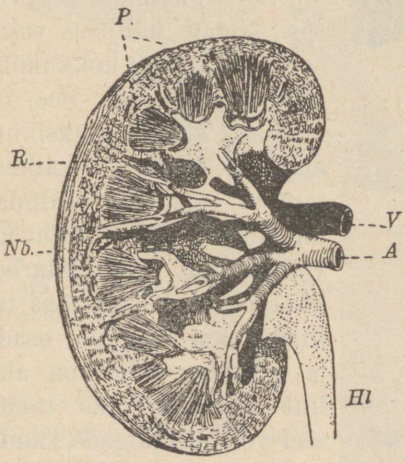
Neerud on paaris oakujulised pruunid elundid. Nad asuvad kõhukoopas vastu selgroogu, nimesluude kohal (211. joon.). Neeru läbilõigus on näha äärmine tumedam koorkiht ja seespool valkjas jooniline säsiollus (212. joon.). Neeru tuiksoon tungib oma harudega kuni koorkihini. Siin jaguneb ta peenikese juussoone keraks, mida õrn nahkne kapsel katab (213. joon.). Kapslis ongi eritamise algkoht, edasi läheb vedelik nõrukeste kaudu neeruastjasse. Siit algav kusejuhe viib selle vedeliku kusepõide. Põis asub kõhukoopa alumises osas ja teda



211. joon. Neerud. *1* — neerud; *2* — kusejuhtmed; *3* — kusepõis; *4* — kusiti; *5* — neeru tõmbsoon; *6* — neeru tuiksoon.



213. joon. Neeru ehitus mikroskoobi all vaadates. *H* — nõruke, mille ots — *K* — laiaks muutub; ta sees asub juussoonestik — *Bk*; *S* — tuiksoon. Üksikud nõrukesed ühinevad sirgnõrukeseks — *R*. *O* kaudu satub kusi neeruastjasse.



212. joon. Neeru pikilõik. *R* — koorollus; *P* — säsiollus; *Nb* — neeruastja.

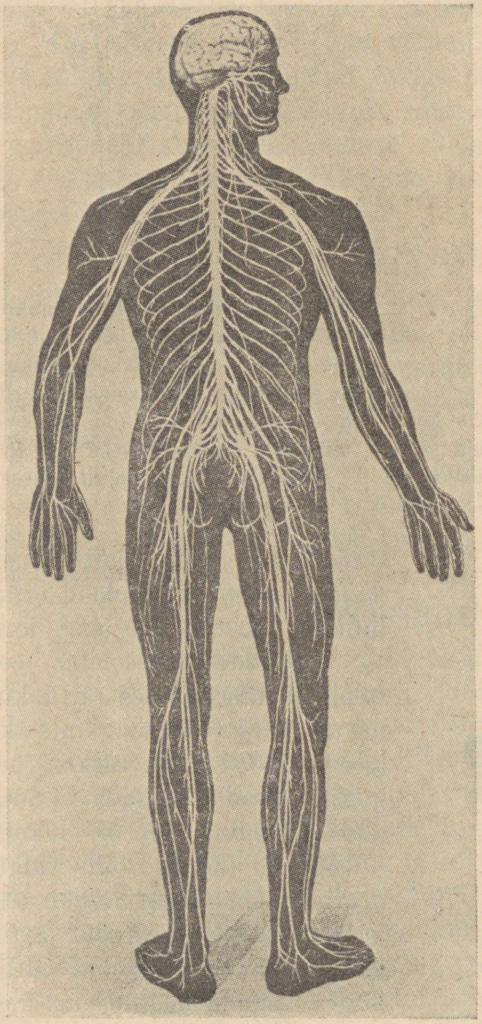
tühjendame aeg-ajalt kusiti kaudu. Öö-päeva jooksul eritab inimene 1000—1500 sm^3 kust.

Neerude terveoleku eest tuleb hoolitseda, sest nad kurnavad välja olluseid, mis kehasse jäädes väga raskeid haigusi võivad algatada. Suurt häda sünnitab neerule alkohol — õllena. Joodud õlu valgub neerude läbi välja. Rohke õllejoomine kurnab neerusid ja tingib nende suurenemist. Hiljemini ei suuda neerud oma ülesannet täita, nad kasvavad ras-

vaga läbi ja lõpuks kisuvad end kokku. Alkoholi ja külmetuse tagajärjel võib tekkida ka neerupõletik, mille juures neerud kehale tarvisminevaid olluseid — valku, suhkrut ja verd — välja kurnavad, kuid mürke kehasse jätavad. Need väljakurnamata ained on veetõve, krampide ja sagedasti ootamata surma põhjuseks.

Ülesanded ja küsimused. Mispärast on higistamise järel kust vähem?

Ergukava.



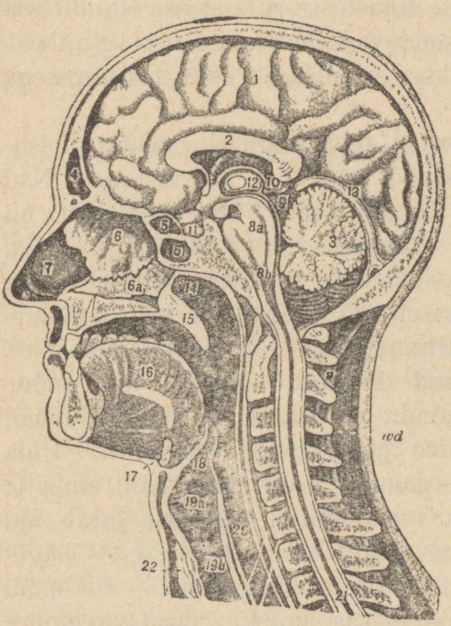
214. joon. Ergukava.

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

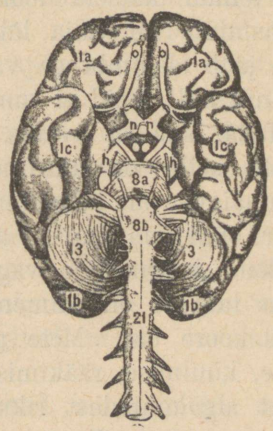
Inimese keha elundid on vahet pidamata tegevuses. Nende talituses valitseb alati kindel kokkukõla, kindel järjekord. See on võimalik siis, kui üksikute elundite vahel on katkestamatu teadete andmise ühendus. Suur sõjavägi võib ainult siis otstarbekohaselt ja kokkukõlas talitada, kui üksikute osade ja juhatuse vahel on alaline ühendus kas traadi teel või käskjalgade kaudu ja kui üksikud osad ühise keskkoha juhatuskorral-

dusi karvapealt täidavad. Inimese kehas on sääraseks korraldajaks keskkohaks peaaju, seljaaju ja neist väljaminevad ergud, millest ühed üksikuist elunditest teateid pea- ja seljaajusse toovad, kuna teised siit igasuguseid korralduskäskusid jälle elunditesse välja viivad. Kogu meie keha on erguniidikestega läbi põimitud. Ergu-keskkohti ühes kõigi erkudega kutsume ergukavaks (214. joon.).

Pea-aju, mis kaetud kolme kelmega, on varjul pealuu-koopas; teda ümbritsevas kelmes asuvad veresooned, mille kaudu aju toitu saab. Pea-aju jaguneb kolmeks osaks: suureks, väikeseks ja piklikuks ajuks (215. joon.). Suur aju, mille sügav pikivagu jagab aju kaheks poolkeraks, täidab pealuukoopa. Suure ja väikese aju pinnal on käärud ja vaod. Väike aju asub suure aju all, pea kuklapoolses



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



216. joon. Pea-aju altpoolt, 1 a, b, c, — suur aju; 3 — väike aju; 8 a, b — piklik aju; 21 — selja-aju.

osas. Piklik aju algab suure aju alt, peaaegu keskkohast, ja läheb pikkamisi üle selja-ajuks, mis selgroo-õõnes asub ja ristluuni ulatub (216. joon.).

Aju on ehitatud kahesugustest ainetest — h a l l i s t ja

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

Ergurakul — neuroonil — on palju väikesi harusid. Üks neist harudest, mida ergukiuks kutsutakse, võib mitu meetrit pikk olla. Üksikud ergukiud ühinevad *erkudeks*, mis kogu meie keha läbi põimivad. Ergud on kahte liiki: ühed, mis ärritusi elunditest kesk-ergukavasse viivad, ja teised, mis siit käskusid välja kannavad. Ergud, mille varal meie kuuleme, näeme, maitseme, haistame, sooja, külma ja valu tunneme, on *tunde-ergud*. Teisi erkusid jälle, mis lihastesse ja teistesse elunditesse lähevad ja neid tegevusse rakendavad, kutsutakse *liigutus-erkudeks*. Iga ärritus antakse erkudes 60—80 m kiirusega sekundis edasi.

Teadlased on katsunud kahel teel selgusele jõuda, missuguste kehategevuste üle valitsevad pea- kui ka selja-aju. Nad on teinud katseid loomadega, kellel teatav osa pea-ajust oli vigastatud või välja lõigatud. Lõigatakse tuvil suur aju välja, siis jääb ta ümbruse vastu ükskõikseks ja istub suikudes. Ta kõnnib küll, kuid ei tunne asju: ei söö ettepandud teri; kui hirmutada, siis ei avalda hirmutunnet ega tee põgenemiskatset. Peale selle on uuritud surnud inimeste ajusid, kes mõne erguhaiguse all kannatanud. Nõnda on leitud, et suure aju hall koor ongi mõtlemise, arusaamise ja tahtmise algekoht. Mida rohkem käärusid ja vagusid on koorel, seda enam halli ainet ja seda targem on inimene. Iga meie elundi tegevust juhib aju halli koore osa. Meie päevil on teada keha liigutuste — nägemise, kuulmise, rääkimise ja mitmed teised algekohad. On mõni neist algekohtadest rikutud, siis ei saa inimene vastava elundi tegevuse üle, mille juhtimine sellele ajukohale allus, mitte enam valitseda. Väike aju valitseb tähtsamate liikumiste ja tasakaalu üle. Piklik aju korraldab südame- ja hingamistegevust. Tema väiksemgi rike toob silmapilkselt surma (miks?).

Selja-aju täidab kahte ülesannet: esiteks lähevad kõik kehast tulevad tunded tema kaudu pea-ajusse ja tema läbi saadetakse tegevuskäsud ajust elunditesse. On aga selja-aju kuskilt vigastatud, katkenud, siis ei saa inimene altpoolt vigastatud kohta kehaosadest tundeid ega saa ka liigutusi teha nende osadega.

Teiseks valitseb selja-aju veel liigutuste üle, mida sagedasti ilma tahtmata, teadmata teeme, näit. magaja tõrjub enda teadmata teda tülitavaid kärbseid ja sääski eemale. Palju meie igapäevaseid harilikke liigutusi sünnib mehaaniliselt selja-aju korraldusel, näit. silmade pilgutamine, käega vehkimine kõne ajal, käimine jne.

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

Pea-aju haigused ja tervishoid.

Pea-aju haigused teevad inimese sagedasti vaimuhaigeks. On aju vigastatud, siis ei saa seda enam millalgi parandada. Ka alkohol ja muud mürgistused võivad ajule raskeid vigastusi sünnitada. Rohke viinajoomise puhul kaob inimesel enese üle valitsemine ja meelespidamine; samuti kaob tasakaal, ta vaarub ja võib kui poolsurnu maha langeda. Ka veresoonestikku avaldab alkohol erilist mõju (vaata vere kirjeldusest).

Alalised alkoholitarvitajad mürgistavad end ja nende töövõime kahaneb. Joodikute lapsed on sagedasti nõrkade erkudega ja kannatavad mitmesuguste erguhaiguste all. Laste vaimuhaigus ja langetõbi on sagedasti tingitud nende vanemate liigjoomisest.

Kange kohv, tee ja tubakas sisaldavad mürk-aineid, mis ergukavva erutavalt mõjuvad. Nende tarvitamisega peab ettevaatlik olema, iseäranis kasvavate laste toitmisel.

Iga tööd, olgu see kehalik või vaimline, juhitakse pea-ajust. On kehalik töö meid ära väsitanud, siis ei saa enam vaimlist tööd teha, samuti on ka ümberpöördult. Et ergukava korralikult saaks avalduda, peab parajasti tööd tegema, parajasti sööma ja puhkama. Pea-aju võime kasvab harjutuse teel, samuti kui lihastegi jõud.

Pikema töö järel tunneb inimene väsimust. Ta peab töö

seisma jätma ja ajuti puhkama. Kõige täielikum ergukava puhkus saabub magades. Täiskasvanud inimene peab öö-päeva jooksul 6—7 tundi magama. Kasvav laps tarvitab veel rohkem puhkust, ja nimelt 8—12 tundi. Rinnalaps magab veel pikemat aega.

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

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

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

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

Meeleriistad.

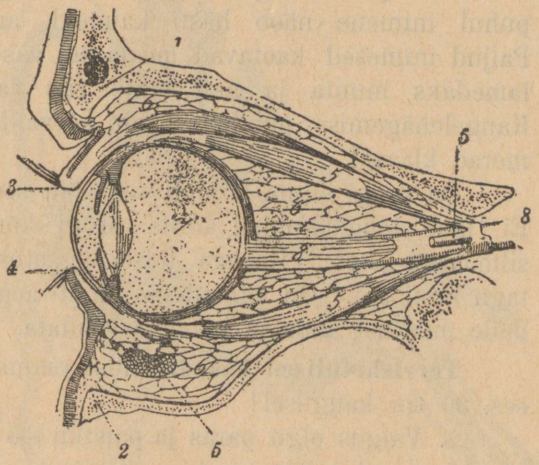
Kõik välises ilmas sündivad muutused, mis meie erkusid ärritanud, saavad meeleriistade kaudu meie ajule teatavaks. Meil on nägemise, kuulmise, haistmise, maitsmise ja kompimise ehk nahatunde meeleriistad. Nad kõik on erkude kaudu pea-ajuga ühendatud ja võtavad ainult teatavat laadi erilisi ärritusi vastu,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

Silm.

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

Silmamuna asub luukoopas n. n. silma-augus, mida vooderdab rasvakiht (217. joon.). See vooder on silmamunale pehmeks aluseks ja ka puutuvate löökide nõrgendajaks. Silmamuna on kolmekihiline. Välimine kiht, silma *valgekile*, läheb eespool kumeraks uuriklaasi taoliseks läbipaistvaks *sarvkileks*. Keskmise kihi sünnitab tihe veresoonte võrk, *soonkile*, mis sarvkile alt n. n. *kirjukilena* ehk *iirisena* nähtavale tuleb. Igal inimesel on kirjukile isevärvi ja tema järele kutsutakse inimesi halli-, sõstra- (pruuni-) ja sinisilmalisteks. Kirjukilel on keskel väike auk, *silmatera*, mille kaudu valgus silma pääseb. Ereda valguse mõjul aheneb silmatera väikeste ringlihaste tege-

vusel. Nõrgal valgusel laieneb silmatera lihaste kokkutõmbumise tõttu. Siit näeme, et ta ainult niipalju valguskiiri silma laseb, kui palju nägemiseks on tarvis. Silma-erk tuleb silma päras läbi valgekile ja veresoonte kihi ja levib veresoontele õhukese võrkehk ergukilena. Kõige tundlikum koht silmas on otse silmatera vastas, n. n. kollane täpp. Koht, kust erk silma tuleb, n. n. must täpp, on ilma valgust vastuvõtjate otsakesteta ja seepärast ei näe inimene selle kohaga. Silmatera taga on kaksikkumer läbipaistev keha — silmalääts. Silmaläätsel on võime väikeste peente lihaste varal lamedamaks ja kumeraks muutuda. Selle omaduse tõttu võime kaugeid ja lähedaid asju selgesti näha. Silmalääts jaotab silmamuna kaheks kambriks. Esimene kambrike, mis asub eespool läätse, on täidetud läbipaistva silmavedelikuga. Silmaläätse tagust kambrikest täidab sültjas vedelik — klaaslima. Välise ilma asjadest sünnitavad sarvnahk, silmalääts ja klaaslima ergukile peale asjast ümberpöördud, vähendatud selge pildi. (V. „Looduseõpetus“ V õp.-aasta: „Inimese silm“). Valgustatud pilt ärritab ergukiles nägemisergu otsakesi ja erguniidid viivad ärrituse peaajusse. Nii tekib meeletegevus, mida nägemiseks nimetatakse. Silmamuna liigutavad kuus ergurikast lihast.



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

Silma kaitsevad väljastpoolt kulmukarvad, mis takistavad soolast musta higi silma valgumast, ja silmalaud ühes ripsmetega. Silmamuna kuni sarvnahani ja laugude sisepool on kaetud limanahaga, mis silmamuna niisutavad. Silmakoopa välimises nurgas asuv pisaranääre eritab vedelikku, mis silma alati niiske ja puhta hoiab. See niiskus korjub sisemisse silmanurka, kust ta väikest torukest kaudu ninasse valgub.

Silma haigused ja tervishoid.

Üks sagedamaist silma vigadest on lühike nägemine, see tähendab, et inimene ei saa kaugeid asju selgesti näha. Enamail juhustel on see haigus tingitud sellest, et töötamisel asju liiga lähedal on hoitud. Lühikese nägemise kujunemisele mõjub kaasa ka halb valgustus. Nägemine püsib terve, kui töötatakse ühtlasel parajal valgusel. Valgus paistku ikka pahemalt poolt. Raamat olgu otse ees, umbes 30 sm kaugusel. Lühikest nägemist saab parandada prillidega, millel nõgusad klaasid.

Vastupidine nägemisviga on kaugelenägemine, mille puhul inimene näeb hästi kaugeid, aga mitte lähedaid asju. Paljud inimesed kaotavad peale 40. aasta võime oma silmalääatsi lamedaks muuta ja neil tekib siis vana ea kaugelenägemine. Kaugelenägemise puudust saab kõrvaldada prillidega, millel kumerad klaasid.

On prügi silma läinud, siis võta see puhta lapiotsaga välja! Ei lähe lähedal-olijail korda prügi kõrvaldada, siis pöördutagu silmaarsti poole. Ka iga teise vigastuse ja haiguse puhul otsitagu arsti abi. On silmadega mõni aeg töötatud, siis on tarvis neile puhkust anda ja kaugele vaadata.

Tervishoiulised käsud. Hoia raamat või muu töö otse enese ees, 30 sm kaugusel!

2. Valgus olgu paras ja paistku töö peale ikka pahemalt poolt.
3. Ära loe hämaras!
4. Ära loe raamatut, kui heledad päikese kiired ta peale paistavad.
5. Hoia silmi suitsu ja tolmu eest!

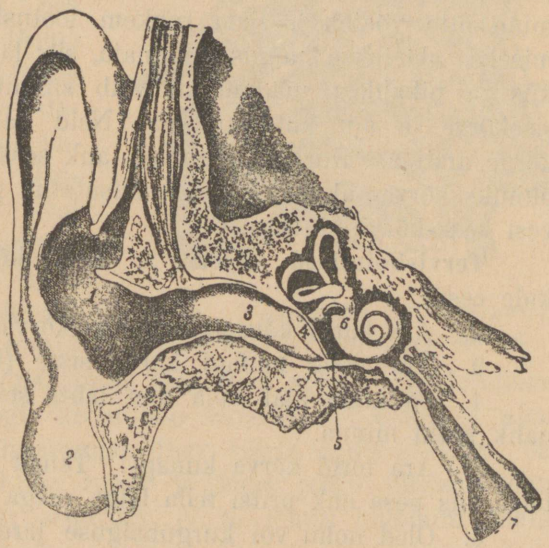
Ülesanded ja küsimused. 1. Missugune töö mõjub kaasa lühikese nägemise kujunemiseks? 2. Mis väärtus on sellel, et silm koopas asub? 3. Millest see tuleb, et nohu aegu ka silmad punaseks lähevad? 4. Tee umbse valguskindla karbi otsaseina kitsas pragu ja silma jaoks küljeseina suurem auk! Vaata prao vastas oleva seina peale! Mida näed seal? 5. Mispärast pilgutame meie silmi kuiva õhu käes rohkesti?

Kõrv.

Vaatlused. 1. Hoia lahtine käsi kõrvalehe taga, kaugeid hääli kuulatades — kas kuuled paremini? 2. Tee neelamisliigutusi ja pane seejuures tähele, kuidas kõrvas väikesed plak-

sud kuulduvad. 3. Pigista nina ning suu kinni ja suru kõvasti õhku kopsust suhu! Mida tunned kõrvades?

Kõrv on kuulmisriist (218. joon.). Ta jaguneb kolme ossa: väliskõrv, mis helisid vastu võtab, kesk-kõrv, mis neid edasi toimetab, ja sisekõrv, millega nad ajusse edasi antakse. Väliskõrv koostub kõrvalehest ja torust, mis sügavasse oimuluusse viib. Kõrvatoru nahas on näärmekesed, mis kõrvavaiku valmistavad, et välist kõrva seest pehmeks võida ja ka kahjulikke putukaid takistada kõrva tungimast. Kesk-kõrv on väike õhuga täidetud ruum, millest toruke kurku läheb. Selle n. n. kõrva-kurgutoru kaudu vahetub õhk kesk-kõrvas. Tema kaudu on õhurõhk ühesugune mõlemal pool kuulmenahka. Seepärast soovitatakse suud avada, kui on oodata välist suuremat rõhumist kuulmenahale, mis sisekõrva väliskõrvast lahutab. Kuulmenaha külge liitub rida väikesi kuulmeluukesi, mida nende kuju järele vasaraks, alasiks ja jaluseks kutsutakse. Vasar ühineb kuulmenahaga, kuna jalus ovaalsele aknale toetub, mis sisekõrva viib. Nende kaasabil jõuavad kõik kuulmenahka võnkuma pannud häälelainetused sisekõrva. Sisekõrv on sügaval luu sees ja täidetud kuulmevedelikuga. Ta jaguneb kolme ossa: eeskoda, tigu ja kolm looka. Loogad asetsevad kolmes ruumi määravas seisus. Lookades asuvad ergud, mis võimaldavad tasakaalu tundmist. Sisekõrva tungib pea-ajust tulev kuulmiserk ja levib peene võrguna kuulmevedelikus, sisekõrva tiguosas. Kõik välisest ilmast sisekõrva vedelikku jõudnud häälelainekesed annab kuulmiserk ajusse edasi. Nii tekibki peaajus see, mida kuulmiseks nimetatakse.



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

Kõrva haigused ja tervishoid.

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

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

2. Ära karju kõvasti kellelegi kõrva!

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

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

5. Ära torgi kõrva kunagi! Tahad kõrva vaigust puhtaks teha, siis pese ehk pritsi teda leige veega!

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

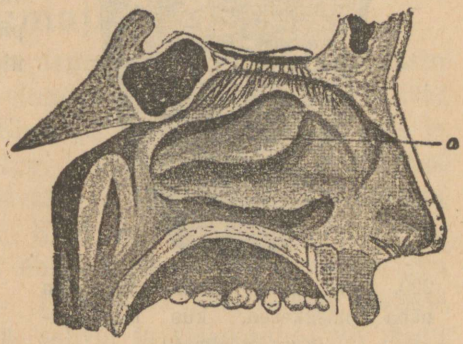
7. On sul kesk-kõrva põletik, siis arsti seda hoolega!

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

Haistmine.

Vaatlused. 1. Katsu järele, kuidaviisi tunned paremini lõhna: kas siis, kui lõhnava asja lihtsalt nina all hoiad, või siis, kui õhku asjalt sisse tõmbad? 2. Mida tõendab teile järgmine vaatlus: Astute rahvarikkasse ruumi. Teie tunnete alguses küll paha õhku, kuid hiljemini ei märka te seda peaaegu sugugi.

Nina jaguneb vaheseinaga kaheks ühesuguseks pooleks — sõõrmeks — ja ühineb kurguga (219. joon.). Kummaski pooles on kolm ninakarpi (kõrkmed). Seest vooderdab nina limanahk, mille ülemises osas lõpeb haistmis-erk. Haistmisergu otsi ärritavad ainult lehkavad ja lõhnavad ained. Ergu kaudu läheb ärritus pea-ajusse ja me saamegi haistmistunde.



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

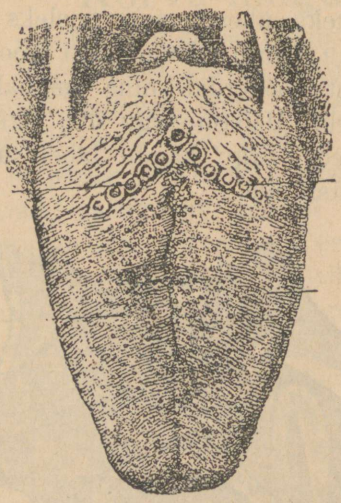
Haistmistunne võimaldab meil sissehingatava õhu ja toidu väärtust tunda. See tunne on meie tervise tõsine vaht. Haistmise tõttu jätame halva, haisva toidu tarvitamata ja hoidume eemale pahasti lõhnavast õhust. Teiselt poolt avaldavad head lõhnad meis ka mõnutunnet ja mõjuvad seega meie kehha ja vaimusse kosutavalt. Haistmine on sedavõrt terav, et võime tunda aine lõhna, mille õhus leidumist ei saa kindlaks teha kõige peenemategi keemiliste katsetega. Lehkava aine miljondikune osa milligrammist ühes liitris piiratud õhus on juba ninaga aistitav. Liiga tugev ja kaua püsiv ühtlane lõhn pingutab ergu tegevust sedavõrt, et ta lõhna hiljemini enam küllalt teravalt ei haista.

Maitsmine ja keel.

Vaatlused. 1. Võta 5% glaubrisoola-sulatist ja määri väikese pintsliga keele otsa, siis keele külgi ja lõpuks keele pära! Vaata, kuidas erinevad maitsetunded? 2. Tee suhkrust ja soolast 2-, 1-, $^1/_2$-, $^1/_4$-protsendilisi sulatisi! Katsu, kui väikest osa saad sa veel ära tunda.

Keele kaudu tajume maitsetundeid (220. joon.). Keel on lihaserikas elund, millel suur tähtsus seedimistegevuses. Keelega tunneme lahustatud asjade maiku nagu nina varal gaasitaolises olekus olevate ainete lõhna.

Keele limanahal asuvad väikesed maitsmiskäsnakesed. Vedelad või süljega niisutatud ained puutuvad neid ja ärritavad siin lõppeva ergu isesuguseid kehakesi. Iga koht keelel ei tunne



220. joon. Keel. Keele pinnal on näha näsakesed, kus maitsmisergu otsakesed.

ühte viisi: ots tunneb soolast ja keelepära mõrudat maiku. Ärritus läheb erkupidi maitsmistundena edasi peaajusse.

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

Nahatunne.

Vaatlused. 1. Rõhu külma sukanõelaga kätt ja käsivart pealt- ja altpoolt! Kus tunned sa külma, kus ainult litsumist? 2. Korda sama katset sooja asjaga! Missugune koht oli sooja suhtes kõige tundlikum? 3. Pane üks käsi külma ja teine sooja vette! Aseta siis mõlemad käed korraga leigesse 20^0 vette! Kirjelda enda viimast soojusetunnet! 4. Pane kogu käsi 37^0 ja üks sõrm 40^0 vette! Kumb vesi tundub soem?

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

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

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

Igasugune liiga suur naha ärritus, nagu suur kuumus

ja suur raskus, sünnitab valu ja on sellega hoiatuseks organismile.

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

Elumaja.

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

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

Tervishoiu-nõuetele vastav korter peab päikesepaisteline olema. Kõige parem asetus on korterile, kui ta seisab akendega hommiku- ja õhtupäikese vastu. Aknad olgu suured ja neid ärgu kaetagu paksude eesriietega.

Laste magamistuba peab korteris ikka kõige suurem, avaram ning päikesepaistelisem olema. Lastetoas ei tohi olla pakse vaipu ega polsterdatud mööblit, mis enesesse tolmu koguvad ja seega õhku rikuvad. Ka täiskasvanud inimeste magamisruum peab valguse- ja õhurikas olema, sest siin viibib inimene ometi kauemini kui üheski teises ruumis.

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

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

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

Õhtuti tuleb ruume kunstlikult valgustada. Kunstlikest valgustustest on elekter kõige parem. Ta ei vilgu, on ühtlaselt hele ja ei riku õhku. Õige rohkesti tarvitatakse ometi petrooleumilampi. Ta valgus on kollakam, rikub õhku soojuse ja süsihapu gaasiga. Aueri sukkadega saab õlilambi-valgust heledamaks teha.

Kodumaa sagedamad arstirohu-taimed.

Teed.

Pärn on meie sagedam pargi ilutaim. Tema õis on lennutiivaga varustatud. Neid õisi kogutakse juunis-juulis, kui

nad täiel õiel, tee valmistamiseks; õitel on õige hea lõhn, mis tingitud õites erituvast kergesti lõhnavast õlist ja meest (221. joon.). Varjulises kohas kuivatatud pärna-õisi võib apteekidesse müüa. Rahvas tarvitab pärnateed tähtsa arstirohuna külmetumisel ja verepuhastajana neeruhaiguste puhul. Arstid pruugivad teda aga higistamaajamise vahendiks.



221. joon. Pärna-õied.



222. joon. Teekummel.

Teekummel kasvab haruldase taimena meie põldudel (222. joon.). Tema teed võib pruukida rahustajana krampide korral ja higistamise tekitajana. Saadaval apteekides. Meie võiksime teekummelit eduga kasvatada kui hoolealust taime (Tartus, „Heliose“ arstirohu-istandus). Harilikult korjatakse meil teekummeli asemel lõhnava kummeli ehk ubinheina õienuppe, millel valged keelõied puuduvad. Lõhnav kummel kasvab tihti sõtkutud teedel ja õuedel. Lõhnaval kummelil puuduvad teekummeli arstimi-omadused. Ekslik on teda korjata kummeliteena.

Piparmünt puudub meie taimestikus, kuid tema asemel võib eduga teeks tarvitada vesimünti (223. joon.), mis samuti rikas lenduvaist õlidest. Münt on tarvitusel otsitud maitseandjana (kompvekkides, hambapulbris, likööris) ja teena maohaiguste puhul.



223. joon. Vesimünt.

ja maokatarride vastu.

Liivakinkudel metsades ja teede veertel kasvab madala puise põõsakesena kaetisrohi ehk liivatee. Tema lillakaid õisi ühes ülemiste okstega korjatakse rohuks. Liivateed pruugitakse reumaatiliste valude vastu, külmetuse ja mitmete muude haigusavalduste kõrvaldamiseks. Sagedasti nimetab rahvas teda üheksahaiguse - rohuks.

Niiskeil heinsoodel kasvab punakasvalgete õitega harilik palderjan (224. joon.). Kõigis hariliku palderjani osades, eriti juurtes, leidub lõhnavat lenduvat õli. Temas sisalduvat hapet tarvitatakse mitmete rohtude valmistamisel. Palderjanipiirituse ekstraktid on head rahustamisvahendid närvihaigetele, krampide, kõhu-usside



224. joon. Palderjan.

Kõhu lahtivõtjad, kinnipanijad, isuäratajad ja kuseleärritajad.

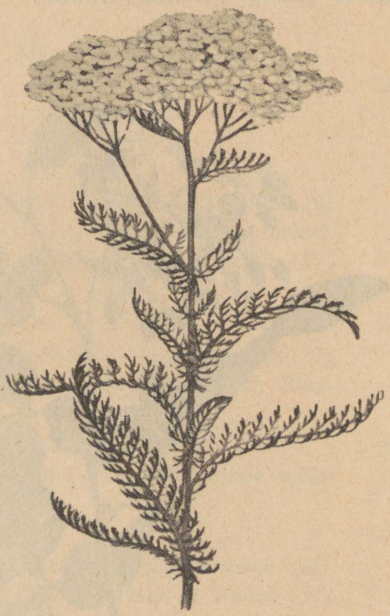
Paakspuu kasvab sagedasti leiduva puhmaspuuna meie metsades ja võsastikus. Tema õied on rohekasvalged, marjad

alguses punased, pärast mustad. Paakspuu koort tarvitavad apteegid kõhu lahtivõtmise rohuna — lahtistajana. Värske koor aga ajab oksele; sellepärast peab rohuna pruugitav koor seisma enne tarvitamiselevõtmist 1—2 aastat.

Kõigile tuntud kadakas on oma mustade marjadega arstirohuks. Nende marjade leotist pruugitakse neerude ärritamiseks, et neid sundida palju kust kehast välja nõristama.



225. joon. Kalmused.



226. joon. Raudrohi.

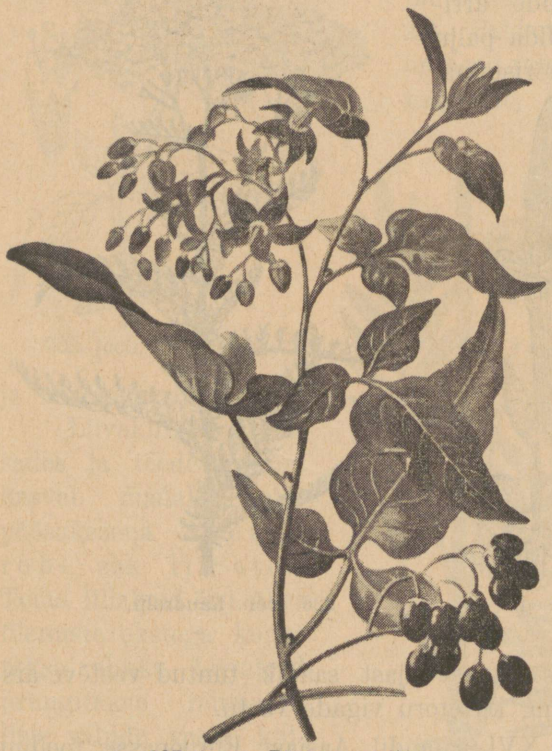
Rahva seas on kadakas vanast ajast saadik tuntud veetõve-arstimi ja rohuna põie ning kusetoru vigade vastu.

Kalmused on XVI sajandil Aasiast Euroopasse toodud. Nüüd kasvavad nad igal pool jõgede, kraavide ja järvede kallastel. Kalmuse mõlajad lehed asetsevad maa peale ulatuval juurikal (225. joon.). Tema juurikat ja juuri leotatakse vees ja piirituses n. n. tinktuuride valmistamiseks. On seedimine nõrk, siis tarvitab rahvas kalmusetinktuuri kui kibedat isuäratajat.

Raudrohi kasvab kuivadel tee-äärtel ja õitseb siin valgeis õiteis (226. joon.). Lehtede ehitus tunnistab, et raudrohi kuivale veevaesele kasvukohale kõigiti on kohastunud. Tema õisi ning ülemisi õrnu lehti korjatakse ning kuivatatakse samuti kui pärna-õisi. Raudrohu-teed, mis umbses keedunõus keedetud,

pruugib rahvas mao- ja maksahädade vastu, samuti hämorroidide (päraku verikomude) ja kuupuhastuste korratuste puhul. Ta on tuntud veel vere üldise puhastuse vahendina.

Tamme ja paju koor on paremaks nahaparkimis-vahendiks. — nahavabrikutes. Nende koorel on kibe maik, mis maitsmisel kisub ilanaha kokku. Tema leotist on soovitav tarvitada kuristamis-, suupesemis ja kümblusvees kui verekinni panijat, haava ja naha desinfitseerijat.



227. joon. Päris maavits.

Ussirohuks on meil varemini kirjeldatud maarja sõnajalg. Teda tarvitatakse piirituseleotisena ja pulbrina. Kuid ussirohuks on teda siiski soovitatav ikkagi arsti juhatusel tarvitada.

Päris maavitsad on kartuli lähissugulased. Nad kasvavad meil niiskeil, varjatud kraavidel. Päris maavitsast tarvitatakse ainult lehtedeta varsi, mis kevadel või sügisel lõigatud. Varred on alguses kibeda maiguga, mis suus pärast magusaks muutub (227. joon.).

Päris maavits sisaldab tugevat mürki solaniini. Maavitsaleotist tarvitatakse reumatismi ja mitmesuguste naha sammaspoolikute parandamiseks. Solaniin mõjub kudedesse surmavalt, nii et temast puudutatud koed surnud osadena kehalt ära langevad. Rahva seas on maavits laialt pruugitav vahend, millega siiski üliettevaatlik oldagu, et keha mürgitust ära hoida.

Sisu.

Lk

Magnetism 3

Kompass (3), Magnetid (4), Maakera magnetism (6).

Elekter 7

Elektri tekkimine hõõrumisel (7), Elektroskoop (8), Elektri juhid (9), Eletrikmasin (10), Välk ja piksevarras (11), Galvanism (13), Elektrivoolu mõjud (15), Elektrikell (17), Telegraaf (18), Telefon (20), Elektrivalgustus (23).

Liikumine 25

Tung ja tema mõõtmine (26), Tungide liitmine ja lahutamine (27), Raskuspunkt ja tasakaal (27), Kehade vaba langemine (29), Ringjooneline liikumine (30).

Lihtmasinad 32

Kang (32), Plokk (35), Pöör (36), Kaldpind (37), Töö ja tema mõõtmine (38), Soojus ja töö (39).

Tähtsamad gaasilised ained 42

Vesinik (42), Taandamine (44), Ammoniaak ja salpeeterhape (45), Kloor ja soolhape (48), Väävel (50), Happed, alused ja soolad (52), Keedusool (54), Salpeeter ja püssirohi (56).

Metallid 57

Raud (57), Vask (60), Seatina, tsink, alumiinium, elavhõbe (61), Hõbe, kuld (62).

Ühendid ja segud 63

Keemilised märgid (64).

Põllul 65

Põld-ristikhein (65), Loomapeet (68), Suur nõges (71), Mõned tähtsamad põllu-umbrohud (74), Põldhiir (77), Külvivares (78), Raisamatja (80), Põldnälkjas (83), Põllu väetamine (84).

Vees ja tema lähemas ümbruses 87

Huulhein (87), Pilliroog (89), Turbasammal (91), Vetikad. Liikuvad taimed ja taimede liigutused (94), Bakterid (97), Hall kalakurg (99), Triiton (102), Haug (104), Tulukalad (106), Samb ja haikala (112), Vesiämblik (113), Hüdrad ja meduusid (116), Mageda vee ja pesukäsn (119), Kingloom ja amööb (121), Tiik (järv) kui piiratud tingimustega eluase (124).

Lk.

Taimede ja loomade sisemine ehitus ja elutegevus 128
Rakk, koed ja elundid (128), Taime ja looma aineline koosseis (133), Ainete vahetus — elutegevuse keskpunkt (135).

Inimese kehaehitus ja tervishoid 139
Luukere ehitus (139), Luustiku tervishoid (145), Esimene abi luuõnnetuste juhtumisel (148), Lihased (150), Lihaste vead ja tervishoid (153), Hingamine (154), Hingamisorganite tervishoid ja haigused (158), Abi õnnetutel juhtumustel (159), Veri (161), Vereorganite haigused ja tervishoid (166), Esimene abi verejooksu puhul (167), Seedimisorganid (169).
Toit. Toidu aineline koosseis (174), Toiduained ja nende alalhoidmine (176), Seedimisorganite haigused ja tervishoid (180), Väljaheite-organid (182), Nahk (182), Naha haigused ja tervishoid (184), Rõivad (186), Neerud (186), Ergukava (188), Pea-aju haigused ja tervishoid (191), Silm (192), Silma haigused ja tervishoid, Kõrv (194), Kõrva haigused ja tervishoid, Haistmine (196), Maitsmine ja keel (197), Nahatunne (198), Elumaja (199).

Kodumaa sagedamad arstirohu-taimed 200
Teed (200), Kõhu lahtivõtjad, kinnipanijad, isuäratajad ja kuseleärritajad (202).