16
108
140 25

Kogerman - Männik - Mahlstein

Looduseõpetus

Ühtluskooli V õppeaasta

Tartu Ülikooli
Didaktilis-metoodilise
Seminari raamatukogu
№ —
I. 108.

Tartu Ülikooli
Didaktilis-metoodilise
Seminari raamatukogu
№ 74.
L.

11382

K/Ü „Loodus“, Tartus
1923

K.-Ü. „Looduse“ keeleline korrektor Tartu Ülikooli lektor J. V. VESKI.

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
58083
A-5781
E 150411116

H. Laakmann'i trükk, Tartus

Eessõna.

„Looduseõpetus V õppeaasta" on varemini ilmunud IV õppeaasta järg, millest ka tema ainete valik oleneb. Metoodiliselt rajaneb ta samadel põhimõtetel, nagu eelminegi raamat. Ainete ulatus püsib „õppekavade" piirides, kuid küsimuste jaotamine läheb, metoodilisi aluseid silmas pidades, õppekavades toodud järjestamisest lahku.

Töökooli nõuetele täies ulatuses vastavat ainete käsitlusviisi ei pea autorid käesolevas raamatus võimalikuks meie praegustes oludes teostada, olgugi et seda mõnelt poolt on soovitatud.

„Looduseõpetus V õppeaasta" tahab meie loodusloo-õpetajate suurema hulga töövõimaluste piiridesse jääda ja neile õpetamisel tarvilikuks vahendiks olla.

Vaatlusi, ülesandeid ja küsimusi on iga peatüki juurde suuremal hulgal koondatud, et võimaldada aine selgitamist ka üksikute maanurkade kohalikkude olude seisukohalt.

Meie oludes tahab käesolev teos olla õpetajale metoodiliseks juhiks ja õppijale õpperaamatuks.

„Eluta looduses" on mitmed vähemad peatükid kogutud ühe suurema küsimuse selgituseks, näit. on optiliste läätsede omadusi ja valguse murdmise nähtusi selleks toodud, et nägemisprotsessi, vikerkaare tekkimist jne., selgitada.

Üldise kogupildi saavutamiseks on võetud õppekavadele täiendavalt nähtusi, milledega õpilane igapäevases elus kokku võiks puutuda. Ka on meie kodumaa loodusvarade kirjeldamise ja kasutamise peale suuremat rõhku pandud kui seda õppekavad teevad.

„Elusa looduse" kursuses on ühendatud taimed ja loomad iseloomuliste suuremate üksuste, näiteks aia, põllu, metsa jne. liikmetena. Nad on nii valitud, et lõplikus kokkuvõttes VI õppeaastas oleks võimalik anda elupilti üksikuis looduse ühiskondades.

Käesolevas raamatus on katsutud ainult metsa küllaldase materjali põhjal ühiskonnana kirjeldada. Lõppos[illegible] on esitatud koondatult taimede ja loomade seas tähtsamad kultuurtaimed ja tüübilisemad loomad ning viimaks söödikute esindajana paeluss ja inimese välissöödikud.

V õppeaasta kursuse kokkuseadmisel tarvitatud kirjandus on peajoontes juba IV õppeaasta eessõnas nimetatud, nendest on peljusid ainult klišeede originaalideks kasutatud.

Hr. lektor J. V. Veski'le ja prl. M. Bekker'ile avaldame nende lahke kaastöö eest, mida nad käesoleva töö keelelisel silumisel ja korrigeerimisel on teinud, oma tänu.

Tartus, 1. septembril 1923. a.

Autorid.

Sisu.

Lhk.

Eessõna 3

Eluta loodus.

Hääl. 7
Hääle kõrgus ja tugevus 10
Kaja 12
Kõnetoru 14
Fonograaf ja grammofon 14
Inimese hääl 15
Valgus. Valguse allikad 16
Valguse levimine. 17
Varjud. 18
Päikese ja kuu varjutused 18
Tasapeegel ja peegeldumine 20
Nurkpeegel ja kaleidoskoop 22
Nõgusad ja kumerad peeglid 24
Valguse murdumine. 26
Optilised läätsed 28
Kujutised läätsede abil 30
Kumera läätse tarvitamine 33
Inimese silm 35
Valguse lahutamine. 40
Päevapildistus 43
Vedelikud ja gaasid. Vedelikud 45
Pascali seadus 46
Vesirattad 49
Ühendatud anumad 51
Archimedese seadus ja kehade ujumine 53
Märgumine ja jõhvsus 55
Gaasid. Õhurõhumine 56
Baromeetrid 58
Õhusõit 60
Veepumbad 61
Lõõts ja hingamine 63
Tähtsad orgaanilised ja anorgaanilised ained. Puu destilleerimine kuivalt . 65
Liht- ja liitkehad 66
Kristallid ja amorfsed kehad 67
Tähtsamad kiviliigid. Ränikivi 69
Raudkivi ehk graniit 72
Mineraalid ja kiviliigid 74
Savi tarvitamine 74
Liivakivi 76
Kiht- ehk sette-kiviliigid ja kristall-kiviliigid 77
Savi-kildkivid. 78
Paekivi ja lubi 79
Kriit 81
Kips 82
Turvas ja kivisüsi 83
Põlevkivi 86
Maaõli ehk nafta 88
Anorgaanilised ja orgaanilised ained 89

Elus loodus.

Aias. 90
Aedmaasikas 90
Karusmarjad 93
Päevalill 96
Seemne ehitus ja idanemine 99

Põllul. 105
Kartul 105
Lina 108
Rukis 110
Põldosi 115
Jänes 118
Põldlõoke 122
Roheline heinaritsikas 124

Metsas. 127
Mänd 127
Kuusk 132
Sanglepp 134
Harilik kanarbik 136
Mustikas ja pohl 138
Seemnete levitamine 139
Maarja-sõnajalg 144
Samblad 147
Seened 150
Orav 152
Hirv 155
Rebane 157
Suur kirju rähn ja kägu 159
Müürikull 163
Rästik ja nastik 167
Punane metsasipelgas 170
Kuuse kooreürask 174
Mets 175

Vees 180
Valge vesiroos 180
Vesihernes 183
Vesiläätsed ja vesikiud 185
Hüljes 187
Saarmas 189
Sinikael 191
Lindude pesad 194
Ahven 197
Räim 201
Jõevähk 204
Kollaseservaline ujur 207
Laulusääsk 209
Apteegikaan 211

Mõned välismaa taimed ja loomad. 213
Meie maitsejoogid: tee, kohv ja kakao 213
Tehnikas kasutatavad taimed 216
Tuttavad lõunamaa puuviljad 218
Harilikumad maitseaine-taimed 220
Kookospalm 222
Orang-utan 223
Elevant 225
Lõvi 226
Põhjapõder ja kaamel 227
Hiiglakängur 229
Aafrika jaanalind 230
Niiluse krokodill 232
Siidiliblikas 233

Söödikloomad. 235
Harilik paeluss 235
Inimese välissöödikud 237

Eluta loodus.

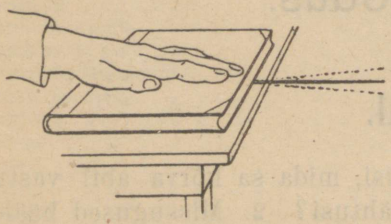
Hääl.

Vaatlused. 1. Nimeta nähtusi, mida sa kõrva abil vastu võtad! Kuidas kutsutakse neid nähtusi? 2. Missugused hääle avaldused meeldivad sulle? 3. Pane tähele eemalsõitvat rongi, mis vilistab, kas kuuled sa vilet just samal ajal, kui sa auru näed vilest välja tulevat? 4. Viska kivi tiiki või järve ja pane tähele, kuidas levivad tekkinud lained!

Meid ümbritsevad ainelised kehad ja raske on liikuda, ilma et me mõnda neist ei puudutaks. Kui me põranda peal sammume, siis võngub ta vähe meie keha raskuse all; kui me raamatu lauale viskame, siis võngub vähe ka laud raamatu all; kui loomad metsas liiguvad, siis panevad nad lehti, oksi ja rohtu liikuma; isegi maa võngub vähe jalge all, olgugi et need võnkumised sedavõrd väikesed on, et me neid ei näe. Nimetatud nähtavate asjade kõrval on veel õhu-meri, milles me elame. Me ei saa liikuda, ilma et me õhku liikuma ei paneks, veel enam, me ei saa ühtki teist asja liigutada, ilma et õhk puutumata jääks, sest õhk puutub kõige välisilma asjadega kokku ja liigub ühes nende liikumisega. Õhku on kerge liikuma panna, ja kui ta kord ühel kohal võnkuma on hakanud, siis laguneb see võnkumine igale poole laiali, kuni ta pikkamööda ära kaob. Õhk võib ühel ajal väga mitmesuguseid võnkumisi edasi anda ja igaüks neist liigub nii, kui poleks teisi võnkumisi olemaski. Nii näeme siis, et kõik toimetused tingimata tõukeid ja võnkumist ellu kutsuvad kas kindlates kehades, vedelikes või õhus. Et inimesel ja loomadel väga tähtis on teada, mis nende ümber sünnib,

siis leiame, et nii inimene kui ka loomad on isesuguste organitega varustatud, mis kirjeldatud võnkliikumisi vastu võtavad. K õ r v on haruldaselt vastuvõtlik kõige vähemategi õhuvõnkumiste vastu: meie kuuleme h ä ä l t, see tähendab: kuskil on õhu võnkumine tekkinud, mis meie kõrvu ulatub.

Hääle tekkimine. Võtame viiuli (või mõne muu keelpilli) ja lööme sõrmega vastu keelt. Keel hakkab helisema. Helisevat keelt lähemalt tähele pannes näeme, et ta v õ n g u b. See võnkumine tuleb veel selgemalt esile, kui helisevale keelele pabeririba lähendame: pabeririba hakkab hüppama. Võtame sukavarda ja hoiame teda käega üht otsa pidi laua serval, tõmbame vaba otsa üles: varras hakkab v õ n k u m a; võnkumine on selgelt näha ja samal ajal kuuleme

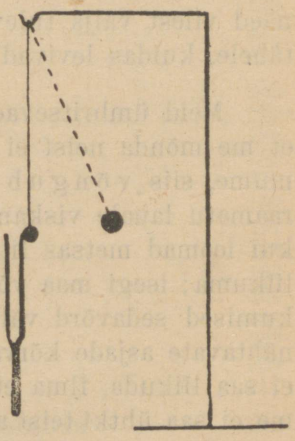


1. joon. Sukavarda võnkumine.

segast h ä ä l t. (1. joon.) Võtame helihargi ehk k a m m e r t o o n i, lööme ta järsult vastu lauda; ta hakkab helisema. Puutume üht haru sõrmega, siis tunneme sõrme all võnkumist. (2. joon.) Lähendame helisevale kammertoonile väikese niidi otsa seotud kuulikese: kuulike põrkub kammertoonist eemale. (3. joon.) Heli kuuleme niikaua, kuni kammertoon võngub. I g a h e l i s e v k e h a v õ n g u b; neid võnkumusi ei märka meie iga kord. Võnkudes paneb helisev keha võnkuma ka teda ümbritseva õhu: õhus tekivad õ h u l a i n e d. Kaldudes ühele poole surub helisev keha oma ees õhku, kaldudes teisele poole, tekitab hõrenduse. Need õhu tihendused ja hõrendused anduvad naabruses olevaile õhukihtidele edasi jne., nii et õhus tekib rida tihendusi ja hõrendusi. Niisugused õhulained levivad heliseva keha ümbert kerapinnaliselt igale poole, kust need inimese kõrvu ulatuvad, siis k u u-

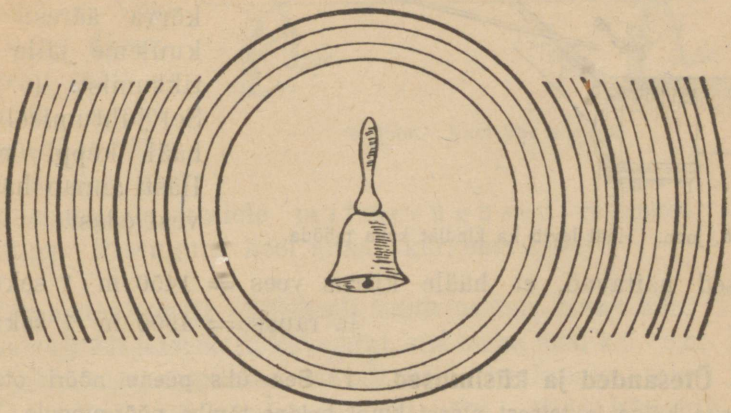


2. joon. Helihargi võnkumine.



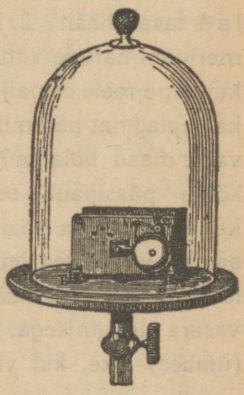
3. joon. Kuulike põrkub helisevast kammertoonist eemale.

leme häält. (4. joon.) Nii siis kannab õhk heli meie kõrvu. Kui õhku ei oleks, siis ei kuuleks me ka helisid.



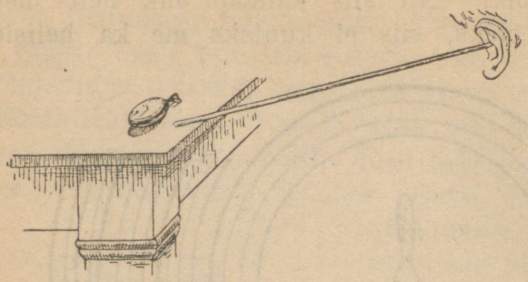
4. joon. Häälelained.

Võtame näiteks äratuskella, asetame ta õhupumba kupli alla ja paneme helisema. Hakkame kuplist õhku välja pumpama. Alguses on kella helin selgesti kuulda; mida hõredamaks jääb õhk, seda tasasemaks jääb helin (5. joon.), kuni ta lõpuks hoopis ära kaob, ehk küll haamrikene endiselt vastu kella lööb.



5. joon. Helisev kell õhupumba kupli all.

Hääle laialilagunemine (levimine). Hääl ei levi õhus mitte silmapilkselt, vaid tarvitab teatud aega. Kes eemalt vilistavat vedurit on näinud, see teab, et esmalt näeme vilest auru välja tulevat ja mõne aja pärast kuuleme vilet. Samuti näeme enne välgu sähvatust äikese ajal ja mõne aja pärast kuuleme ka müristamist. Täpsad mõõtmised näitavad, et hääl õhus 157 sülda (umbes 333 meetrit) 1 sekundis edasi jõuab. Hääl ei levi mitte ainult õhus; ta võib levida ka vedelikes ja kindlais kehades. Vedelikud ja kindlad kehad annavad häält kiiremini edasi kui õhk. Paneme taskukella lauale ja läheme laua äärest niikaugele, et me kella tiksumist enam ei kuule. Võtame siis pika kepi, paneme

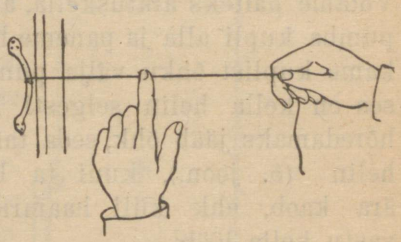


6. joon. Hääl levib ka kindlat keha mööda.

ta ühe otsa lauale ja teise otsa hoiame kõrva ääres; nüüd kuuleme jälle kella tiksumist. (6. joon.) Sel juhtumisel levib hääl keppi mööda. Hästi annab häält ka vesi edasi.

Katsed näitavad, et hääle kiirus vees = 1450 m 1 sekundis,
ja rauas = 4900 m 1 sekundis.

Ülesanded ja küsimused. 1. Seo üks peene nööri ots ukse käeraua külge ja teisest otsast kinni hoides tõmba nöör pingule. Tõmba teise käega nööri keskpaik allapoole ja lase ta siis lahti (7. joon.). Kas hakkab nöör võnkuma? Kas kuuled tasast häält? 2. Kas näeme kammertooni harude võnkumist? 3. Miks kuuleme meie eemaljooksvate hobuste kabjaplaginat paremini, kui me kõrva vastu maad hoiame? 4. Seleta, miks kõlab püssipauk eemalt nõrgemini kui läheda maa pealt? 5. Kiviraiujat eemalt vaadeldes leiame, et vasaralöögiga tekitatud hääl ei lange ühte vasara liikumisega. Millega seda seletada? 6. Kui kaugel on meist (umbes) äike, kui välgu ja müristamise vahel on 10 sekundit aega.

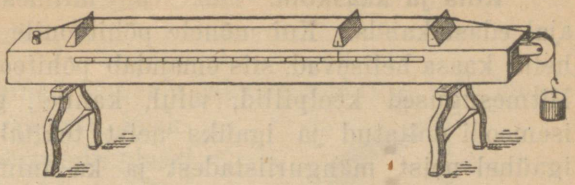


7. joon. Võnkuv nöör.

Hääle kõrgus ja tugevus.

Vaatlused. 1. Vaatle üksikuid viiulikeeli (d-, a- ja e-keel) ja pane tähele, mille poolest nad üksteisest lahku lähevad! 2. Mille poolest läheb üksikute viiulikeelte heli üksteisest lahku? 3. Võta pikergune tühi puukarp (sigarikast kõlbab selleks otstarbeks hästi), kinnita kaks viiulikeelt, teine ja kolmas, üht otsa pidi naelte abil karbi servale, teiste otsade külge seo üheraskused pommikesed ja pinguta keeled ühepikkuselt üle karbi

(8. joon.). Tõmba mõlemaid keeli. Kas helisevad keeled ühesuguselt? 4. Võta nüüd kaks ühesugust keelt (näit. a) ja korda katset. Missugused on nüüd helid? 5. Seo kahele ühesugusele keelele mitmesugused raskused vaba otsa külge. Missugune keel annab kõrgema tooni?

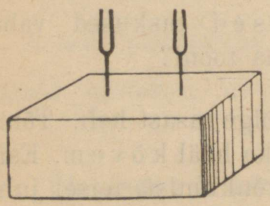


8. joon. Kast ühe keelega.

Tõmmates õrnalt viiulikeelt kuuleme õige tasast heli. Tõmbame sama keelt järsemalt, kõvemini, siis on ka hääl kõvem. Esimesel juhtumisel märkame vaevalt keele võnkumist, teisel juhtumisel on keele võnkumine selgesti näha. Mida kõvemini me keelt sõrmega või poognaga tõmbame, seda kõvem on hääl ja seda selgemini näeme viiuli keele võnkumist. Sellest järeldame, et hääle tugevus oleneb keele võnkumise jõust; mida suurem on võnkumise „laius“ ehk ulatus, seda tugevam on hääl. Võtame nüüd sama keele, venitame ta rohkem pingule ja tõmbame poognaga üle keele. Nüüd on heli kõrgem. Mida rohkem me keele pingule tõmbame, seda kõrgema heli ta annab. Vaadeldes lõtva ja pinguletõmmatud viiulikeelt, näeme, et lõtv keel võngub aeglaselt ja annab madala heli. Pinguletõmmatud keel võngub aga kiirelt ja annab kõrge heli. Üldiselt, mida kiiremini võngub keha, seda kõrgem on hääl. Kõige madalama heli kuuleme siis, kui mõni keha 16 võnget sekundis teeb, kõige kõrgema, kui võngete arv sekundis 40 000-ni ulatub. Kui keha võngete arv vähem on kui 16 või suurem on kui 40 000, siis ei kuule me häält. Teatud kõrgusega häält nimetatakse heliks ehk tooniks. Mõnikord ei saa me hääle kõrgust määrata, kas sellepärast, et ta liiga lühikest aega vältab või mitmesuguse kõrgusega helisid sisaldab. Niisugust mitte-korrapärast häält nimetatakse suminaks.

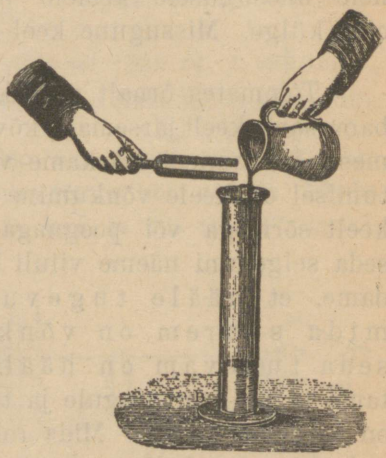
Ülesanded ja küsimused. 1. Kui puud saagides saagi kord kiiremini, kord aeglasemalt liigutada, kas muutub siis sae hääl? 2. Millest tuleb, et bassviiul (kontrabass) madalamaid toone annab kui harilik viiul?

Kõla ja kaaskõla. Õhk võib mitmesuguseid võnkeid ühel ajal edasi kanda. Kui mõnele põhitoonile teised nõrgad kõrvalhelid kaasa helisevad, siis omandab põhitoon isesuguse kõla. Mitmesugused keelpillid, viiul, kannel, gitarr jt. on igaüks isemoodi ehitatud ja igaüks neist tekitab iseliiki kaashelisid, igaühel neist mänguriistadest ja ka inimeste häältel on oma kõla, millest neid võib ära tunda. Võtame tühja puukarbi ja puurime kahel kohal augukesed kaane sisse (või kummuli-



9. joon. Kaaskõla ehk resonants.

keeratud karbi põhja). Asetame kaks ühesugust heliharki augukestesse ja lööme ühe pihta, nii et ta helisema hakkab. Hoiame ta kinni, et ta ei heliseks; siiski heliseb teine helihark edasi. Esimese võnkeid andis võnkuma hakanud õhk teisele helihargile edasi ja see hakkas kaasa helisema. (9. joon.). Aga mitte ainult teine helihark ei hakka kaasa helisema, vaid ka teised kehad, mis sama kõrgusega helisevad. Võtame näiteks kõrge mõõtklaasi ja valame temasse vett, hoiame samal ajal heliseva helihargi mõõtklaasi suu kohal. (10. joon.). Kui veepind teatava kõrguseni on tõusnud, kuuleme kaaskõla: õhusamba võngete sagedus on samasugune kui helihargil. Kaaskõla kutsutakse veel resonantsiks.



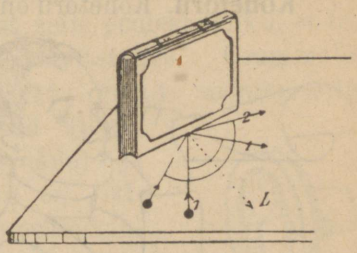
10. joon. Võnkuv õhusammas heliseb kaasa.

Kaja.

Vaatlused. 1. Vaata, kuidas ristjoones vastu seina visatud kummipall tagasi põrkub. 2. Viska kivi tiiki ja vaata, kuidas lained kaldalt tagasi põrkuvad. 3. Missugust iseäralist hääle nähtust

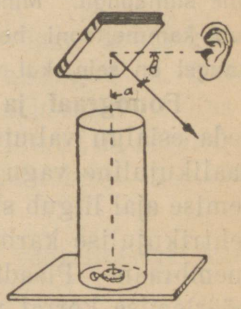
oled sa lauldes metsas või tühjas kirikus tähele pannud? 4. Kus kostuvad sõnad selgemini, kas kinnises ruumis või vabas õhus?

Hääle peegeldumine. Paneme paksu raamatu serviti lauale ja tõmbame kriidiga raamatu keskkohalt ristjoone ehk perpendikulaari (11. joon. *L*) ning kaks joont mõlemasse täisnurka nii, et nad perpendikulaariga võrdsed nurgad moodustavad. Võtame nüüd väikese kuulikese ehk palli ja lükkame teda teatavas suunas raamatu keskkoha poole. Kuulike põrkub vastu raamatut ja jookseb muudetud sihis, vastava nurga haru mööda edasi. (See katse tahab natuke harjutust!)



11. joon. Peegeldumine.

Samuti muudab oma liikumissihti iga häälelaine. Võtame sügava silindri (12. joon.) ja paigutame ta põhja taskukella. Läheme silindrist nii kaugele, et kella tiksumine kõrva ei kostuks. Kella tiksumist võib aga kuuldavaks teha, kui mõne raamatu või tahvli silindri kohal hoiame, nii et häälelaine langemisnurk (a) võrdub peegeldumisnurgaga (b). Häälelaine peegeldub ja meie kuuleme jälle kella tiksumist. Hääle peegeldumisel põhjeneb **kaja**. Igaüks teab, mis on kaja, ja on seda kuulnud kas metsas või mõnes suures hoones (näit. kirikus): iga sõna kuuldub mõne aja pärast uuesti. Häälelained, levides õhus, põrkuvad vastu takistust, peegelduvad, tulevad tagasi, ja me kuuleme öeldud sõna uuesti.



12. joon.
Hääle peegeldumine.

Eespool nägime, et hääle levimise kiirus õhus on 333 meetrit (157 sülda). Inimese kõrv võib ühes sekundis kümne silbi ehk heli vahel vahet teha. Iga $^1/_{10}$ sekundi järele võib uus silp järgneda. Selle aja jooksul jõuab esimene silp 33 meetrit (330:10) kõnelejast eemale, enne kui järgmine öeldakse. Kui nüüd häälelaine vastu peegeldavat seina põrkub, siis tuleb ta vastupidises sihis tagasi. Jõuab esimene silp enne tagasi, kui teine öeldud, siis ei kuule me kaja. Seepärast peab edasi-

tagasi käik vähemalt 34 meetrit pikk olema. Selleks, et kaja tekiks, peab peegeldussein vähemalt 17 m eemal olema.

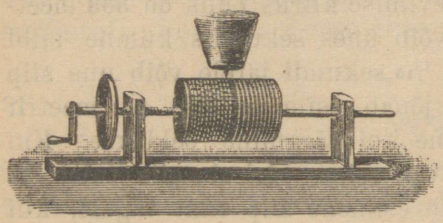
Kõnetoru. Kõnetoru on umbes $1^1/_2$ meetri pikkune ühele poole lehtri sarnaselt laienev toru. (13. joon.) Kui kitsamasse otsa kõnelda, siis tekivad häälelained. Kõnetoru hoiab nad koos: nad peegelduvad toru seintelt, seintega järjest vähenevaid nurki moodustades, ja lahkuvad laiemast otsast peaaegu paralleelsetena. Kõnetoru tarvitatakse peaasjalikult laevadel.



13. joon. Paberist kõnetoru.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kas võime kaja järele peegeldusseina kaugust ligikaudu teada saada? 2. Välgu sähvatus kestab ainult ühe silmapilgu. Millega seletada müristamise kestust? 3. Miks kostub kammertooni heli tugevamini, kui ta jalg lauale toeb? 4. Kui kaugel on sein, kui vile kaja alles 3 sekundi pärast kostub?

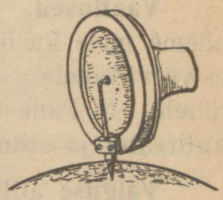
Fonograaf ja grammofon. Fonograaf*), sel kujul, nagu teda esialgu valmistati, kujutab terassilindrit, mille pinnale spiraalikujuline vagu on aetud; seda katab õhuke tinapaber. Pöörlemise ajal liigub silinder oma telje sihis edasi. Tinapaberi vastu lehtrikujulise karbi põhja on kinnitatud kergelt vetruv plaat ehk membraan. Plaadi keskele on kinnitatud metallnõel, mis võlli pöörlemise korral vagu mööda jookseb ja tinapaberi pinda puutub. Kui membraanikarpi kõnelda või laulda, siis hakkab plaat ühes nõelaga võnkuma, kord nõrgemalt, kord tugevamalt rõhub ta tinalehte. Lehele jäävad mitmesugused jooned. (14. joon.). Tinalehte märgitud võnkeid võib uuesti kuuldavale tuua (nagu üleskirjutatud sõnu lugeda), selleks otstarbeks võetakse silindrilt membraan ära ja asetatakse silinder esialgsesse asendisse. Nüüd asetatakse plaat uuesti oma kohale, nagu üleskirjutamise algul. Silindri pöörlemisel vajub nõel



14. joon. Fonograaf.

*) Fonograaf tähendab „häälekirjutaja".

augukestesse ja kerkib uuesti üles, jne. See üles-alla liikumine paneb membraani võnkuma, mis omakorda võnked õhule edasi annab. Õhk kannab need võnked meie kõrvu. Fonograafi ülesleidja on ameeriklane Edison. Grammofon on täiendatud fonograaf, läheb aga viimasest selle poolest lahku, et teda ainult hääle kuuldavale toomiseks tarvitatakse. Grammofoni tähtsamad osad on helikarp (15. joon.) membraaniga, mille keskele nõel on kinnitatud (teine helikarbi ots on pasunatoru sarnane) ja grammofoni plaat. Membraan on ristsihti asetatud ja nõel on tema külje peale kinnitatud. Grammofoni plaat on kõvast kummist ja šellakist valmistatud, kellavärk paneb ta keerlema. Plaadi pinnal on madalamad ja sügavamad augukesed, mis spiraalis keskkohta kokku jooksevad. Nõel liigub lainetades plaadi pinnal ja paneb membraani võnkuma.

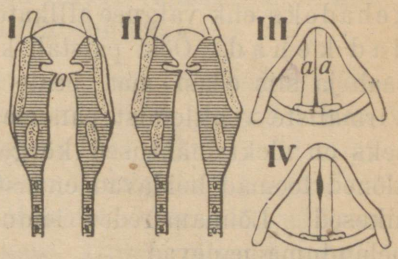


15. joon. Grammofoni helikarp membraaniga.

Inimese hääl.

Vaatlused. 1. Pane hääle kõrgust tähele laste ja täiskasvanute juures. Kes kõnelevad „sügavama“ häälega? 2. Katsu, kas sa saad madalaid ja kõrgeid toone tasa laulda? 3. Kas sa saad ka sissehingamise ajal laulda? 4. Puutu sõrmedega kõri kõnelemise ajal ja pane tema värisemist tähele. 5. Kuidas tekitab suupill helisid?

Inimese hääl tekib häälepaelte võnkumisest kõris (16. joon.), kus nad nii on asetatud, et nende vahele pilu jääb, millest õhk hingamisel vabalt läbi pääseb. Kõnelemise ja laulmise ajal tõmbuvad häälepaelad pingule, nende ääred litsuvad pilu koomale; kopsust tulles tungib õhuvool häälepaelte vahelt läbi ja paneb nad võnkuma. Hääle kõrguse muutumine sünnib mitmel viisil: siin mõjuvad häälepaelte mitmesugune pinguliolek, õhuvoolu kiirus,



16. joon. a — häälepaelad. I ja II — kurgu pikilõige hingamise ja häälitsemise ajal. III ja IV — vaade ülevalt häälepaelte peale madala ja kõrge tooni tekitamisel.

mis neid võnkuma paneb, ja see, et mõnikord ainult osa häälepaelast võngub.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kuidas võime oma suud vilena tarvitada? 2. Kuidas annab tühi pudel häält, kui tema kaela puhuda?

Valgus.

Vaatlused. 1. Missuguse organi abil näeme asju? 2. Kas näeme meie ka öösi? 3. Pane pimedal selgel ööl tähtede sära ja värvi tähele. 4. Pane jaanipäeva ajal jaaniussikeste „tulukesi" tähele. 5. Pane mitmesuguseid lampe tähele: raudteejaamas, uulitsatel ja eramajades.

Valguse allikad. Tähtsamaks valguse allikaks maakeral on päike. Ta valgustab maad ja me näeme meid ümbritsevaid asju. Öösi, pimedas toas ei näe me asju. Neid võime aga ka öösi näha. Tõmbame tiku põlema: ta põleb heleda leegiga. Hoiame magneesiumilindi (umbes 10 sm pikk) tangide abil tiku leegis: magneesium hakkab põlema ja saadab endast pimestavat valget valgust igale poole laiali. Hoiame tangide abil nööpnõela piirituse või gaasi leegis: nõel hakkab hõõguma, lööb punaseks. Põlemisel ja hõõgumisel tekib ka valgus. Aga me näeme pimedas toas ka siis asju, kui väljas välku lööb. Sädet, mis välku meelde tuletab, võime elektrimasina abil saada. Nii siis, ka elektrinähtuste abil võime valgust tekitada. Niisuguseid kehasid, mis iseendast valgust annavad, kutsutakse helenduvateks kehadeks ehk valguse allikateks. Kõik teised kehad on tumedad kehad. Öösi paistab kuu, mis oma valguse päikeselt saab ja siis edasi maa peale saadab. Kuu on tume keha. Virmaliste vehklemist paneme talve-öödel tähele; nende põhjuseks on elektrinähtused kõrgemates, hõredamates õhukihtides. Mõned loomad heidavad endast mahedat valgust, näit. jaaniussikesed. Lõunameredes leidub pisilasi, kes öösiti merepinna helenduma panevad.

Meid ümbritsevad kehad on kas selle läbi nähtavad, et nad helenduvad, ise valgust annavad, või et neid valgustatakse. Valgus on siis selleks põhjuseks, mis kehasid meile nähtavaks teeb.

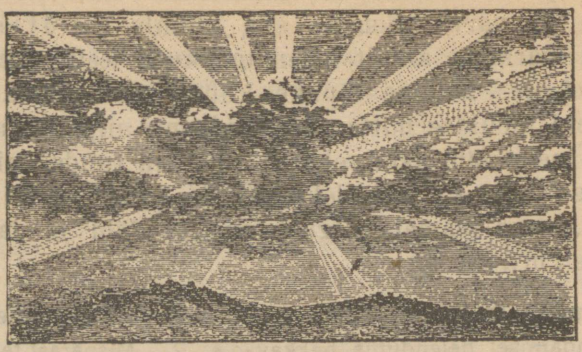
Seame põleva küünla ette klaasitüki. Läbi klaasi näeme leegi kuju ja värvi. Hoiame siis küünla ees õlise paberi: läbi paberi märkame ainult helendust, kuna leegi piirjoont täpsalt näha ei ole. Hoiame lõpuks küünla ees raamatu, siis ei näe me leeki üleüldse mitte. Kehasid, mis niipalju valgust läbi lasevad, et neist läbi asju selgesti võib ära tunda, nimetatakse läbipaistvateks kehadeks. Õline paber on ainult osalt läbipaistev, kuna raamat valgust sugugi läbi ei lase, täiesti läbipaistmatu on.

Ülesanded ja küsimused. 1. Nimeta mõned tumedad kehad, mis kuumendamisel helenduma hakkavad? 2. Mispärast tehakse laualampide kuplid „matist", tuhmist klaasist? 3. Kuidas on tuukrite tegevus vee all võimalik? 4. Seadke päikese valguse (või küünla, lambi) ette järgmised asjad: valge paberileht, kuivatusepaberi-leht, kollane pakkimispaberi leht, tükk sarve (kamm), tükike aknaklaasi ja tükike rohelist pudeliklaasi. Missugusesse järjekorda tuleb need asjad läbipaistvuse suhtes asetada?

Valguse levimine.

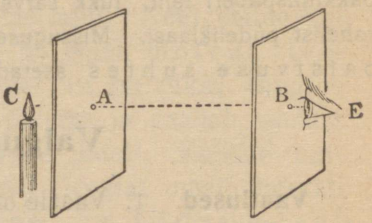
Vaatlused. 1. Vaatle oma kooliteel (õues, aias, väljal) puude, telegraafitulpade ja muude asjade varjusid. Piirdu ainult ühe asja vaatlemisega ja pane tähele: a) varju pikkust enne lõunat, lõuna-ajal ja peale lõunat; b) kevadel, suvel, sügisel ja talvel. 2. Pista pikk kepp ristsihis maa sisse ja vaatle varju pikkuse muutumist päeva jooksul; pane tähele, missugusel päeval ja mil tunnil on vari kõige pikem (kõige lühem). 3. Pane tähele varju asendeid valguse allika suhtes!

Kui päikese valgus läbi väikese akna või pilu tuppa tungib, siis on selgesti näha, et valgustatud koht põrandal (seinal) aknaga või piluga ühel sirgjoonel asub. Neid sirgjooni, mille sihis päikese valgus levib, kutsutakse päikese kiirteks. Valguse sirgjoonelist levimist võime ka päikese loojaminekul tähele panna, kui päikese kiired pilvede vahelt läbi tungivad (17. joon.). Sellepärast ei näe meie asju „ümber nurga," vaid otsesihis endi ees. Võtame paberilehe ja torkame temasse nõelaga augu. Hoiame paberi silmast vähe eemal, nii et meie augu läbi küünla või lambi leeki näeme. Silm, auk ja



17. joon. Päikese loojaminek.
Valguse kiired levivad sirgjooneliselt.

leek on siis ühel sirgjoonel. Lükkame paberilehe vähe kõrvale, siis ei näe me enam leeki. Võtame nüüd mitu auguga paberit ja asetame nad mitmesse kohta leegi ümber. Igas kohas võime silma nii seada, et ta auguga ja leegiga ühel sirgjoonel asub ja me leeki igalt poolt näeme. Valgus levib igale poole sirgjooneliselt (18. joon.).



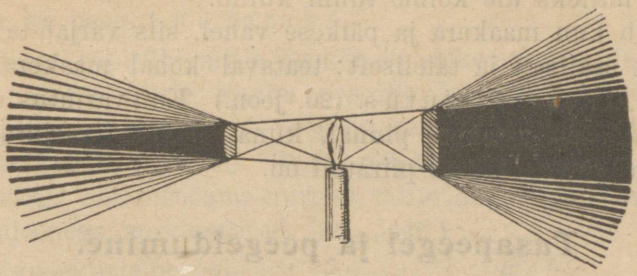
18. joon. Valgus levib sirgjooneliselt.

Varjud. Kui valguse kiirte teel asuvad tumedad kehad, nagu puud, kivid jm., siis ei saa kiired neist läbi tungida ja nende asjade taha jääb tume ruum ehk vari. Varjuks nimetame niisugust ruumi, kuhu valgusekiiri sugugi ei tungi või kuhu neid vähe langeb. Mida kõvem on valguse allikas, seda järsem, tumedam on vari. Asub läbipaistmatu keha seina lähedal, millele vari langeb, siis on vari hästi näha; kui keha seinast eemale viime, jääb vari segasemaks, nõrgemalt nähtavaks. Kera heidab endast ümmarguse varju.

Päikese ja kuu varjutused.

Vaatlus. Süütame pimedas toas küünla või väikese lambi põlema. Võtame kaks kuuli, milledest ühe läbimõõt suurem on kui leegi laius ja teisel vähem. (Kuulikesed seome niidi otsa.)

Asetame kuulid ja leegi ühekõrgusele ja paigutame ekraani niikaugele, et varjud selgesti näha oleksid (19. joon.). Suurem

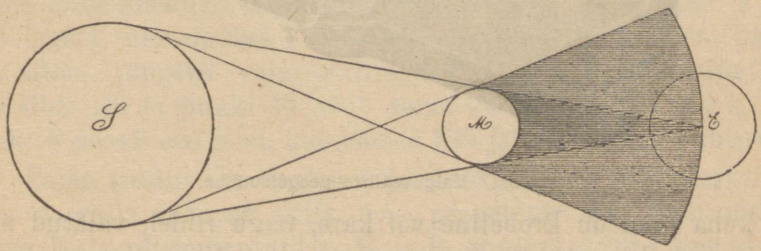


19. joon. Varjud.

kuul heidab varju, mille läbimõõt leegi läbimõõdust suurem; vari on t ü v i k o o n u s. Kuhikukujulist ruumi, kuhu ükski valgusekiir ei lange, kutsutakse t ä i s v a r j u k s. Selle ümber asub aga p o o l v a r i. Mille poolest läheb poolvari täisvarjust lahku?

Vaatlus aitab meile p ä i k e s e j a k u u v a r j u t u s i seletada. Päike on üle miljoni korra suurem kui maakera, viimane aga on 50 korda suurem kui kuu. Maakera ja kuu päikese poole pöördud küljed on heledasti valgustatud, kuna tagaküljed varjus on. Öösi o l e m e m e i e m a a v a r j u s. Et päike maast ja kuust suurem on, siis heidavad nimetatud tumedad kehad koonusekujulise varju. Maakera täisvarju pikkus on suurem kui kuu kaugus maakerast.

Satub kuu maakera varju, siis muutub t a v a r j a t u k s. K u u v a r j u t u s võib juhtuda täiskuu ajal, kui mõlemad taevakehad ühel tasapinnal liiguvad. Varjutuse aega võivad täheteadlased täpsalt ette öelda. Varjutus võib olla t ä i e l i n e, kui terve kuu maakera täisvarju satub, või o s a l i n e, kui ainult osa kuud täisvarjust läbi läheb.



20. joon. P ä i k e s e v a r j u t u s. S—päike, M—kuu ja E—maakera.

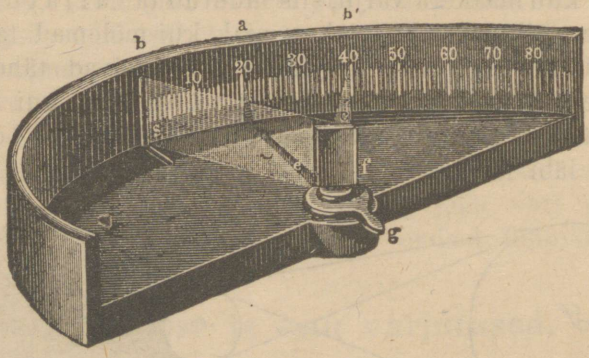
Juhtub nii, et päikese, maa ja kuu keskpunktid ühel sirgjoonel asuvad, siis peab kuu maakera täisvarju keskelt läbi minema, milleks üle kolme tunni kulub.

Asub kuu maakera ja päikese vahel, siis varjab ta päikese meie eest osaliselt ja täieliselt: teataval kohal maakera pinnal on siis päikese varjutus. (20. joon.) Kuu varjutus on näha väga laialdaselt maakera pinnal, kuna päikese varjutus maakeral õige väikese alaga piiratud on.

Tasapeegel ja peegeldumine.

Vaatlused. 1. Korda katset 9. lhk. (hääle peegeldumine). 2. Pane tähele enda kujutist peeglis: a) kus tekib kujutis? b) kuidas muutub kujutis, kui sa peeglile lähemale astud? d) kuidas avaldub kujutises sinu pahema (või parema) käe liigutus? 3. Millal näeme asja ja tema peeglikujutist ühekorraga?

Vaatame päeval läbi aknaklaasi õue, siis näeme õues olevaid asju selgelt, kuna me oma kujutist aknas ei näe. Lükkame akna lahti ja vaatame läbi ruudu vastu tumedat seina, siis peegeldab aknaklaas. Samuti peegeldab ka klaasitükk, mis lauale pandud, kui temasse vaadata. Tume tagapind näib tarvilik olevat, et esineks peegeldumine. Ka harilik peegliklaas on nii tehtud, et tema läbi ei paista, ta on tagant hõbetatud. Klaas pole aga ainuke keha, mis peegeldumist võimaldab: ka taldrikud, poleeritud lauad jm. peegeldavad asju. Kui



21. joon. Valgusekiirte peegeldumine.

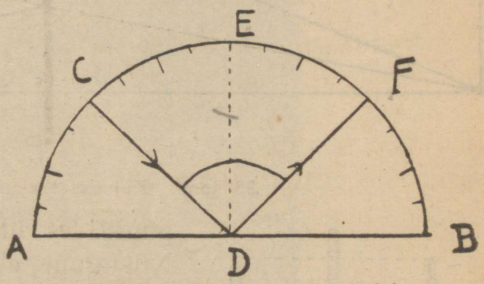
aga keha pind on krobeline või kare, nagu riidel, valatud malmil ja saetud lauatükil, siis ei saa meie peeglikujutist. Siledat

pinda, mis valgust tagasi heidab ehk peegeldab, nimetame peegliks. On pind tasane, siis nimetame peeglit tasapeegliks (ehk tasapinnaliseks peegliks), on pind aga kõver, siis kutsume ka peeglit kõveraks.

Võtame papitüki, mille keskel on väike avaus, ja laseme läbi avause päikese kiirte kimbu peeglile langeda. Nüüd võtame teise papitüki ja seame ta peeglist sama kaugele, kui esimene papitükk peeglist asub. Papil märkame valget plekki. Nurgamõõtja abil mõõdame nurgad, mille langev ja peegeldunud kiir loodjoonega moodustavad. (21. joon.).

Valgusekiirte peegeldumises võime sedasama seadust tähele panna, mille hääle peegeldumisel leidsime:

Langemisnurk CDE võrdub peegeldumisnurgaga EDF. (22. joon.) Langev ja peegeldunud kiir asuvad loodjoonega ühes pinnas.

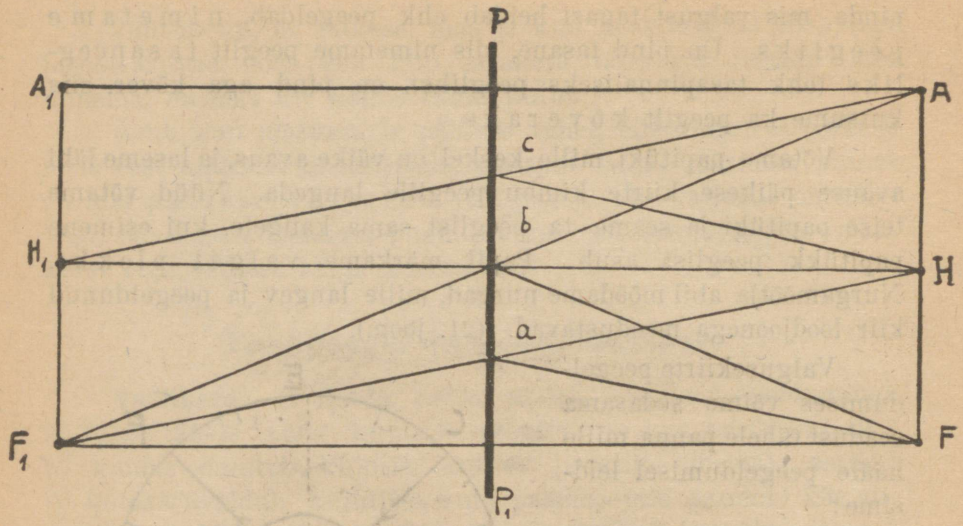


22. joon. Langemisnurk võrdub peegeldumisnurgaga.

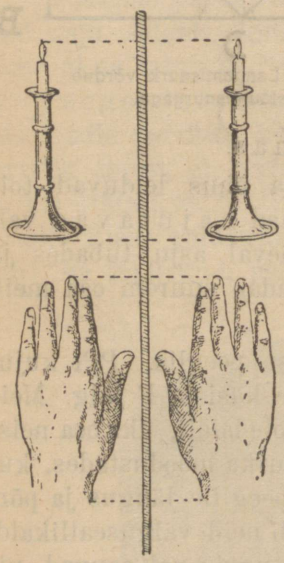
Pilvise ilmaga peegeldavad pilved ja õhus leiduvad tolmukübemed päikese valgust igas sihis, nad hajutavad valgust. Valguse hajumise tõttu näeme päeval asju tubades ja sügavates keldrites. Hajunud valgust saadab suurem osa meid ümbritsevaid tumedaid kehasid.

23. joonis selgitab kujutise tekkimist peeglis. PP_1 kujutab peeglit, A on inimese silm, H inimese käsi ja F jalg. Meie kehaosadest lähevad valgusekiired igale poole laiali; üks osa neist langeb peeglile ja peegeldub, sama suurt nurka moodustades, kui nende langemisnurk on. Kiir Fa langeb peeglile längus ja põrkub tagasi (missuguses sihis?). Silm otsib neid valgusekiirte allikaid, mis silma tungiva valgusekiirega ühel sirgjoonel asuvad, nii siis sihis Ab ja punkt F_1 asub sama kaugel peegli taga, kui punkt F peegli ees (seal, kus jooned FF_1 ja AF_1 kokku puutuvad).

Sama seadus on maksev ka kiirte kohta, mis punktidest H ja A välja lähevad (kiir AA_1 peegeldub otse vastupidises sihis). Tõelikult on punktid A_1, H_1 ja F_1 ebakujutised, sest et neis



23. joon. Kujutise tekkimine tasapeeglis.

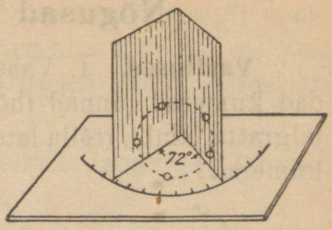


24. joon. Asjade kujutised tasapeeglis.

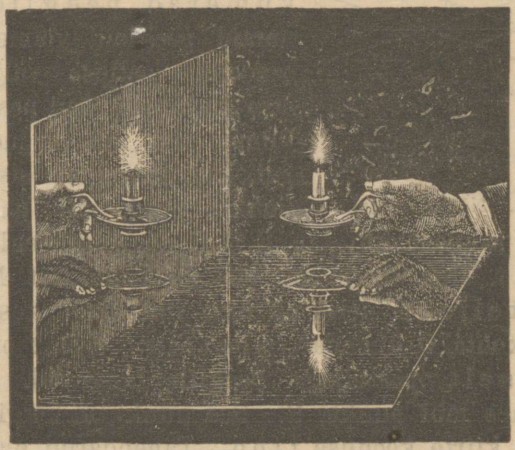
punktides ühtki valguseallikat ei asu. Niisugune ebakujutis tekib meie silma iseärasuse tõttu. Kujutis tasapeeglis on asjaga ühesuurune ja päripidine. (24. joon.)

Nurkpeegel ja kaleidoskoop. Võtame 2 ühesuurust peegliklaasi (umbes 12×8 sm), paneme nad teineteise peale ja kleebime ühelt poolt pikemad servad paberi külge (25. joon.), nii et neid nagu raamatu kaasi võib kokku lüüa ja lahti teha. Tõmbame siis siledale lauale poolringi (raadiusega 8 sm) ja jagame kraadideks; neist märgime ainult järgmised kraadid 45, 60, 72, 90 ja 120 ära. Poolringi keskpunkti kinnitame loodsihis peenikese traadi ja tarvitame seda meie nurkpeegli teljeks. Seame peegli 90^0 peale ja asetame külgede vahele küünla. Me näeme siis kolme kujutist. Need kolm kujutist moodustatavad ühes küünla leegiga täisnurga. Kui nurk on 72^0, siis saame 4 kujutist jne. (26. joon.).

Nurkpeegel on kaleidoskoobi*) oluline osa. Kaks väikest peeglit moodustavad (harilikult) 60°-se nurga, nad on torusse paigutatud, mille üks ots piimklaasiga kinni on pandud. Teisest otsast vaadatakse sisse. Torru on pandud mitmesuguseid värvilisi kehakesi, nagu klaaspulgakesi, torukesi jne. Peeglites annavad nad huvitavaid kujutisi.



25. joon. Nurkpeegel.



26. joon. Kujutised nurkpeeglis.

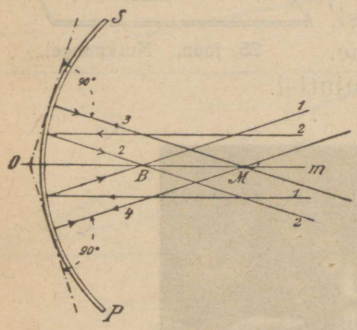
Ülesanded ja küsimused. 1. Kuidas võib peegli abil nurga taha näha? 2. Kas võib aknaruutu peegliks tarvitada? 3. Missugused peavad hea peegli omadused olema? 4. Kuidas peegliklaasi paksust noatera**) abil teada saada? Miks annab õhtul toas põlev lamp „akna taga" kaks kujutist? 5. Mispärast paistavad jõekaldal kasvavad puud vees ümberpöördutena (ladvad allpool)? 6. Miks läigivad („põlevad") aknaklaasid loojamineva päikese kiirte käes? 7. Pane küünal laual püsti seisva peegli taha ja liiguta peegli ees teist põlevat küünalt niikaua, kuni leegi kujutis esimese küünla tahi kohale satub. Mõõda mõlema küünla kaugused peeglist.

*) Kreeka keelest: *kalós* — ilus, *eidos* — kuju, *skopeo* — vaatlen.

**) Hoia noatera vastu klaasi ja vaata tema kujutise kaugust!

Nõgusad ja kumerad peeglid.*)

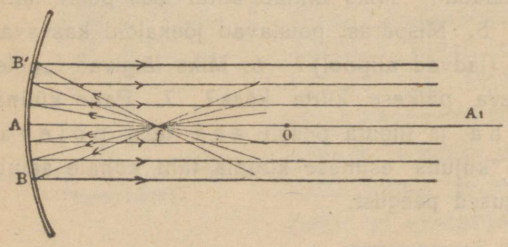
Vaatlused. 1. Vaatle kodus leiduvaid asju, milledel on siledad kumerad pinnad (hõbelusikad, vaskkannud jm.). 2. Vaatle jalgratta lambi, (tõlla laterna) tagapinda. Kas on nad nõgusad või kumerad?



27. joon. Nõgus peegel.

Kõveraist peeglitest on tähtsamad niisugused, mille pinnad moodustavad osa kerapinnast. Nad jagatakse kahte liiki: nõgusad ja kumerad peeglid. Neid kõveraid peegleid võime õõnsa kuuli osadena, sellest välja lõigatuna, ette kujutada: kui peegeldab väline, kumer pind, siis on meil kumer peegel, kui peegeldab sisemine, nõgus (lohk-) pind, siis on meil nõgus peegel. 27. joonisel kujutab S O P nõgusat peeglit. M on kera keskpunkt. Iga sirgjoont, mis keskpunktist M läbi läheb, kutsutakse teljeks, neist on üks Om, mis keskpunkti M ja peegli keskkohta O ühendab, peatelg. 1 ja 2 on kiired, mis paralleelselt peateljega peeglile langevad. Nad peegelduvad, minnes läbi punkti B. See punkt on kõigi peegeldunud paralleelsete kiirte koonuse tipp. Tähendatud punkti koguneb ühes valgusekiirtega ka soojus, mille tõttu punkti B tulipunktiks (ehk fookuseks) nimetatakse.

Vastuoksa, tulipunktist langevad kiired peegelduvad peatelje sihis paralleelse kimbuna. Neid kiiri kutsutakse tulipunkti kiirteks.



28. joon. Nõgus peegel valgustuspeeglina.

3 ja 4 on keskpunktist läbiminevad kiired ja langevad peeglile, moodustades 90°-lise nurga; järjelikult peegelduvad nad otse vastupidises sihis („iseendasse"), nagu tasapeeglis. Need on kesk-

*) Algkoolis võib selle peatüki ka täiesti vahele jätta. P. K.

punkti ehk peakiired. Vahet tulipunktist peegli keskkohani kutsutakse tulipunkti kauguseks; ta on pool kerapinna raadiuse pikkusest. Nõgusa peegli kohta saame siis järgmised seadused:

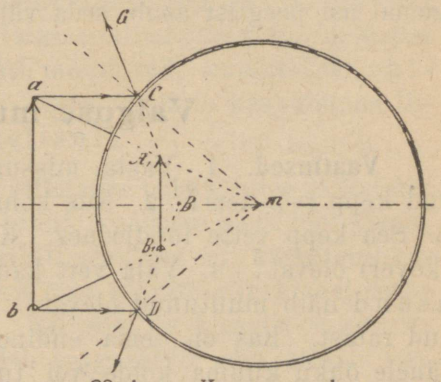
1) Kiired, mis peateljega paralleelselt langevad, lähevad peale peegeldumist tulipunkti sihis.

2) Tulipunktist väljaminevad kiired lähevad peale peegeldumist paralleelselt peateljega (28. joon.), andes sellega heledat valgust.

3) Peakiired peegelduvad otse vastupidises sihis.

Ülesanded ja küsimused. 1. Miks on mõned köögi-, jalgratta-, automobiili- ja vedurilambid nõgusate peeglitega varustatud? 2. Kuidas võib nõgusa peegli abil kergesti süttivaid asju põlema panna? 3. Valmista 6—8 sm laiusest uuriklaasist nõgus peegel, kattes kumer külg tuši või musta lakiga. Otsi tema tulipunkt üles. 4. Joonista kiirte käik peale peegeldumist, kui valguseallikas asub tulipunktis.

Kumer peegel ja asjade kujutised. Poleeritud metallist nupp, uuriklaas, mille sisemine külg on tahmatud, klaaskuul jm. kujutavad meile kumerat peeglit. Vaadates kumerasse peeglisse, näeme enda vähendatud (sagedasti segast) kujutist.

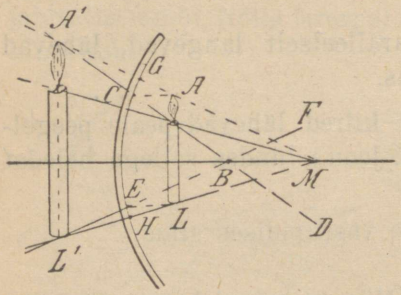


29. joon. Kumer peegel.

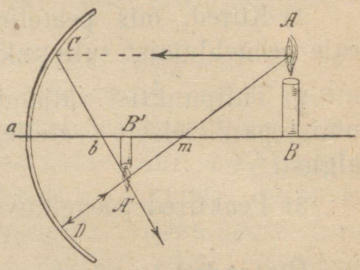
29. joonis selgitab asja kujutist kumeras peeglis: *a b* on nool peegli ees. Paralleelsed kiired *aC* ja *bD* peegelduvad nii, kui tuleksid nad tulipunktist *B*. Keskpunkti kiired *am* ja *bm* lõikavad paralleelseid kiiri punktides A_1 ja B_1, mis on punktide a ja b kujutised. Nii on siis A_1B_1 noole ab kujutis. Kumeras peeglis näeme alati asjade päripidist vähendatud ebakujutist.

Asjade kujutised nõgusas peeglis olenevad nende kaugusest peeglist, nimelt,

1) kui asi asub peegli läheduses, keskkoha ja tulipunkti vahel, siis näeme päripidist suurendatud kujutist peegli taga. (30. joon.)



30. joon. Nõgus peegel suurendus-peeglina.



31. joon. Tõeline kujutis nõgusa peegli ees.

2) Asub asi tulipunktis, siis ei näe me üldse mingit kujutist (miks?).

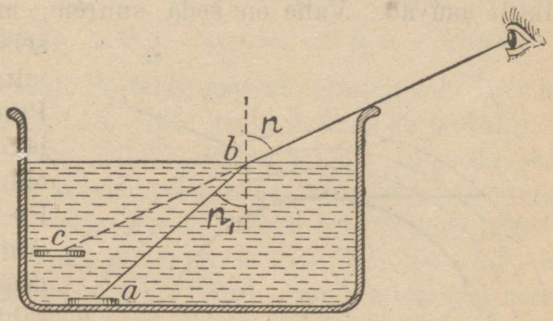
3) Asub asi tulipunktist kaugemal, siis on kujutis ümberpöörduna ja suurendatuna **peegli ees**. Mida kaugemal asi peeglist asub, seda vähem on tema kujutis (31. joon.)

Valguse murdumine.

Vaatlused. 1. Vaata, missugusena näib kaldu vette pistetud kepp (või aer)? 2. Kus kohal näib kepp murdunud olevat? 3. Sea kepp vette loodjoones. Kas näib ta ka nüüd murdunud (kõver) olevat? 4. Vala vett kaussi ja pane tähele, kas põhja asend näib muutunud olevat! 5. Vaatle pooleni vette pistetud ratast. Kas on tema endine kuju muutumatu? 6. Pane tähele õhku kuuma kolde või tuleaseme kohal õues. Kas on midagi märgata? 7. Vaatle selgel ööl tähti. Missugused tähed vilguvad rohkem, kas need, mis silmapiiri lähedal või kõrgel peakohal asuvad?

Eespool nägime, et valguse peegeldumise tõttu tumedad kehad meile nähtavaks saavad. Enne aga, kui valgusekiired meie silmani jõuavad, peavad nad ühest või mitmest läbipaistvast kehast läbi tungima. Näit., näeme läbi akna väljas olevaid asju: valguse kiired tungivad esmalt läbi õhu, siis läbi klaasi ja uuesti läbi õhu, enne kui nad meie silma jõuavad. Läbi-

paistvaid kehasid, milledest valgusekiired läbi lähevad, kutsutakse keskkondadeks. Näeme meie kala vees, siis tungivad valgusekiired kalast läbi vee ja õhu. Vesi ja õhk on kaks isesugust keskkonda. Paneme pesukausi (või mõne plekknõu) põhja metallraha ja asume ise kausist niikaugele, et tema serva tagant ainult raha tagumist äärt näeme. Laseme kedagi, raha paigal hoides, vett kaussi valada. Nüüd näeme tervet raha: ta näib põhjast kõrgemale kerkinud olevat. (32. joon.). Rahast tulevad kiired pidid veest õhku tulles oma sihti muutma. Kuna silm asju ainult otsesihis oma ees näeb, paistab ka raha kõrgemal olevat. Sihi muutumine sünnib vee ja õhu lahutusepinnal. Nähtust, kus valgusekiired ühest keskkonnast teise tungides oma esialgset sihti muudavad, kutsutakse valgusekiirte murdumiseks. Igas üksikus keskkonnas liigub aga valgusekiir sirgjooneliselt.



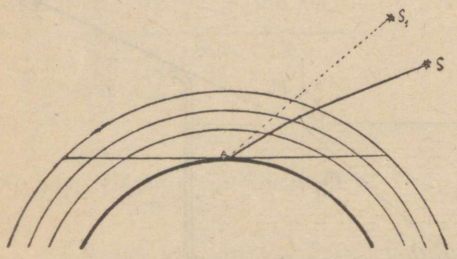
32. joonis. Kiirte murdumine.

Tõmbame valgele paberile pliiatsiga paksu joone ja katame osa temast paksu klaasplaadiga kinni. Vaadates joont läbi klaasi, külje pealt, näeme, et klaasi all olev osa on kõrvalenihkunud joonega paralleelne. Vaatame otse ülevalt alla klaasi peale, siis näeme joont muutumatuna. Nii siis, ka klaasist õhku tungides (või ümberpöördult) muudab valgusekiir oma sihti. Valgusekiirt vastupidises sihis lastes (32. joon.), silmast vee pinnale, punkti *b*, murdub kiir ja läheb uues sihis edasi, nimelt sihis *ba*, mis ristjoonele lähemal. Nurka *n*, mille sünnitab valgusekiir ristjoonega, nimetatakse langemisnurgaks ja nurka n_1, mille sünnitab murdunud kiir ristjoonega, nimetatakse murdumisnurgaks.

32. joonisest on näha, et kui valgusekiir hõredamast keskkonnast (õhust) tihedamasse (vette, klaasi) läheb, siis on murdumisnurk langemisnurgast väiksem; vastuoksa, kui val-

gusekiir tihedamast keskkonnast hõredamasse tungib, on murdumisnurk langemisnurgast *suurem*.

Aga ka õhk ise ei ole ühetasase tihedusega, vaid moodustab mitmesuguseid kihte. Ülemised kihid on hõredamad, madalamad, maapinna läheduses, on tihedamad. Selletõttu näeme meie päikest (ja paljusid tähti) vähe teisel kohal, kui nad tõelikult asuvad. Vahe on seda suurem, mida madalamal päike seisab. 33. joonis kujutab mitmesuguseid õhukihte. Punktis *A* on vaatleja silm ja *S* on päike. Hõredamast õhukihist tihedamasse tulles murdub valgusekiir (vähemat nurka moodustades ristjoonega); mitmest kihist läbi jõudes on ta esialgsest sihist tublisti kõrvale kaldunud ning selles uues sihis tungib ta vaatleja silma, mis teda asendis S_1 näeb. Valgusekiirte murdumisel põhjeneb ka niikutsutud *terendus*, mis iseäranis sagedasti soojades kõrbedes ja merekallaste läheduses ette tuleb: mõnikord nähakse silmapiiril kaugeid kohti, mida harilikult näha ei ole.

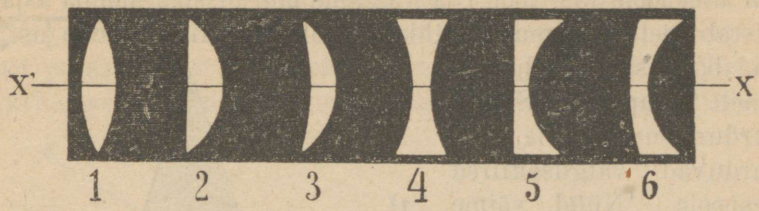


33. joon. Valgusekiirte murdumine atmosfääris.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kas tuleb jahimehel, kes vees kala tahab lasta, valgusekiirte murdumist arvesse võtta? 2. Millal murdub valgusekiir ristjoonele lähemal, millal ristjoonest kaugemal? 3. Joonista kiirte tee a) õhust vette, b) veest õhku (32. joon.). 4. Missuguses sihis peab päikesekiir maakerale langema, et ta oma esialgset sihti ei muudaks? 5. Miks vilguvad rohkem need tähed, mis silmapiiri läheduses asuvad?

Optilised läätsed.

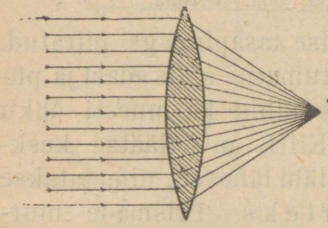
Optilisteks läätsedeks nimetame läbipaistvaid klaase, mis kahe kerapinnaga või ühe kera- ja ühe tasapinnaga piiratud (34. joon.). Kuju järele jagatakse neid *kumerateks* ja *nõgusateks* (34. joon. 1, 2, 3 — kumerad ja 4, 5, 6 — nõgusad), tegevuse järele *koondavateks* ja *hajutavateks*. Sirgjoont, mis kerapindade keskpunktist läbi läheb,



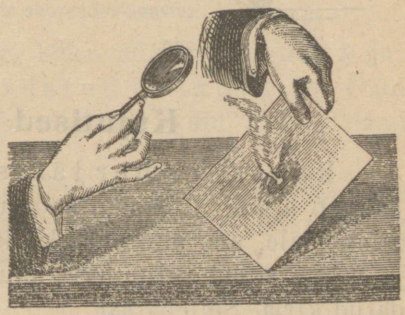
34. joon. Optilised läätsed. 1, 2, 3 — kumerad, 4, 5 ja 6 — nõgusad.

nimetatakse peateljeks. Peateljel asuvad kerapindade keskpunktid ja tulipunktid. (34. joon., XX' — on peatelg).

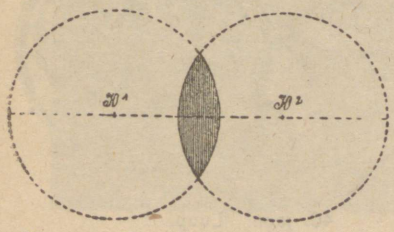
Võtame kumera läätse (tuleklaasi) ja laseme ta peale päikesekiiri langeda. Päikesekiired langevad paralleelse kimbuna ja läätsest läbi minnes koonduvad nad ühte punkti (35. joon.), mida nad heledasti valgustavad ja nii soojendavad, et puulaastusid, paberit jm. põlema võivad panna. (36. joon.) See on läätse tulipunkt (35. joon. *T*). Sirgjoon tulipunktist läätse keskkohta annab meile tulipunkti kauguse. Nõgusal peeglil on ainult üks tulipunkt, kumeral läätsel on neid kaks (vastavalt kahele kerapinnale) (37. joon.). Tulipunkti kaugus võrdub kerapinna raadiusega. Lääts muudab valgusekiirte sihti. Et kiirte murdumisest läätses kergemini aru saada, peame klaasprisma abiks võtma. Optiliseks prismaks nimetame läbipaistvat keha, mida kaks lõikuvat tasapinda kahest küljest piiravad. Serva, milles tasapinnad lõikuvad, kutsutakse murdumisservaks (38. joon. a) ja nurka, mille nad moodustavad, nimetatakse murdumisnurgaks. Hoiame prisma serva-



35. joon. Kumer ehk koondav lääts.

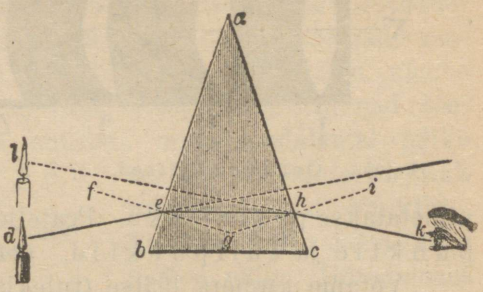


36. joon. Tulipunkt.

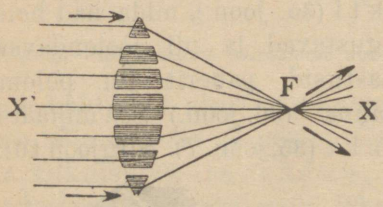


37. joon. Kumera läätse tekkimine.

pidi ülespoole (38. joon.) ja vaatame läbi prisma mõnda asja. Asi paistab meile kõrgemale nihkunud olevat. Kiired, mida asi välja saadab, on siis murdunud, nimelt allapoole. Seame murdumisnurga alla, siis murduvad valgusekiired ülespoole. Nüüd võime läätse juurde tagasi pöörata. Läätse võib vaadelda kui hulgast prismadest koosseisvat keha. (39. joon.) Ainult läätse keskmine osa pole prismakujuline, vaid kahe paralleelse tasapinnaga piiratud. Ristjoones langev kiir läheb temas muutumatus sihis edasi ja püsib selles sihis ka uuesti õhku tulles. Kiiri, mis läätse keskpunktist läbi lähevad, nimetatakse peakiirteks. Prismade murdumisservad on väljapoole pööratud ja järjelikult murravad nad kiiri läätse telje poole.



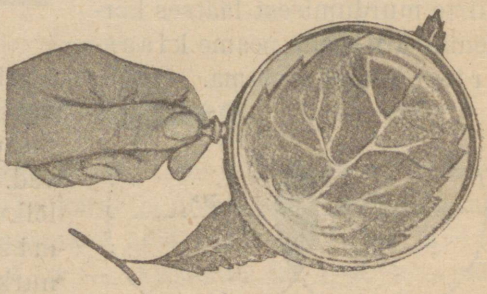
38. joon. Prisma.



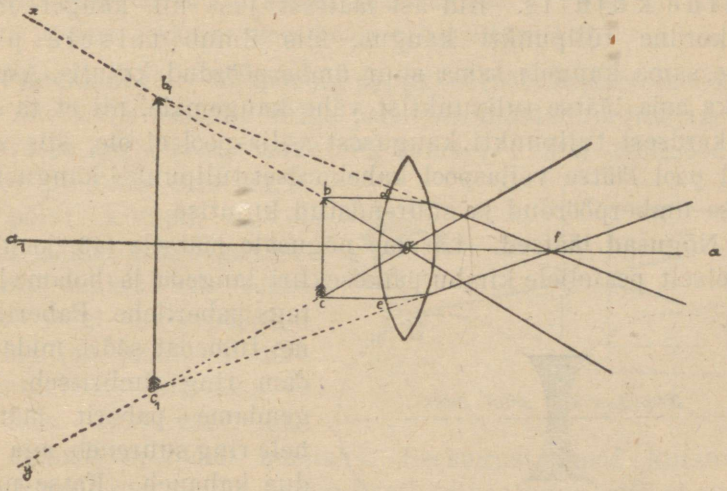
39. joon.

Kujutised läätsede abil.

Kaksikkumer lääts. Paneme läätse trükikirjale. Kiri paistab ainult vähe suurendatud olevat. Tõmbame läätse kirjast kaugemale, siis suureneb ka kujutis. Niikaua kui vahe kirja ja läätse vahel tulipunkti kaugusest vähem on, näeme suurendatud kirja. Sellepärast kutsutakse koondavat läätse ka suurendusklaasiks ehk luubiks. (40. joon.) 41. joonisel kujutab b-c asja (noolt). Tõmbame tema otsadest sirgjooned läbi läätse optilise keskpunkti (o), need lähevad muutumatus sihis läätsest läbi vaatleja silma. (41. joon. a)


40. joon. Luup.

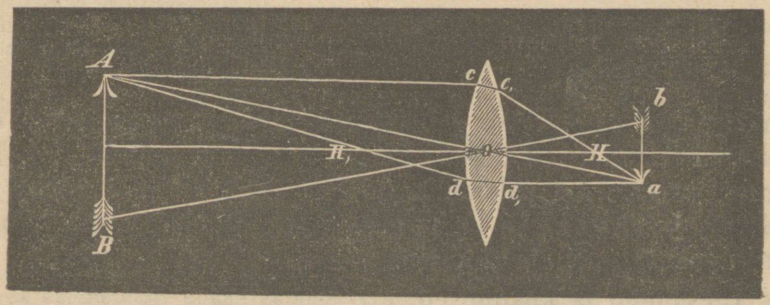
Nendel sirgjoontel näeb siis silm antud punktide kujutist, mille kohad (asendid) kaks teist kiirt b d ja c e määravad. Need langevad paralleelselt peateljele, murduvad ja lähevad läbi tulipunkti edasi. Silm näeb neid sihis f b_1 ja f c_1. Seal, kus sirg-



41. joonis. Kumer lääts suurendusklaasina.

jooned f b_1 ja o b_1 ning f c_1 ja o c_1 lõikuvad, on punktide b ja c kujutised; b_1 c_1 on b c suurendatud ebakujutis (kuna seal valgusekiired tõelikult mitte ei lõiku, vaid ainult nende pikendused).

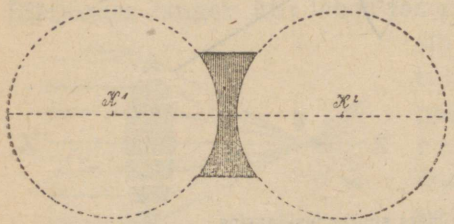
Kui asi (valguseallikas) tulipunktis asub, ei teki üldse mingit kujutist; sest kiired moodustavad peale murdumist paralleelse kimbu, sirgjooned ei lõiku kuskil. Mõõdame



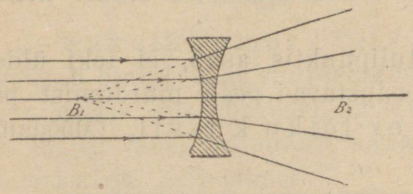
42. joon. Kujutis kumera läätse abil.

läätsest kahekordse tulipunkti-kauguse ja asetame väljapoole seda kaugust põleva küünla, mida 42. joon. nool kujutab. Teisel pool läätse hoiame paberilehe tulipunktist vähe kaugemal. Paberile ilmub küünla vähendatud, ümberpöördud, tõeline kujutis. Kui asi läätsest just nii kaugel on kui kahekordne tulipunkti kaugus, siis ilmub teisele poole läätse, sama kaugele sama suur ümberpöördud kujutis. Asetame lõpuks asja läätse tulipunktist vähe kaugemale, nii et ta siiski kahekordsest tulipunkti kaugusest väljaspool ei ole, siis saame teisel pool läätse väljaspool kahekordset tulipunkti kaugust asja tõelise ümberpöördud ja suurendatud kujutise.

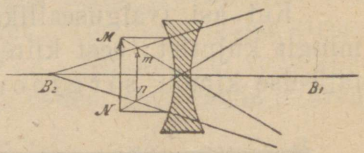
Nõgusad läätsed. Laseme nõgusale läätsele (43. joon). paralleelselt peateljele kimbu päikesekiiri langeda ja hoiame läätse taga paberilehe. Paberil näeme tumedat sõõri, mida heledam ring ümbritseb. Kaugendame paberit läätsest: hele ring suureneb, aga heledus kahaneb. Katse näitab, et nõgus lääts valgusekiiri hajutab. Hajutavus suureneb kaugenemisega läätsest. Teljele paralleelselt langevad kiired murduvad nii, et nende pikendused eespool läätse ühte



43. joon. Nõgusa läätse tekkimine.



44. joon. Valguse hajumine nõgusas läätses
B₁ — ebatulipunkt.



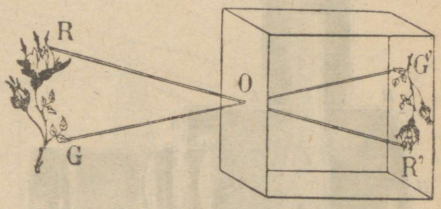
45. joon. Vähendatud kujutis nõgusa läätse abil. MN — asi; mn — kujutis.

punkti koonduvad. Seda punkti nimetatakse hajumis- ehk ebatulipunktiks (44. joon.) Vaatleme mõnda asja läbi nõgusa läätse. Asi paistab kujutisena vähendatud, päripidine ja läätsele lähemal olevat. (45. joon.). Nõgus lääts annab ainult ebakujutise.

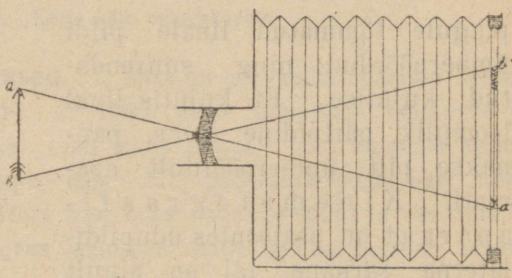
Ülesanded ja küsimused. 1. Kuidas saada nõgusa läätse abil mõne asja päripidist suurendatud kujutist? millal ilmub tõeline kuju-

tis? 2. Missugusel juhtumisel võib kumer lääts nõgusa peegli aset täita? 3. Sagedasti tarvitatakse lambivalguse kõvendamiseks veega täidetud klaaskuuli; kuidas seda nähtust seletada? 4 Täida keedupudel (kolb) veega ja hoia tema e e s põlev küünal. Vaata paberilehe abil, missugune on küünla kujutis kolbi t a g a? 5. Kas on kardetav kergesti põlema hakkavat ainet hoida päikese käes kolbis?

Pimekamber. Võtke mõni pappkast (paberossikestade karp), mille ühe külje asemele valge paber on pandud, ja puurige vastasolevasse karbi seina väike auk (umbes 1 mm läbimõõduga). Seadke pimedas toas karbi ette põlev küünal, nii et küünla leek augukesega ühekõrgusel asuks; siis näete paberil leegi ümberpöördud kujutist. (46. joon.). Et tuba iga kord hästi pimedaks ei saa teha, siis värvitakse kasti seinad seestpoolt mustaks. Seesugust kasti kutsutakse p i m e k a m b r i k s. On avaus kasti seinas suur, siis ei saa me tagaseinal asjade selget kujutist. Et kasti rohkem valgust juhtida ja asjade selget kujutist saada, asetatakse avausesse kumer l ä ä t s. Asjade kujutised kumera läätse abil olenevad aga sellest, kui kaugel on asi (ja tagasein) läätsest. Selgema kujutise saamiseks peab võimalus olema kas läätse edasi-tagasi nihutada või jälle kasti tagaseina lähendada ja kaugendada. Mõlemad viisid on tarvitusel. P ä e v a p i l d i a p a r a a t pole ka midagi muud kui pimekamber. (47. joon.).



46. joon. Pimekamber.

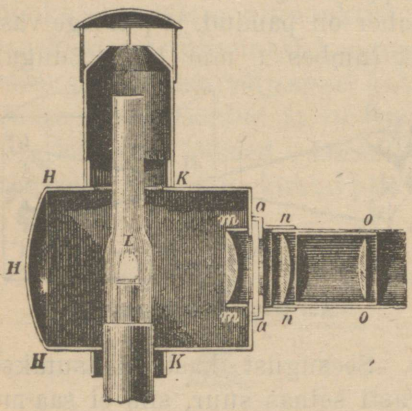


47. joon. Päevapildiaparaat

Kumera läätse tarvitamine.

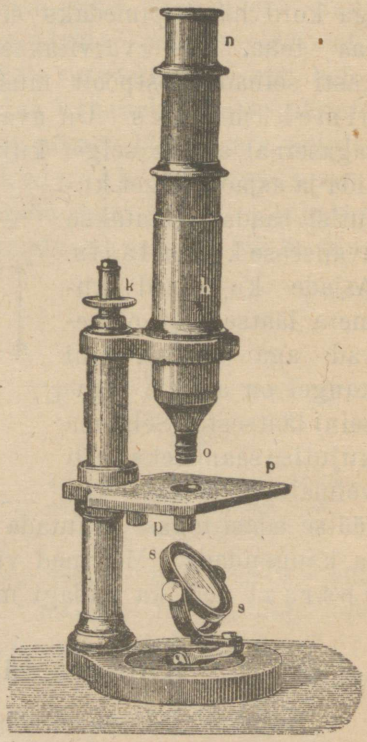
Kumeral läätsel on väga suur tähtsus. Tema on mikroskoobi, pikksilma, udupildiaparaadi jm. oluline osa. Vaatame, kuidas mõned nendest riistadest on valmistatud.

Udupildi-latern (projektsiooni-aparaat). Ka kõige kaugemates maanurkades korraldatakse aeg-ajalt ettekandeid udupiltidega; kohase aparaadi abil, mis tugeva valgustusseallikaga varustatud, näidatakse valgel linal (näitelinal) mitmesuguseid pilta. Udupildi-latern kujutab endast, nagu pimekambergi, seestpoolt mustaks värvitud neljakandilist kasti. Valgusseallikas asub nõgusa peegli tulipunktis (48. joon.). Peale peegeldumist langevad kiired paralleelselt koondava läätse peale, mis nad klaasile tehtud pildile aa juhib. Pilt asub teise läätse tulipunkti kaugusest väljaspool (aga lähemal tema kahekordsest tulipunkti-kaugusest). See lääts heidab valgele seinale või



48. joon. Udupildiaparaat.

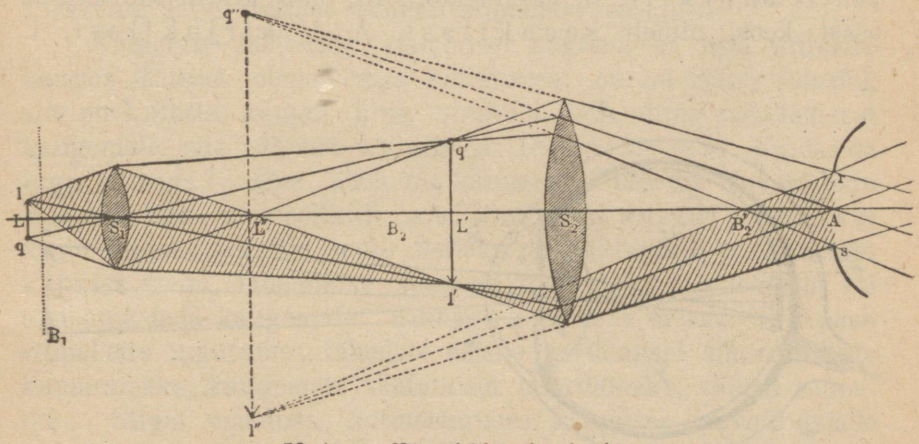
pingule tõmmatud linale pildi ümberpöördud ning suurendatud kujutise. Et kujutis linal loomulik, päripidine oleks, pannakse pilt ümberpöördult aparaati. Kinematograafiaparaat on peajoontes udupildilaterna sarnane, tal on ainult läätsedetorus lõhe (aa kohal), millest läbipaistvate piltide lint läbi jookseb. Lindi paneb liikuma kas inimene või kellavärk. Mikroskoopi tarvitatakse õige väikeste asjade vaatlemiseks, mida palja silmaga näha ei saa. Ta kujutab endast metalltoru, millesse kaks kumerat klaasi on kinnitatud (49. joon.).



49 joon. Mikroskoop.

Üks on toru alumises otsas ja teda kutsutakse objektiiviks; tema all asub vaadeldav asi. Teine on toru ülemises otsas ja kannab okulaari nime. Asjade vaatlemisel hoitakse silm peaaegu vastu okulaari. Kuidas asja kujutis tekib, näitab kiirte käik 50. joonisel. Head mikroskoobid suurendavad asju üle tuhande korra.

Pikksilmaehitus põhjeneb samal alusel kui mikroskoobil.



50. joon. Kiirte käik mikroskoobis.

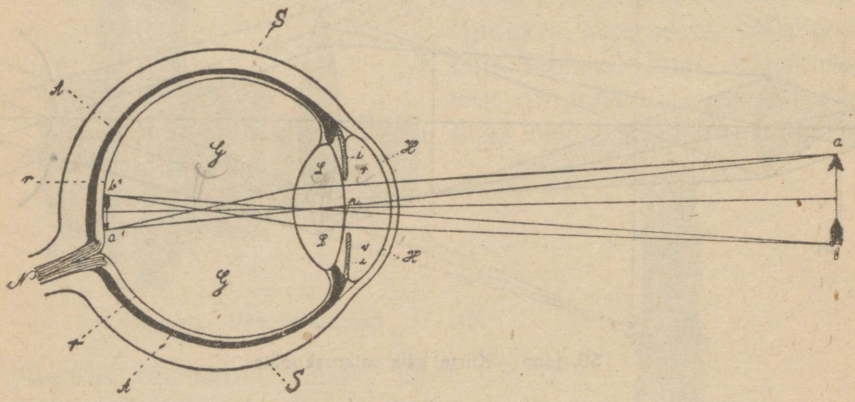
Ülesanded ja küsimused. 1. Miks on päevapildi-aparaadi seinad seestpoolt mustaks värvitud? 2. Miks peab udupiltide näitamise ja kinematograafi etenduste ajal tuba pime olema? 3. Valmista kodus pimekamber, tarvitades järgmisi asju: tühi paberossikestade kast, tuleklaas ja õline paberileht. Hoia kast õlise paberiga silmade ees, tõmba must rätik üle pea, et ei segaks valgus, ja vaatle lähedal seisvate asjade kujutisi paberil.

Inimese silm.

Vaatlused. 1. Kirjelda silma välimust; missuguseid osasid märkad sa silmas? 2. Pane tähele silmalaugude liigutusi. 3. Kuidas on silm väliselt kaitstud? 4. Vaata õige lähedalt oma sõbra silmaterasse. Mida näed sa seal? 5. Millega seletada enda kujutise tekkimist sõbra silmateras? 6. Miks kannavad

inimesed prillisid? 7. Vaata, kuidas lühikese nägemisega inimene loeb. 8. Vaatle mõnda prilliklaasi; katsu, kas ta on nõgus või kumer.

Silm, meie nägemisorgan, on kerakujuline („silmamuna“) ja asub silmakoopas. (51. joon.) Ta seisab koos silma sisemusest ja kolmest nahkkilest, kõige väljaspoolsem neist on kõva valgekile, „silmavalge“ (S), mis eespool kumera, läbipaistva sarvkile, H, moodustab. Ka teine kile seisab kahest osast koos, nimelt soonkilest, A, ja kirjukilest, i.



51. joon. Inimese silm.

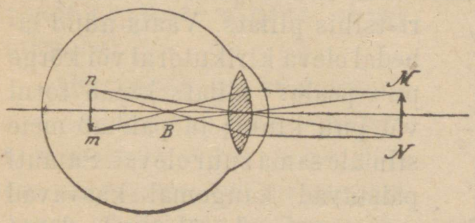
Soonkile sisaldab palju veresooni. Kirjukile on pea igal inimesel isevärvi, tema sisekülg on pruuni värvi, ta ümbritseb värvilise pärjana ümmargust auku, p, silmatera. Seespool soonkilet on kolmas kile, võrkkile, r. See kile on õrn, läbipaistev ja väga valgusetundlik, tema sisaldab silmanärvi, N, peeni harusid.

Kirjukile jagab silma kaheks osaks, eesmiseks vähemaks, niinimetatud eesmiseks silmakambriks, v, ja tagumiseks, suuremaks osaks, mille täidavad silmalääts, L, ja klaaskeha, G; see on läbipaistev, värvita sülditaoline keha. Nagu nimi näitab, on silmalääts läätsekujuline (tagumine pind on kumeram kui eesmine), läbipaistev keha, mis asub klaaskeha taldrikusarnases nõos.

Nägemine. Meie silma tähtsam osa on silmalääts, aga ka teised osad aitavad valgusekiirte murdumiseks kaasa. Et silm asju näeks, peavad valgusekiired asjast silma tungima: nad langevad läbi sarvkile, silmatera, silmaläätse ja klaaskeha võrknahale. Nimetatud üksikud silma osad mõjuvad valgusekiirte peale, kui koondav lääts ja heidavad võrknahale asja ümberpöördud ja vähendatud kujutise. 51. joon. selgitab valgusekiirte murdumist silmas. Silma sattunud valgusekiired ärritavad võrkkilet, selle ärrituse kannab silmanärv peaajusse.

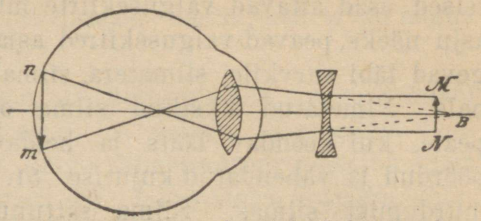
Kumerate läätsede vaatlemisel nägime, et asja kujutise kaugus läätsest oleneb asja kaugusest: on asi läätse lähedal, siis on kujutis kaugel ning suurendatud, viime asja läätsest kaugemale, siis väheneb kujutis ja läheneb läätsele. Kuidas on lugu silmaga? Silm näeb nii kaugel kui lähedal olevaid asju selgesti, kuna me tõelikult asju ainult siis selgesti näeme, kui kujutis just võrkkilel asub. Selleks, et päevapildiplaadil selget kujutist saada, lähendame aparaadi tagumist seina läätsele või tõmbame teda kaugemale. Silmaga seda teha ei saa. Siin peab silmalääts muutuma: lähedate asjade vaatlemisel muutub lääts kumeramaks, kaugemate vaatamisel lamedamaks, vähem kumeraks. Silma omadust, mitmesuguses kauguses asuvate asjade kujutisi just võrknahale asetada, nimetame silma kohastamisvõimeks (ehk akkomodatsiooniks). See võime on aga piiratud: kaugust, milles silm ilma pingutamata selgelt näeb, kutsutakse nägemiskauguseks. Silma, mis umbes 25 sm kauguses harilikku trükikirja ilma pingutuseta võib lugeda, nimetatakse harilikuks ehk normaalsilmaks. Normaalne nägemiskaugus on siis 25 sm; lähemal kui 10 sm ei näe normaalsilm asju selgesti.

Nägemise puudused ja prillid. Kui silm omaduse kaotab kaugelenägemiseks kohaneda ja ainult lähedal olevaid asju selgesti näeb, siis on ta lühidaltnägija. Tema nägemiskaugus on väiksem kui normaalne, tema lääts on kas liiga kumer või on silmamuna liiga piklik. Kummalgi juhtumisel tekib normaalnägemise kau-

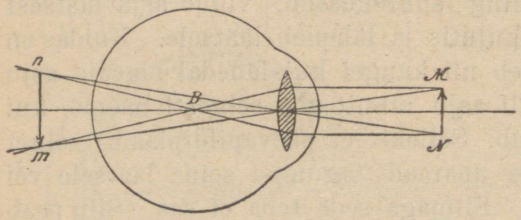


52. joon. Lühidaltnägija silm.

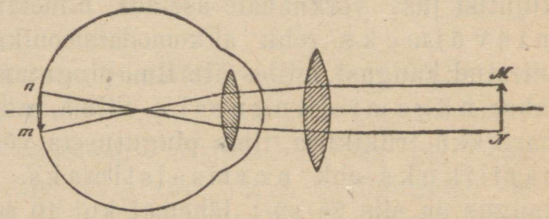
gusel asuva asja kujutis võrkkile ees (52. joon.) Et niisuguses silmas valgusekiired liiga „tugevalt“ murduvad, tarvitavad lühikese nägemisega inimesed prille, mis valgusekiiri hajutavad, nii et nad alles hiljemini (võrknahal)kujutiseks ühinevad. Need prillid on nõgusate klaasidega. (53. joon.) Näeb silm ainult kaugeid asju, ilma et ta lähedate asjade vaatamiseks suudaks kohaneda, siis on ta kaugelenägija. Tema nägemiskaugus on suurem kui normaalne ja silmalääts on liiga vähe kumer. Seesuguse silmaehituse puhul tekib normaalnägemise kaugusel asuva asja kujutis võrknaha taga (54. joon.) Seda nägemise puudust kõrvaldavad kumerate klaasidega prillid. (55. joon.). Vanemate inimeste silmad on sagedasti kaugelenägijad: vanadusega kaotab silmalääts osalt oma kohastumisvõime.



53. joon. Nõgusad prillid lühidaltnägijale.



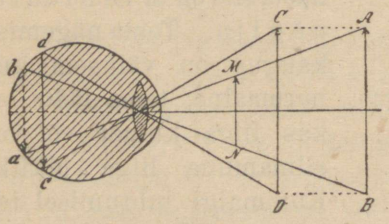
54. joon. Kaugelenägija silm. Kujutis tekib võrknaha taga.



55. joon. Kumerad prillid kaugelenägijale

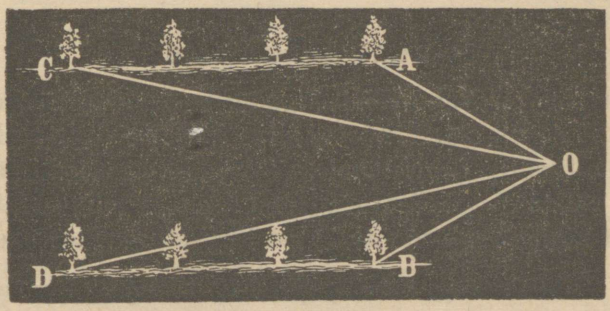
Prillide valiku puhul tuleb alati silmaarsti poole pöörata!

Nägemisnurk. Pigista üks silm kinni ja hoia teise ees ristsihis pliiats. Vaata nüüd lähedal oleva kirikutorni või kõrge puu peale: pliiats katab torni või puu kinni; ta paistab meie silmale sama suur olevat. Samuti paistavad kaugemal kasvavad puiestee puud vähemad olevat kui lähedal seisvad. Selle näh-

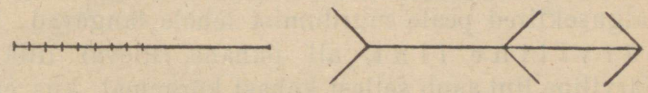


56. joon. Nägemisnurk.

tuse põhjuseks on nurk, mille valgusekiired silma langemisel moodustavad. 56. joonisel on AB ja CD ühepikkused nooled; et lähemal seisva keha CD otsadest tulevad kiired läätse keskkohaga suurema nurga moodustavad, siis on ka vastav kujutis võrknahal (cd) suurem kui kujutis ab. Selle vastu moodustavad valgusekiired, mis punktidest AB ja MN tu-

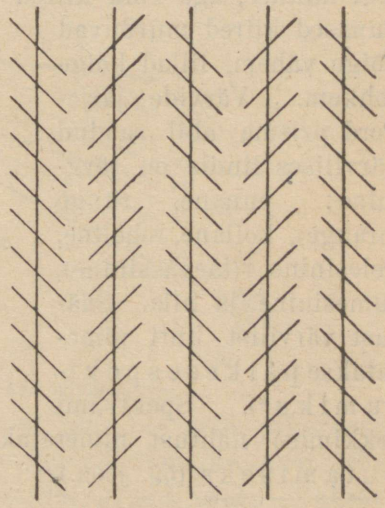


57 joon. Nägemisnurk AOB on suurem kui COD.



levad, ühesuuruse nurga; nende kujutised on ühesuurused, ehk küll nool MN lühem on kui AB. Nurka, mille asja äärtest tulevad valgusekiired silmaläätse tulles moodustavad, nimetatakse nägemisnurgaks. (57. joon.) Tema suurusest oleneb kehade kujutiste suurus silma võrknahal.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kuidas muutub kassi silmatera päeva jooksul? 2. Miks hoiab lühikese nägemisega inimene raamatu silmade lähedal, kui ta ilma prillideta loeb? 3. Võrknahale langeb



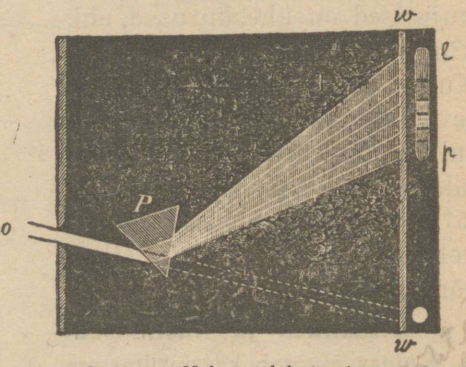
58. joon. Nägemise pettused.

asja ümberpöördud kujutis. Kuidas näeme meie asju selle peale vaatamata päripidi? 4. Missuguseid nägemise „pettusi" tead sa? Kas näivad 58. joonisel joonte a ja b pooled ühepikkused? Kas on joonisel pikad jooned paralleelsed? 5. Kuidas saame väikese metallrahaga päikese kinni katta? 6. Miks paistavad kuu ja päike loojamineku ajal suuremad olevat kui siis, kui nad kõrgel on? 7. Kas on liiga peene trükikirja lugemine silmadele kahjulik?

Valguse lahutamine.

Vaatlused. 1. Vaatle, missugustest värvidest seisab vikerkaar koos? Missugune on värvide järjekord altpoolt üles? 2. Pane vikerkaare kuju tähele. Vaata, kus seisab päike, kui vikerkaar paistab? 3. Vaatle värvide mängu päikesekiirte käes olevas kastetilgas. Kas on värv igast küljest vaadates ühesugune?

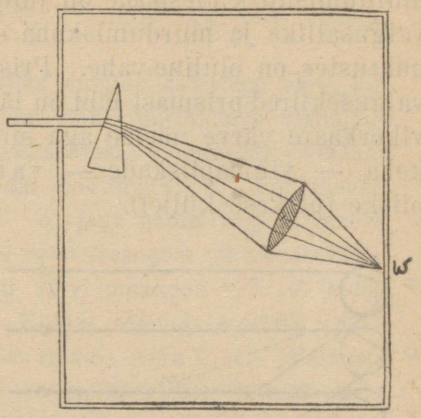
Läbi väikese augukese papitükis laseme valgusekiiri põrandale langeda: põrandale ilmub hele täpp — päikesekujutis. Paneme nüüd avause taha klaasprisma, murdumisnurgaga allapoole ja hoiame prismast vähe maad eemal paberilehe, nii et valgusekiired peale murdumist lehele langevad. Paberile ilmub värviline lint, all punane, üleval lilla (ehk violett). Värviline lint asub sellest kohast kõrgemal, kus enne valge täpp oli. Nagu 29. ja 30. lhk. nägime, murduvad valgusekiired prismast läbi minnes, aga kõik kiired ei murdu ühesuguse tugevusega: punased kiired murduvad kõige vähem, lillad kõige rohkem. Värvide järjekord prisma abil saadud värvilises lindis on järgmine: punane, ruuge (orange), kollane, roheline, helesinine (taevassinine), tumesinine ja lilla. Säärast värvilist linti nimetatakse päikesespektrumiks*). Spektrumi tekkimise nähtust nimetatakse valguse värvideks lahutamiseks (59. joon.).



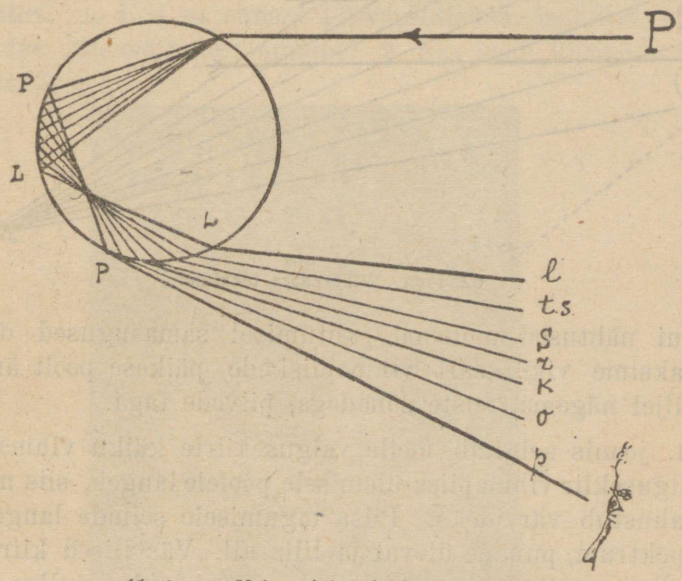
59. joon. Valguse lahutamine.

*) Spectrum tähendab ladina keeles kujutist, pilti.

Võtame nüüd mõne värvilise klaasi; näiteks punase, mis ainult punaseid kiiri läbi laseb, ja hoiame ta valgusekiire teel; värvilindi asemel ilmub paberile (seinale) nüüd punane täpp. Katset võime korrata mõne muu spektrumivärviga, näit., sinisega, kollasega jne., alati ilmub ühevärviline kujutis. Spektrumi üksikuid värve ei saa me enam lahutada (nad ainult murduvad prismas), nad on lihtvärvid. Valge päikesevalgus seisab aga seitsmest lihtvärvist koos. Koondava läätse abil võime spektrumi värve uuesti valgeks muuta või kokku liita (60. joon.).



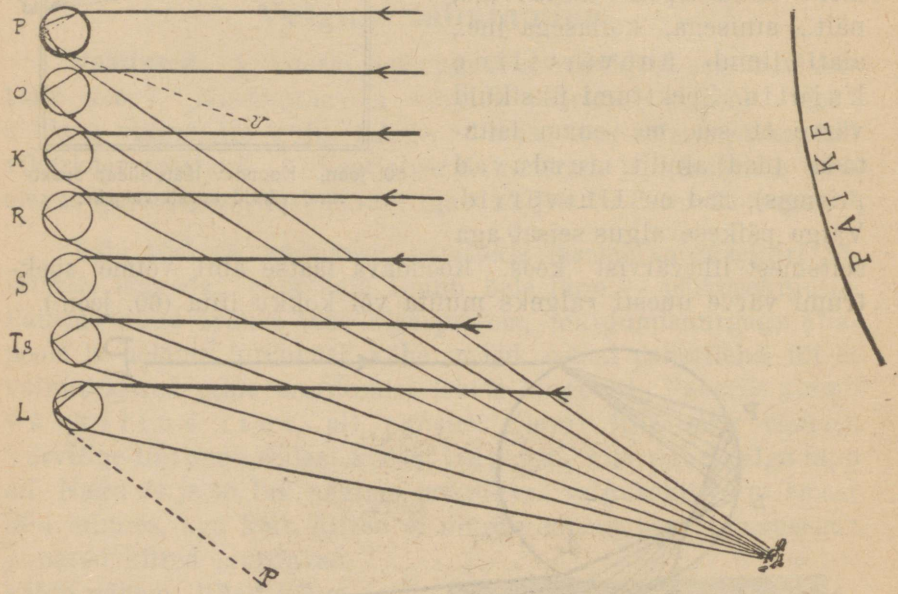
60. joon. Koondav lääts liidab spektrumi värvid uuesti valgeks.



61. joon. Valgusekiirte käik vihmapiisas.

Vikerkaar. Kirjeldatud nähtused aitavad meile vikerkaare tekkimist seletada. Päikesekiired murduvad vihmapiiskades, nii et seitse värvi ilmuvad; neist on punane üleval ja lilla all. Valguse lahutamine vihmapiiskades tuletab prisma tegevust meelde, mille

murdumisnurk ülespoole on juhitud. Võtame aga vaatleja asendi valgusallika ja murdumiskoha suhtes arvesse, siis näeme, et neis nähtustes on oluline vahe. Prisma juures tekivad värvid siis, kui valgusekiired prismast läbi on läinud, see tähendab, prisma taga, vikerkaare värve näeme aga siis, kui me päikese ja murdumiskeha — vihmapiiskade — vahel seisame, siinpool vihmapiiske (päikese küljel).



62. joon. Vikerkaare tekkimine.

Kui nähtused mõlemal juhtumisel samasugused oleksid, siis peaksime vikerkaart vihmapiiskade päikese poolt ärapöördud küljel nägema, teiste sõnadega, pilvede taga.

61. joonis selgitab meile valgusekiirte käiku vihmapiisas. Kui valgusekiir vihmapiisa ülemisele poolele langeb, siis murdub ta ja lahustub värvideks. Piisa tagumisele seinale langeb päikese spektrum, punane üleval ja lilla all. Värvilised kiired peegelduvad tagaseinalt ja murduvad piisast õhku tulles uuesti. Enne seda lõikuvad nad piisas, mis nende asendid muudab, nii et punane alla ja lilla üles jääb. Vahe üksikute värviliste kiirte vahel muutub kaugusega suuremaks, nii et ühest piisast ainult üks teatavavärviline kiir meie silma jõuab. Nii peab

siis vikerkaare moodustamisest palju vihmapiisku osa võtma. (62. joon.).

Ülesanded ja küsimused. 1. Miks muutub kastetilga värv, kui me oma seisukohta muudame? 2. Millal võime purskkaevu mahalangevates piiskades vikerkaart näha? 3. Mispärast moodustab vikerkaar kaare? 4. Millal moodustab vikerkaar poolringi? 5. Kas näevad kõik inimesed üht ja sama vikerkaart? 6. Jaga papist ring seitsmeks ühesuuruseks sektoriks ja värvi igaüks neist isesugust vikerkaarevärvi. Kui sa ringi kiirelt pöörlema paned, mis värvi omandab ta? 7. Millal paistab üks keha valge olevat? 8. Kuidas seletada koidupuna ilmumist? 9. Kas võib vikerkaart terve ringina näha? 10. Valmista klaasprisma: võta kaks ühesuurust neljanurgelist klaasi, kinnita kaks serva vahaga nii kinni, et nad 60^0 nurga moodustavad. Ka otsad võib vahast teha, nii tihedad, et nad vett läbi ei lase. Veega täidetud murdumisnurk lahutab valgust nagu harilik optiline prisma.

Päevapildistus.

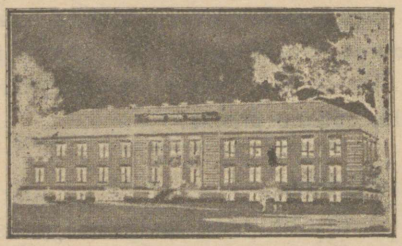
Vaatlus. 1. Kes on ennast päevapildistada lasknud, jutustagu, kuidas „ülesvõtmine“ sündis! 2. Kas saab ülesvõtte kohe kaasa võtta?



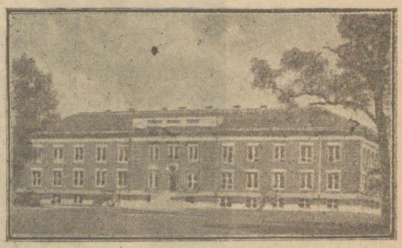
63. joon. Pitsi ja lehtede kujutised päevapildi-paberil.

Võtame valgusetundliku ainega kaetud paberi*), paneme tema peale puulehe, katame mõlemad klaasruuduga kinni ja asetame valguse kätte. Paberi osad, mis lehega kinni katmata, muutuvad peagi pruuniks ja lõpuks päris mustaks. Aegamööda tungivad valgusekiired ka pool-läbipaistvatest leheosadest läbi. Paberile tekib lehe kujutis (63. joon.); need kohad, mis valgust vähe läbi lasevad, on heledamad, teised tumedamad. Seesugust kujutist nimetatakse negatiiviks. (64. joon.)

Samasugune nähtus esineb ka päevapildistamisel („ülesvõtmisel"): päevapildi-plaat on samuti valgusetundliku (broomhõbeda) seguga kaetud. Niipea kui plaat aparaati on pandud ja läätse (objektiivi) eest kate ära võetud, tungivad valgusekiired läbi kumera läätse plaadile. Aparaat seatakse nii, et temasse päikesevalgus otsekohe ei langeks, vaid peegeldatud valgus nendest asjadest, mida päevapildistatakse. Üksikud kehaosad ja riided peegeldavad mitmesugusel määral valgust, mille tõttu kõik plaadi osad mitte ühetasaselt ei valgustu. Peale ülesvõtmist viiakse päevapildi-plaat pimedasse tuppa ja valatakse niinimetatud ilmutajat peale, mis valguse käes muutumatute kohtade peale mõjub. Plaat on ikkagi veel valguse-tundlik ja teda ei tohi välja viia. Valguse mõju vastu peab negatiivi veel „kinnistama". Et negatiivist positiivset kujutist, pilti (65. joon.), saada, millel valgus ja varjud on samas suhtes, kui tõelistel asjadel, peame kujutise valgusetund-



64. joon. Negatiiv.



65. joon. Positiiv.

*) Broomhõbe-paberit võib ise valmistada. Valame ühte kaussi broomkaaliumi lahust ja teise põrgukivi lahust. Kastame paberi esiteks broomkaaliumi-, siis põrgukivi-lahusesse.

likule paberile kopeerima. Positiivset kujutist kinnistatakse samuti kui negatiivigi.

Kinematograafilisteks ettekanneteks tehakse mõnest liikuvast asjast, nagu raudteerongist, terve rida üksteisele järgnevaid kiir- (moment-) ülesvõtteid. Ülesvõtted kantakse läbipaistvale lindile. Kinematograafi-aparaadi töötamisviisi õppisime juba eespool tundma (lhk. 34). Kuna silm valguse muljet umbes 0,1 sek. pärast seda alal hoiab, kui muljet tekitav kujutis võrknahalt on kadunud, siis sulavad kiirelt näitelinale ilmuvad pildid üheks „liikuvaks“ pildiks.

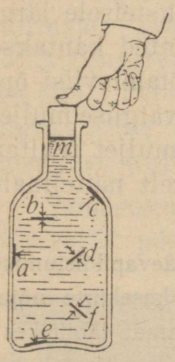
Ülesanded ja küsimused. 1. Miks ei tohi päevapildistumise ajal ennast liigutada? 2. Kas tuleb värvi muutumist päikesekiirte mõjul ka igapäevases elus ette? 3. Joonista päevapildi-aparaat läbilõikes! 4. Kus kohalt on kinematograafis pilti selgemini näha, kas ligidalt või kaugelt?

Vedelikud ja gaasid.

Vedelikud.

Vaatlused. 1. Tuleta meelde, mida eelmisel aastal vee omaduste kohta tundma õppisid! 2. Võta väike kotike liivaga, pane lauale ja rõhu ülevalt liiva peale. Mis sünnib koti seintega? 3. Võta kummipall ja torka temasse tulise nõelaga mitmesse kohta augud. Üks avaus tee suurem, nii et palli saaks vett valada. Kata suurem auk sõrmega kinni ja vajuta veega täidetud palli. Mida sa näed? 4. Korda eelmist katset seapõiega. Nimelt, võta täiesti terve seapõis ja leota ta enne tarvitamist vees pehmeks. Võta siis kahe auguga kork; pista ühte auku 1—$1^1/_2$ meetri pikkune klaastoru, mis lehtriga varustatud, ja teise augu jaoks muretse kohane puuprunt. Seo nüüd põis korgi ümber tihedalt kinni. Täida põis veega, kuni vesi teisest korgi august välja hakkab voolama, ja pane siis sellele augule prunt ette. Vala lehtri kaudu klaastorru vett juurde. Mis sünnib siis põie seintega, kui vesi torus tõuseb? Võta nõel, aja tema ots tules punaseks ja torka temaga põide mitmesse kohta augukesi. Mis sünnib nüüd veega?

Rõhu edasiandmine vedelikkudes. Me teame*), et vedelikel puudub kindel kuju, aga nad hoiavad alal oma ruumala. Käsna võime kokku pigistada, samuti ka leivatükki: rõhu mõjul väheneb nende ruumala. Vedelikkude ruumala muutub aga õige vähe isegi väga suure rõhu all. Täidame näiteks pudeli ääreni veega ja paneme korgi peale; mähime pudeli käterätikusse ja lööme korgi tugeva hoobiga pudelisse: pudel läheb puruks. Tähendab, esiteks, vesi ei lase end kokku suruda. Teiseks, rõhumine, mis mõjub vee pinnale m (66. joon.), avaldab mõju ka vee sisemiste osade ja pudeli seinte (külgede) peale, kusjuures nimetatud rõhumine edasi andub sama suure jõuga igale vee pindalale (mõlemilt poolt) ja seinte pinnale, mis võrdsed m-ga: a, b, c jne. See, mis vee kohta ette toodud, on maksev ka iga muu vedeliku kohta. Nii siis, vedelikud annavad edasi rõhumist, mis nende pinnale mõjub igas sihis ja ühtlaselt (vaatlus 3). Seda seadust nimetatakse tema ülesleidja, kuulsa prantsuse õpetlase Pascal'i (67. joon.) nime järele Pascali seaduseks. Pascali seadusel põhjeneb vesipressi ehitus.



66. joon. Vesi annab rõhumise igas sihis edasi.

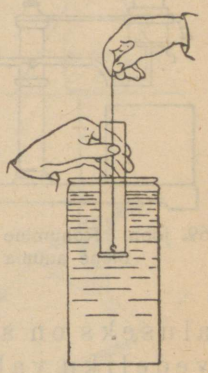


67. joon. B. Pascal, kuulus prantsuse teadusemees (1623—1662).

Vedeliku rõhumine anuma põhja peale. Vedelikul, nagu igal muulgi kehal, on oma raskus, sellega on siis iseendast mõistetav, et vedelik anuma põhjale rõhub, millesse ta on valatud. Raskusetungi mõjul rõhuvad ülemised vedeliku osakesed nende all asuvate peale; need omakorda rõhuvad nende all asuvate osakeste peale, kuid juba suurema jõuga, sest nad

*) Looduseõpetus, IV õppeaasta, lhk. 23.

rõhuvad oma raskusega ja annavad ülemiste osakeste rõhumise edasi, jne. Pascali seaduse järele andub rõhumine ühte viisi igale poole, nii et iga vedeliku osake igast küljest sama suurt rõhumist tunneb, kui ülevalt. Kui rõhumine ühest küljest suurem oleks, siis hakkaks vedeliku osake rõhumist avaldava tungi sihis liikuma. Rõhumine kasvab aga osakese kaugusega (sügavusega) vedeliku pinnast. Võtame silindrikujulise klaastoru (või lambiklaasi), millel hästi sile ots on, hoiame niidi abil tema otsa vastu siledat plaati ja pistame niisuguse liikuva põhjaga klaasi vette, nii sügavale kui klaas lubab. Kui nüüd niit lahti lasta, siis ei vaju plaat alla ega vesi tungi torusse (68. joon.). See katse näitab meile, et vesi tõesti alt üles surub. Nimetatud rõhumise suuruse määramiseks valame klaasi niipalju vett, et plaat alla langeks: klaasi valatud vee raskus võrdub otsitava rõhumise suurusega. Vett ettevaatlikult klaasi valades näeme, et plaat hakkab siis langema, kui vesi klaasis peaaegu välise veepinnani on tõusnud. (Plaadil on ka omal raskus, mis vee raskusele juurde tuleb arvata.) Siit järeldame siis, et rõhumine plaadile alt üles võrdub veesamba raskusega klaasis. Selle veesamba aluseks on plaadi pind ja kõrguseks plaadi kaugus vee pinnast.



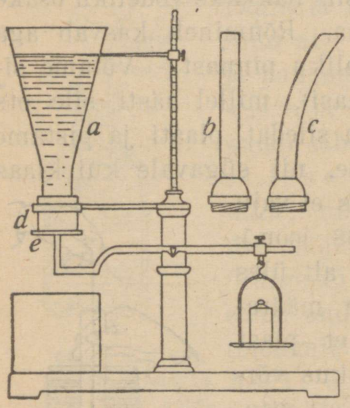
68. joon. Vesi surub alt üles.

Kui plaat alla on vajunud, siis asub tema asemele õhuke veekiht ja vesi tõuseb klaasis välise veepinna kõrguseni. Selle veekihi peale rõhub nüüd veesammas klaasis kogu oma raskusega. Kuna rõhumine alt üles võrdub veesamba rõhumisega klaasis, siis jääb veekiht paigale.

Kujutame nüüd ette, et klaas püsti nii sügavale vette on pistetud, et ta anuma põhja puudutab. Õhukesele vedelikukihi pinnale klaasi otsas rõhub klaasis olev veesammas oma raskusega. Kogu see rõhumine andub anuma põhjale. Et iga põhja pinnaosa on vee püstsamba raskuse rõhu all, mille aluseks nimetatud põhja pinnaosa ja kõrguseks põhja kaugus vabast veepinnast, siis on rõhumine põhja peale võrdne vedeliku püstsamba raskusega, mille aluseks on anu-

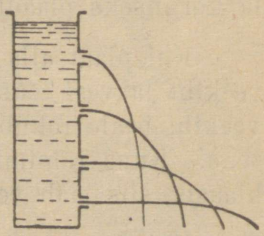
ma põhi ja kõrguseks põhja kaugus vedeliku vabast pinnast.

Katseks tarvitasime silindrikujulist klaastoru; tõeliselt ei olene aga rõhumine põhja peale anuma kujust. Võtame kolm mitmekujulist ilma põhjata anumat (a, b, c, 69. joon.) ja kruvime nad järgemööda ühe ja sama rõnga, d sisse, mille vastu alt on kangi ja raskuse abil siledaks lihvitud plaat e pigistatud. Neisse ettevaatlikult vett valades leiame, et vesi plaadi vahelt siis hakkab välja voolama, kui ta teatava kõrguseni on tõusnud, mis kõigi anumate jaoks üks ja sama on. Kokku võttes leiame, et rõhumine põhja peale ei olene mitte anuma kujust ja on võrdne vedeliku püstsamba raskusega, mille aluseks on anuma põhi ja kõrguseks põhja kaugus vedeliku vabast pinnast.*)



69. joon. Rõhumine põhja peale ei olene anuma kujust.

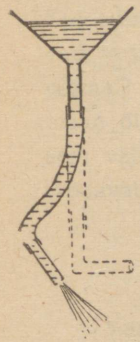
Vedeliku rõhumine anuma seinte peale. Vedeliku osakesed, mis anuma seintel asuvad, annavad neile seda rõhumist edasi, mida nad ise vedelikult saavad. Nagu nägime, on rõhumine vedeliku osakese peale seda suurem, mida kaugemal asub osake vedeliku vabast pinnast. (70. joon.) Nii siis on rõhumine anuma seina (külje) mõne pinnaosa peale seda suurem, mida kaugemal see osa asub vedeliku pinnast, ja oleneb loomulikult ka külgpinna suurusest. Tähendame siin, et vedelik peab anuma seinte peale perpendikulaarselt rõhuma, — muidu hakkaksid vedeliku osakesed seinu (külgi) mööda edasi nihkuma.



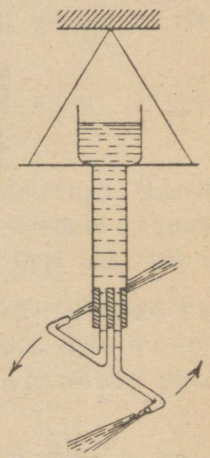
70. joon. Vedeliku rõhumine anuma seinte peale.

*) Kaugust paralleelsete pindade vahel mõõdetakse sirgjoont mööda, mis on pindadele perpendikulaarne.

Rõhudes mõne anuma külje peale, katsub vedelik anumat rõhumise sihis liikuma panna. Et vedelik ka vastasoleva külje peale sama jõuga rõhub, jääb anum muutmatult paigale. Teatavail juhtumistel võime aga rõhumise tagajärjel tekkinud nihkumist märgata. Kinnitame klaaslehtri külge lühikese (õhukeste seintega) kummitoru abil pika klaastoru, mille alumine ots on täisnurgaks painutatud. (71. joon.) Paneme alumise otsa kummikorgikesega kinni ja valame lehtrisse vett. Klaastoru jääb peaaegu ristsihis rippuma. Võtame kummikorgi ära, siis voolab vedelik torust välja ja toru nihkub väljavoolavale veele vastupidises sihis. Vedeliku rõhumisel anuma külgede peale põhjeneb ka nn. Segneri*) ratas. Kõige lihtsamal kujul võib Segneri ratast lambiklaasist valmistada : klaas seotakse niidi külge, kitsam ots pannakse korgiga kinni, millest kahtepidi painutatud klaastoru läbi pistetud. (72. joon.) Kui lambiklaasi vett valada, siis hakkab vesi torust välja voolama ja paneb kogu riista pöörlema. Segneri ratast tuletab oma tegevuse poolest veeturbiin meelde, mida veejõu kasutamiseks tarvitatakse



71. joon. Vee rõhumine klaastoru külje peale.

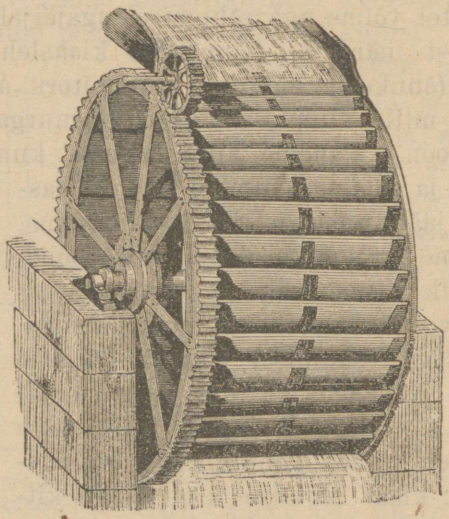


72. joon. Segneri ratas.

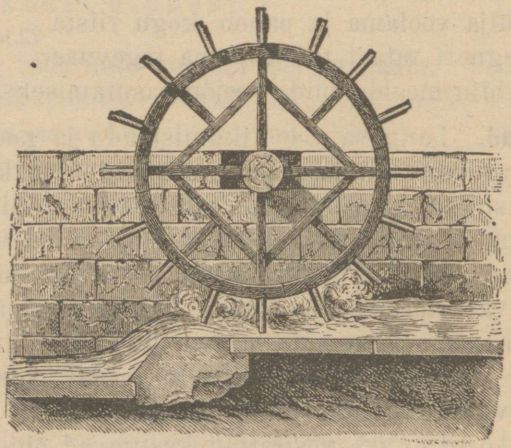
Vesirattad. Langeva vee liikumisjõudu ja raskust kasutatakse vesirataste käimapanemiseks, mis omakorda mitmesuguseid masinaid jahu- ja saeveskites jm. käima panevad. Nad jagunevad kahte liiki: pealtlöödavad (73. joon.) ja altlöödavad (74. joon.). Vesirattad pöörlevad horisontaaltelje ümber ja on varustatud kühvlitega. Tammi (paisu) abil tõstetakse vee pind jões kõrgemale ja vesi juhitakse kitsasse kanalisse, milles vesiratas asub. Kiirelt voolav vesi lööb ratta alumiste kühvlite vastu ja paneb vesiratta ringi käima. Seesugused altlöödavad vesirattad kasutavad õige väikese osa liikuva vee jõust ära. Pealtlöödavas rattas mõjub vesi peaasjalikult oma raskusega. Kühvlid on võlli poolt kinnised ja moodustavad teatava nurga ratta raadiusega (kodaratega).

*) Johann Andreas Segner oli saksa teadusemees (1704—1777).

Vesi juhitakse renni mööda ratta peale, ta täidab ratta ühel poolel kühvlid; vee raskusel hakkavad kühvlid vajuma ja pane-



73. joon. Pealtlöödav vesiratas.



74. joon. Altlöödav vesiratas.

vad ratta pöörlema. Ühel pool ratast täidab vesi kühvleid, teisel pool jookseb neist välja. Pealtlöödav vesiratas tarvitab vähe vett.

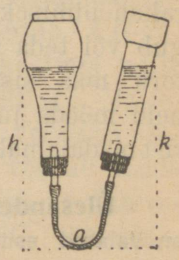
Ülesanded ja küsimused: 1. Kasti põhjaks on ruut, mille laius 1 m, tema kõrgus on ainult 1 sm. Kasti kaanest käib neljakandiline toru läbi, mille laius on 1 sm ja kõrgus 6 m. Kui palju mahub niisugusesse anumasse vett (kui ta toru ülemise ääreni on täidetud)? Kui suur on rõhumine põhja peale (kg-des ja naeltes)? 2. Miks peavad torud, mida mööda vett kõrgele veetorni juhitakse, paksust rauast olema? 3. Joonista Segneri ratas nelja alumise toruga. Vaata, et toru otsad õieti käänatud oleksid! 4. Missugust vesiratast on otstarbekohasem väikese ojakese veejõu kasutamiseks tarvitada, kas pealt- või altlöödavat?

Ühendatud anumad.

Vaatlused. 1. Korda katset lehtri ja klaastoruga (Looduseõpetus, IV õppeaasta lhk. 14). 2. Kuidas seletada arteesiakaevu tegevust (vaata 6. joon. Lood.-õp. IV õpp. lhk. 12).

Me teame, et kui kahte kummitoruga ühendatud klaastorru (või muusse anumasse) vett valada, siis jääb veepind mõlemais ühele horisontaalsele tasapinnale püsima. (75. joon.).

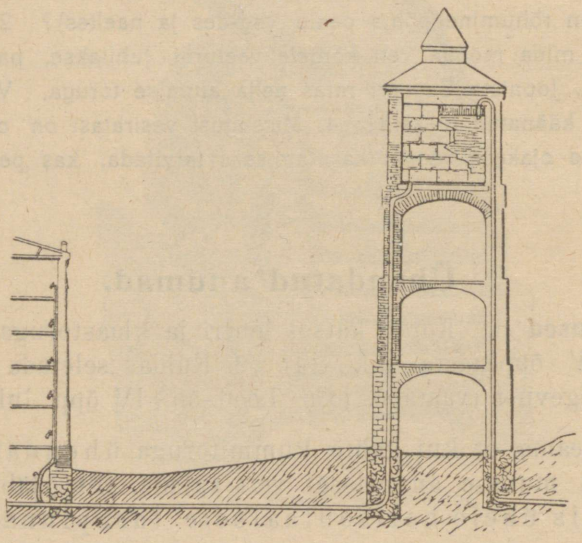
Arvesse võttes vedeliku rõhumise seadusi põhja ja külgede peale, leiame sellele nähtusele lihtsa seletuse. Olgu a (75. joon.) vedeliku vertikaalne läbilõige kõige alamas toru osas. Pahemalt poolt rõhub sellele pinnale vedelik, mis on pahempoolses anumas, ja paremalt poolt vedelik, mis parempoolses anumas. Kui nüüd rõhumine pahemalt poolt suurem oleks, siis liiguks vedelik paremale poole, ja ümberpöördult, on rõhumine paremalt poolt suurem, siis valguks vedelik pahempoolsest anumast paremal pool asuvasse anumasse. Vesi jääb seisma siis, kui rõhumised pinnale a mõlemalt poolt on võrdsed. Et rõhumine pinnale a oleneb vedeliku vaba pinna kaugusest (h ja k) siis on selge, et vedelik ühest anumast teise ei valgu sel juhtumisel, kui veesammaste kõrgused h ja k on võrdsed. Ühendatud anumate omadusel põhjeneb veevärgi ehitamine (76. joon.) ning pursk- ja arteesiakaevude tegevus.



75. joon. Ühendatud anumad.

TRU Raamatukogu

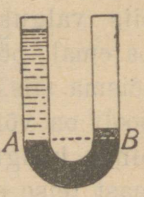
Veevärgi sisseseadmiseks valitakse linnas mingi kõrgem koht, kuhu veetorn ehitatakse (näiteks, Tallinnas Tõnismäel). Veetorn peab kõikidest linna majadest kõrgem olema. Tema



76. joon. Veevärk.

ülemises osas asub veereservuaar (s. t. ruum vee tagavarakshoidmiseks), kuhu vesi kõrgemalt asuvast järvest ise valgub või teda masinate abil pumbatakse. Veereservuaarist läheb toru maa sisse, kus ta mitmeks peenemaks toruks haruneb; neid mööda juhitakse vesi majadesse. Et majad veereservuaarist madalamal asuvad, siis jookseb vesi kraanidest iseendast välja.

Ülesanded ja küsimused. 1. Ühendatud anumatesse (77. joon.) on valatud esiteks elavhõbedat ja siis ainult ühte anumasse vett. Selle tagajärjel kerkib elavhõbeda pind ühes anumas ja langeb teises. Elavhõbeda erikaal on 13,6. Kui palju on elavhõbeda pind parempoolses anumas vedelikkude lahutusepinnast A kõrgemal, kui veesamba kõrgus on 27,2 sm? 2. Misjaoks tarvitatakse aurukatelde juures veeklaasi? Mille peal põhjeneb tema ülesseadmine? 3. Joonista veevärgi plaan (kavand)!

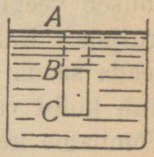


77. joon. Ühendatud anumad kahe mitteseguneva vedelikuga.

Archimedese seadus ja kehade ujumine.

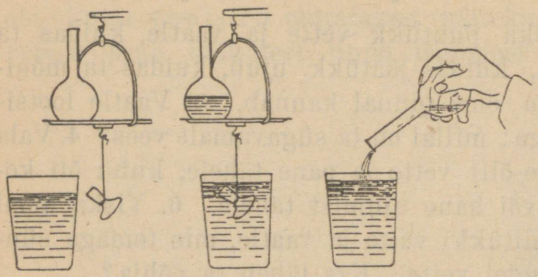
Vaatlused. 1. Viska puutükk vette ja vaatle, kuidas ta ujub. 2. Vaatle talvel, kuidas jäätükk ujub, kuidas ta mõnikord kiva ja muid asju oma pinnal kannab. 3. Vaatle lootsikut tühjalt ja inimestega: millal on ta sügavamalt vees? 4. Vala lambiõli (või linaseemne-õli) vette ja pane tähele, kuhu õli koguneb. 5. Pane pardi või hane ujumist tähele. 6. Viska mõni klaasitükk (näiteks pudelitükk) vette ja vaatle, mis temaga sünnib. Viska siis tühi pudel vette. Kas läheb ta põhja?

Archimedese seadus. Lhk. 46 nägime, et iga (seisva) vedeliku osake igast küljest ühesuurust rõhumist tunneb, kui aga mõni võõrkeha vedelikku on pandud, siis rõhub teda vedelik igast küljest. Kujutame ette, et vees asub keha, mille alused (otsad) on horisontaalsed ja küljed vertikaalsed. (78. joon.) Vedelik rõhub keha peale ülevalt, alt ja külgedelt. Rõhumine külgede peale ei pane keha liikuma, sest et rõhumisele, mis mõne küljepunkti peale mõjub, vastab rõhumine vastandseina mõnel punktil, mis vastupidises sihis mõjub. Rõhumine ülevalt püüab keha põhja vajutada, rõhumine alt üles püüab teda pinnale kergitada. Need kaks rõhumist ei ole võrdsed, sest rõhumine ülevalt võrdub vedeliku püstsamba kaaluga, mille aluseks keha aluspind, ja kõrgus võrdub AB-ga; rõhumine alt üles võrdub aga vedeliku püstsamba kaaluga, mille aluspind sama suur, kuid kõrgus suurem on, nimelt AC. Järjelikult on rõhumine alt üles suurem ja püüab keha vedeliku pinnale tõsta. Tung, millega vedelik püüab keha tõsta, võrdub nende kahe vedelikusamba raskuste vahega. See vahe aga võrdub vedeliku püstsamba raskusega, mille kõrgus on BC, tähendab, just selle vedelikuhulga raskusega, mille keha vettevajumisel välja tõrjub.



78. joon. Rõhumine vedeliku sees.

Vedeliku hulka, mille keha vedelikku vajumisel välja tõrjub, võib kergesti ära kaaluda. Riputame kaalukausi külge niidi abil mõne keha, näit. klaaskorgi, kuuli või muu asja ja asetame samale kaalukausile keedupudeli (79. joon.). Teisele kaalukausile paneme niipalju raskust, et kaalud tasakaalu jääksid. Võtame siis klaasi veega, mille pinna kõrguse



79. joon. Keha on vees kergem.

klaasi küljele märgime (näit. märja pabeririba abil), ja lähendame klaasi veega altpoolt rippuvale kehale, nii et keha täiesti vette vajuks. Selle juures hakkab kaalukauss, mille külge keha riputatud, üles kerkima, vesi rõhub temas asuvat keha ülespoole. Et rõhumise suurust teada saada, valame keedupudelisse ettevaatlikult vett, kuni kaalud uuesti tasakaalu jõuavad. Keha vettevajumisel tõuseb veepind klaasis. Märgime selle veepinna uue seisu klaasi küljele. Kahe märgi abil klaasi küljel võime veehulga suuruse teada saada, mille vees asuv keha asendab. See veehulk võrdub kolbi valatud veehulgaga, mida väga lihtne on tõestada. Tõmbame keha veest välja, siis langeb vee pind klaasis esimese märgini. Valame nüüd vee kolbist klaasi: vee pind kerkib ülemise märgini.

Katse näitab, et keha vedelikus näib kergem olevat kui õhus; nii siis: vedelikku lastud keha kaotab oma kaalust niipalju, kui palju kaalub kehaga asendatud veehulk, s. t. kui palju kaalub vedelik keha ruumala suuruses. Selle lause (seaduse) leidis kõige kuulsam vana aja teadusemees Arçhimedes (elas 287.—212. a. e. Kr.), kelle nime järele teda ka Archimedese lauseks (seaduseks) kutsutakse.

Kehade ujumine. Vette lastud keha püüab raskuse tungil põhja vajuda, aga teda püüab vedeliku rõhumine pinnale tõsta. Selle järele, missugune neist tungidest suurem on, vajub keha põhja või ujub vee pinnal. Archimedese seadus seletab kõik need nähtused, mis kehaga võivad juhtuda, kui see vette on pandud. Kui keha raskus on suurem kui samamahulise veehulga raskus, siis vajub keha põhja, kui vähem — siis ujub ta. Võrdub aga keha raskus tema ruumala suuruses võetud veehulga raskusega, siis jääb keha igasse kohta tasakaalu, kuhu me teda vedelikus iganes mahutame.

Ülaltoodust järgneb, et üks keha ujudes mitmesugustes vedelikkudes alati võrdsete raskustega veehulgad välja tõrjub, kuna ta ise kord vähem, kord rohkem vedelikku vajub, sest et vedelikkude erikaalud on mitmesugused. Nii näit. vajub puutükk piirituses ujudes sügavamale kui vees ujudes, magedas vees sügavamale kui soolases vees.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kaubakast, mis 50 sm pikk, 30 sm lai ja 20 sm kõrge ja 20 kg kaalub, kukkus vette. Kas vajub ta põhja või jääb ujuma? 2. Kaalukausside külge seoti niitidega kaks keha, üks suurem, teine vähem, ja kaalud seati raskuste abil tasakaalu. Kas jäävad kaalud tasakaalu, kui mõlemad kehad vette lasta? 3. Mispärast ei vaju raudlaevad põhja? 4. Millest tuleb see, et veega täidetud pange vees kerge on tõsta ja liigutada, kuna teda veest väljas palju raskem on tõsta? 5. Teades, et merevee erikaal on suurem kui jõeveel, seletage, kas vajub laev sügavamale, kui ta merelt jõele sõidab?

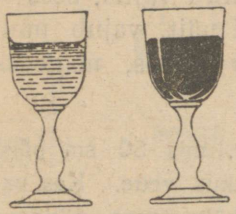
Märgumine ja jõhvsus.

Vaatlused. 1. Seleta, mis otstarvet täidab kuivatuspaber! 2. Kasta suhkrutükk ühte otsa pidi vette ja vaatle, kuidas terve tükk aegamööda märgub. 3. Vaatle, kuidas õli uut lambitahti mööda üles imbub! 4. Pane tähele, kui vihma tükil ajal pole sadanud, kas on kalda liiv (muld) jõepinnast vähe kõrgemal niiske.

Pistame sõrme vette ja tõmbame ta kohe jälle välja. Sõrm on märg. Kordame katset klaasitükiga, ka klaas saab märjaks. Kastame nüüd klaasi tüki elavhõbedasse. Elavhõbe ei hakka klaasi külge. Meie ütleme: vesi märgab klaasi, aga elavhõbe ei märga klaasi.

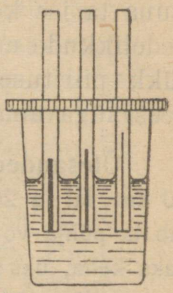
Kui kindel keha vedelikus märgub, siis jookseb keha pinnale valatud vedelik laiali, kui kindel keha vedelikus ei märgu, siis omandab vedelik keha pinnal ümmariku (tilga) kuju. Märgumise nähtust võime seletada külgetõmbamisega: asjad tõmbavad vee osakesi külge ja hoiavad neid küljes ka siis, kui keha veest välja on võetud. Selle tagajärjel seisab vesi klaasis äärtel kõrgemal kui keskel (80. joon.). Elavhõbedaga aga on asi vastuoksa: äärtel on vedelik madalamal kui klaasi keskel,

sest et siin tõmbejõud elavhõbeda osakeste vahel suurem on kui elavhõbeda ja klaasi vahel.



80. joon. Märgumine. Vesi ja elavhõbe klaasides.

Kui me nüüd peene klaastoru vette pistame, siis tõuseb vesi torus vähe kõrgemale kui klaasis (81. joon.). Mida peenem on toru, seda kõrgemale tõuseb temas vesi. (81. joon.) Õige peentes, niinimetatud juus- või jõhvtorudes tõuseb vesi õige kõrgele. Vedelikkude omadust, peeni torusid mööda üles tõusta (kui vedelik neile külge hakkab), nimetatakse jõhvsuseks. Jõhvsuse nähtusi tuleb meil igapäevases elus õige sagedasti ette; sellel põhjeneb õli tõusmine lambitahis, tindi imbumine kuivatuspaberisse jne.



81. joon. Jõhvsus.

Ülesanded ja küsimused. 1. Rasvaga kaetud kehad ei märgu veega. Katsu, kas jääb rasvaga kaetud nõel vee pinnale ujuma. 2. Veelinnud, nagu pardid, haned jt., määrivad noka abil oma sulgi alati rasvaga. Mis tähtsus sellel on? 3. Kuidas turrutatakse anumaid? Millega seletada turrutamist? 4. Mispärast hoiavad saepuru ja liiv niiske põranda kuiva? 5. Seleta, miks võime käterätikut kuivatamiseks tarvitada. 6. Mispärast ei kuiva hästi haritud põld nii kiiresti kui harimata? 7. Mispärast ei tohi aurukatelde veeklaasid liiga kitsad olla? 8. Täida klaas nii veega, et klaasil „kuhi" peal oleks!

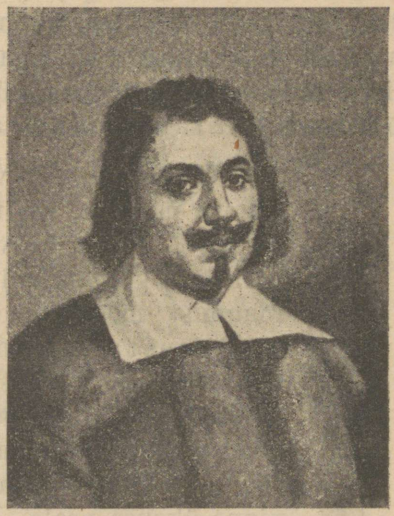
Gaasid.

Õhu rõhumine.

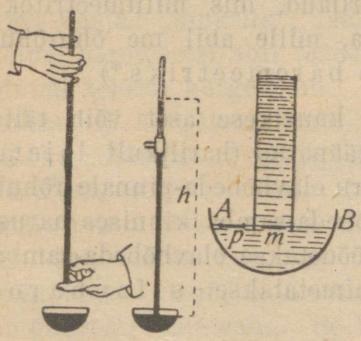
Vaatlused. 1. Mille poolest lähevad gaasid vedelikkudest ja kindlatest kehadest lahku? (Tuleta eelmise aasta kursusest meelde seletatud gaaside omadusi.) 2. Kuidas saad sa õhku kaaluda?

Olgugi et gaasidel puudub kindel kuju ja nad tungivad laiali lagunema, siiski mõjuvad gaasid kehade peale ka omaraskusega. Me teame juba, et õhkkond maakera pinnal asu-

vate asjade peale rõhub; nüüd asume selle rõhu mõõtmisele. Juba ammu teadsid inimesed, et vesi pumbas kannu järele tõuseb, kuid mis teda tõusma sunnib, oli teadmata. Kord, XVII aastasaja alul, taheti vett 7 sülla kõrguseni pumbata, kuid nüüd märkasid inimesed, et vesi ainult viie sülla kõrguseni pumba kannu järele tõuseb. See nähtus pani sel ajal Itaalias elavat kuulsat teadusemeest Torricelli't (82. joon.) mõtlema; ta arvas, et see õhk on, mis oma raskusega vett sunnib pumbas tõusma. Kui õhurõhumine vett pumbatorus tõstab, siis peab ta iga muudki vedelikku tõstma, näit. elavhõbedat. Torricelli tõendas oma oletust katsetega. Katse on järgmine. Võtame umbes 80 sm pikkuse, ühest otsast kinnise toru ja täidame ta elavhõbedaga. Paneme toru lahtise otsa sõrmega kinni, pöörame toru ümber ning pistame toru ühes sõrmega elavhõbeda-anumasse. Tõmbame sõrme siis toru otsa eest ära: torust valgub ainult vähe elavhõbedat välja. Umbes 30 tolli kõrgune elavhõbeda-sammas jääb torusse; selle peal on täiesti tühi, õhuvaba ruum („Torricelli tühjus"). Elavhõbeda - sammast hoiab torus õhu rõhumine anumas oleva elavhõbeda pinnale. Teades samba kõrgust, h (83. joon.), võime kergesti teada saada, kui suur on õhurõhk elavhõbeda pinna mõne pinna-üksuse peale. Kujutame ette toru sees mõne pinna-üksuse, m, mis võrdub p-ga ja lamab tasapinnas AB. (83. joon.) Rõhumine, mis mõjub pinnale m, võrdub elavhõbeda püstsamba raskusega,



82. joon. E. Torricelli, kuulus itaalia õpetlane (1608—1647).



83. joon. Õhurõhumise mõõtmine.

mille aluseks on m ja mille kõrgus on h. Pascal'i seaduse põhjal andub see rõhumine pinna-üksusele p alt üles. Et p paigal püsib, siis peab õhk ülevalt sama suure jõuga rõhuma. Nii siis, õhk rõhub elavhõbeda pinnaosa p peale tugevusega, mis võrdub elavhõbeda püstsamba raskusega, mille kõrgus h ja alus pinna osa p.



84. joon. Elavhõbe-baromeeter.

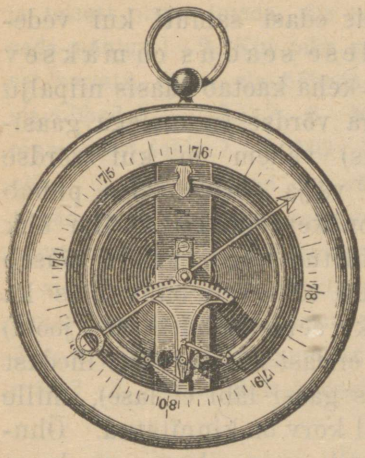
Vaatlused näitavad, et elavhõbeda-samba kõrgus alatasa muutub, see tähendab, et ka õhu rõhumine on muutuv. Selge, kuiva ilmaga on elavhõbeda-sammas harilikult kõrgem kui vihmase ja tuulese ilmaga. Õhu rõhumist mõõdetakse elavhõbeda-samba kõrgusega, millimeetrites (Inglismaal tollides). Õhu rõhumist, mis 760 mm kõrgust elavhõbeda-sammast 0^0 juures üleval hoiab, nimetatakse normaalseks rõhumiseks. Teades elavhõbeda-samba kõrgust ja tema erikaalu (13,6) võime arvutada, kui suur on rõhumine mõne pinna-üksuse peale. Võttes samba aluspinnaks 1 sm^2 leiame, et elavhõbeda-sammas sisaldab 76 sm^3 elavhõbedat, mis kaalub $13{,}6 \times 76 = 1033$ gr ehk ligikaudu 1 kilogramm; nii siis rõhub õhk iga ruutsentimeetri suuruse pinna peale umbes 1 kg raskusega.

Baromeetrid ja nende tarvitamine. Et paremini jälgida elavhõbeda-samba kõrguse muutumisi klaastorus, kinnitatakse loodjoones asuva elavhõbeda-toru kõrvale skaala ehk numbrilaud, mis millimeetriteks jagatud. Niisugust riista, mille abil me õhurõhumist mõõdame, kutsutakse baromeetriks.*)

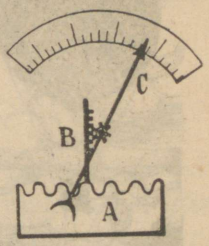
Elavhõbe-baromeetri kausikese aset võib täita baromeetritoru ülespoole käänatud (harilikult laiem) ots. (84. joon.) Lahtise haru elavhõbeda-pinnale rõhub õhk ja hoiab üleval elavhõbeda-samba kinnises harus. Elavhõbeda-pinnalt lahtises harus mõõdetakse elavhõbeda-samba kõrgust. Niisugust baromeetrit nimetatakse sifonbaromeetriks.

*) Kreeka keeles tähendab *báros* — raskust ja *metréo* — mina mõõdan.

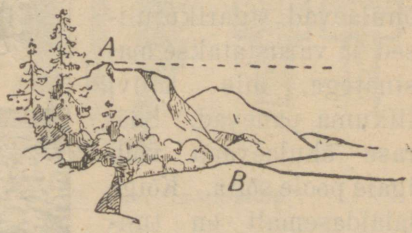
Kõige laialdasemalt on tarvitusel metall-baromeetrid (85. joon.), mis on palju hõlpsamad ühest kohast teise kanda ja kogu poolest palju vähemad. Välimuse poolest tuletab metallbaromeeter seinakella meelde. Õhurõhumist näitab nool (näitaja), mis rõhumise muutumisel kas ühele või teisele poole kaldub. Seesuguse baromeetri tähtsam osa on metallkarbike A (86 joon.), millest õhk välja on pumbatud. Karbi kaas on lainetaoliselt koolutatud peenest metallplaadist tehtud. Välise rõhumise suurenemisel vajub kaas vähe nõkku; kaanega koos liigub nõel B, mis hammasratta abil näitaja C liikuma paneb. Numbrilauale on elavhõbeda-samba kõrgus vastavate rõhumiste aegu märgitud. Sagedasti muutub õhurõhumine ennemalt, kui ilma muutust märkame, sellepärast võime, jälgides hoolega baromeetri abil õhu rõhumist, ilmade seisukorda ette ütelda ehk ennustada. Meie maal on ilmade ennustamine kaunis raske. Metallbaromeetri numbrilaual leiame siiski vastavaid tähendusi ilma kohta: „muutlik“, „selge“ jne. Peale ilmade ennustamise võime baromeetri abil teada saada, kui palju üks koht maakera pinnal teisest kõrgem on. Kui näiteks koht A (87. joon.) teisest kohast B kõrgemal asub, siis on õhu rõhumine kõrgemal kohal vähem, sest et selle koha peale rõhub vähema paksusega õhukiht. Mida kõrgemal üks koht teisest asub, seda suurem on õhurõhumiste vahe. Sel teel võime näiteks mäe kõrguse kindlaks määrata. Suur tähtsus on baromeetril selle tõttu ka õhusõidus.



85. joon. Metallbaromeeter.

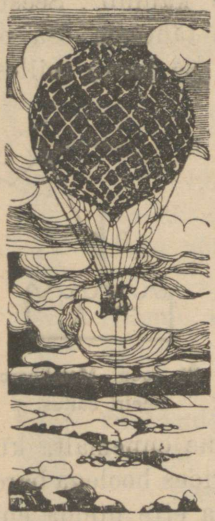


86. joon. Metallbaromeetri ehitus.

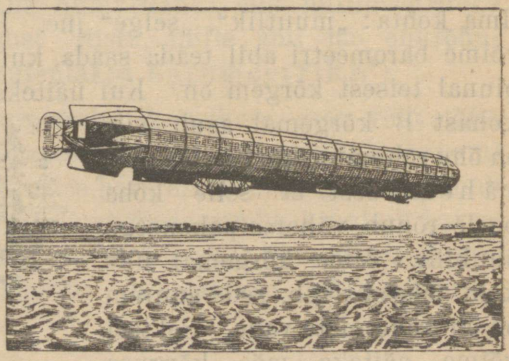


87. joon. Kõrguse mõõtmine baromeetri abil.

Kehade ujumine gaasides. Õhusõit. Rõhumised, mis olenevad gaaside raskusest, anduvad neis edasi samuti kui vedelikes. Sellest järeldame, et Archimedese seadus on maksev ka gaaside kohta, tähendab, iga keha kaotab gaasis niipalju oma kaalust, kui palju kaalub kehaga võrdse ruumalaga gaasihulk. Kui keha raskus gaasis (õhus) vähem on kui võrdse ruumalaga gaasi hulgal, mille keha välja tõrjus, siis püüab gaas keha üles tõsta. Soe õhk on kergem kui külm õhk ja sooja õhuga täidetud seebimull tõuseb õhus üles. Samuti tõusevad õhus üles ka õhupallid ehk aerostaadid. (88. joon.) Õhupall kujutab endast kerasarnast tihedast riidest kesta (mis gaasi läbi ei lase), mille külge nööride abil korv on kinnitatud. Õhupalli kere peab nii suur olema, et kogu varustuse ja inimeste—lendurite—kaal vähem oleks kui õhuhulgal, mille ruumala võrdub palli ruumalaga. Esimesi õhupalle täideti kuuma õhuga, pärast hakati õhupallide täitmiseks kergeid gaasisid (näit. vesinikku) tarvitama. Tahavad õhusõitjad kõrgemale tõusta, siis viskavad nad ühe osa kaasa võetud raskustest (liivakottisid) maha, tahavad nad alla tulla, siis lasevad nad ühe osa gaasi kestast sellekohase klapi abil välja. Õhupalli võib tuul igale poole kanda, temaga ei saa vastu tuult sõita. Uuemal ajal tehakse õhulaevad sigarikujulised ja varustatakse masinatega, mis kruvi liikuma panevad. Säärase õhulaevaga võib igale poole sõita. Kõige laialdasemalt on tuntud krahv Zeppelin'i ehitatud õhulaevad. (89. joon.)



88. joon. Õhupall.



89. joon. Juhitav õhulaev.

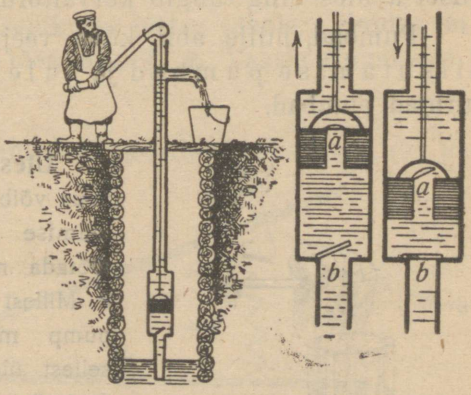
Ülesanded ja küsimused: 1. Kui klaastoru üks ots vette pista ja teisest otsast imeda, siis tungib vesi klaastoru mööda üles. Seleta seda nähtust! 2. Kui pikk peab toru olema, et temaga Torricelli katset korrata, võttes elavhõbeda asemel piirituse (piirituse erikaal on 0,8, elavhõbedal — 13,6)? 3. Mille poolest läheb elavhõbe-baromeeter termomeetrist lahku? 4. Miks ei tohi baromeetritoru liig peen (alla 5 mm) olla? 5. Kui suur on õhu rõhumine inimese keha pinnale, teades, et täiskasvanud inimese kehapind on 1,5 m^2? Miks ei tunne me seda suurt rõhumist? 6. Merepinnalt üles tõustes langeb elavhõbe baromeetris 1 mm võrra iga 10 m kõrguse kohta. Kui kõrge on mäehari, kui temal on keskmine baromeetri seis 62 sm? 7. Suur Munamägi on 324 m kõrge. Missugune on keskmine baromeetri seis Suurel Munamäel? 8. Millal jääb õhupall tõusmises peatama?

Veepumbad.

Vaatlused. 1. Võta klaastoru ja valmista temasse tihedalt minev punn. (Punniks võib tarvitada sukavarrast, mille otsa vatitükk niidi abil kõvasti seotud.) Lükka punn klaastoru otsani ja pista veeklaasi. Tõmba punn ettevaatlikult üles. Kas kerkib punniga ühes ka vesi klaastorus? 2. Pane tähele, kuidas vett pumbatakse. Missugused on pumba nähtavad osad?

Veepumpasid on mitu liiki; neist on kaks kõige tähtsamad: imeja ja suruja pump.

Imejat pumpa tarvitatakse siis, kui vett ei ole vaja väga kõrgele tõsta. Tema pea-osa moodustab ümmargune (või kandiline) toru, milles pumba kann tihedalt võib liikuda (90. joon.). Kannust käib kanal (auk) läbi.

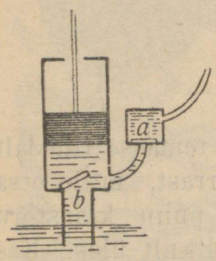


90. joon. Imeja pump.

Ümmargusest torust läheb üks vähe peenem toru alla vette ja teine üles, millega lühike kõrvaltoru ühendatud. Pumbal on kaks klappi: üks (a), mis kannu augu kinni katab, ja kannu

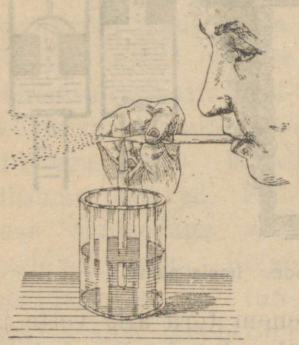
all teine (b), mis alumise toru avause kinni katab. Mõlemad klapid käivad ülespoole lahti. Kui kann üles liigub, tekib tema all *hõre ruum*, kuhu õhurõhumise tagajärjel vesi tungib ja klapi b avab. Kannu klapp on kinni, sest et rõhumine ülevalt suurem on. Kui kann kiirelt alla liigub, surub ta vett, klapp b läheb kinni. Vesi tõstab klapi a üles ja tungib läbi avause toru ülemisesse osasse. Järgmisel kannu tõusmisel ja vajumisel satub uus osa vett kannu peale torusse. Nii tõuseb veesammas kannu peal ikka kõrgemale ja kõrgemale, kuni ta kõrvaltoruni jõuab ja siis välja voolab.

Suruja pumba abil võib vett kõrgemale pumbata kui imeja pumbaga. Tema kann on ilma auguta ja kõrvaltoru, mida mööda vett edasi juhitakse, on ühendatud ümmarguse toru alumise osaga, asub seega siis kannu all. (91. joon.) Nagu imejal, nii on ka surujal pumbal kaks klappi: üks, a, millega kõrvaltoru kinni käib, ja teine, b, millega kannu all oleva peenema toru ots kinni käib. Ka siin võivad klapid ainult ülespoole avaneda. Kannu tõusmisel vajub klapp a kinni ja vesi tuleb tõstes klappi b, torusse. Kannu allavajumisel läheb klapp b kinni ja vesi tõstab kannu surumisel a üles ning tungib kõrvaltorusse.



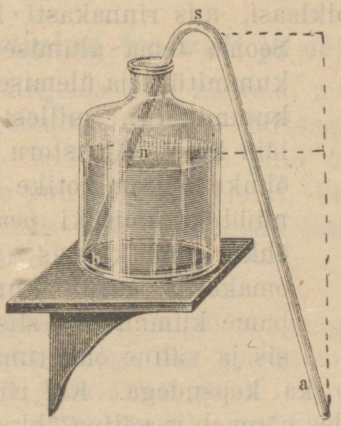
91. joon. Suruja pump.

Pumbad, mille abil kõva veejuga võib saada, nagu *aia niisutamise pumbad* ja *tulekustutamise prits*, on surujad pumbad.


92. joon. Pulverisaator.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kui suur võib olla vahe veepinna ja pumba alumise klapi vahel, et pump võiks töötada *normaalsel* õhurõhumisel? 2. Millest see tuleb, et kuival suveajal pump mõnikord „ei tööta“? Kuidas sellest üle saada? 3. Kumb pumpadest (kas imeja või suruja) annab vett kannu tõusmisel, kumb vajumisel? 4. 92. joon. kujutab pisardajat ehk *pulverisaatorit*, mille abil vedelikke õige peente piisakestena võib

saada. Üks toru hoitakse otsapidi vees, teise puhutakse. Seleta selle riista tegevust! 5. Sifoniks nimetatakse painutatud toru, mille abil vedelikke ühest nõust teise võib valada. (93. joon.) Täidame sifoni



93. joon. Sifon.

veega ja hoiame pikema haru otsa ees sõrme, lühema laseme vette. Kui me sõrme otsa eest ära võtame, siis hakkab vesi iseendast voolama. Seleta seda nähtust!

Lõõts ja hingamine.

Vaatlused. 1. Pane sepikojas lõõtsa tähele. Kuidas on ta ehitatud? kuidas temaga töötatakse? 2. Vaatle rinnakasti liikumist hingamise ajal!

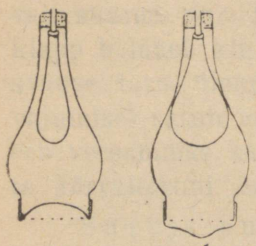
Lõõts seisab kahest nahaga ühendatud lauast koos. (94. joon.)

94. joon. Lõõts.

Pealmine laud on liikuv. Alumine, põhilaud on nahkklapiga v varustatud. Lõõtsa lahtitõmbamisel tekib sees õhuhõre ruum. Väline õhk surub klapi lahti ja tungib lõõtsa. Kokkulükkami-

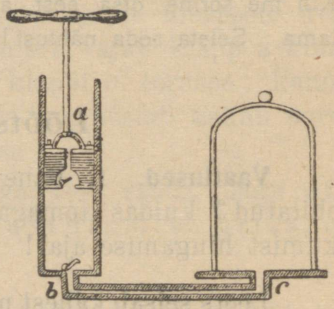
sel surume õhu lõõtsas kokku; klapp vajub kinni ja õhk voolab ees avausest välja. Lõõts oleks seega siis suruja õhupump.

Meie hingamisaparaati võib lõõtsaga võrrelda. Võtame hästi mõhuka lambiklaasi, mis rinnakasti kujutaks. (95. joon.) Seome tema alumise otsa ette õhukese kummitüki ja ülemisesse pistame auguga kummikorgi, millest lühike klaastoru läbi käib. Klaastoru alumise otsa üle on õhuke kummikotike seotud. Vajutame nüüd kummitüki peale, sellega surume õhku lambiklaasis (95. joon. a) ja see omakorda surub kummikotikest. Tõmbame kummi alla, siis hõreneb õhk klaasis ja väline õhk tungib kummikotti (b). Sama lugu sünnib ka kopsudega. Kui rind tõuseb, paisuvad kopsud, õhk kopsudes hõreneb ja väline õhk läheb kopsu. Rinna vajumine surub ühe osa õhku välja.



95. joon. Kopsude liigutused välja- ja sissehingamisel.

Õhupump. Õhupump, mille abil nõudest õhku välja pumbatakse, on imeja pumba sarnane; temal on kaks klappi: toru all ja kannus. (96. joon.) Pump on ühendatud siledaks lihvitud taldrikuga, c. Tahame meie näit. kupli alt õhku välja pumbata, siis asetame ta pumbataldrikule ja tõmbame kannu (a) üles. Pumbatorus (silindris) hõreneb õhk ja üks osa kupli all olevast õhust tungib klapi (b) vahelt torusse. Kannu allalükkamisel läheb klapp b kinni ja õhk läheb a kaudu välja. Nii võime anuma õhust peaaegu tühjaks pumbata. Täiesti õhuvabaks me anumaid imeda ei saa.



96. joon. Õhupump.

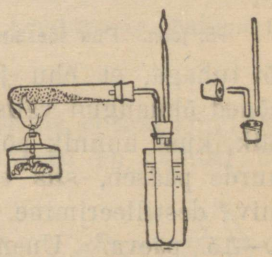
Ülesanded ja küsimused. 1. Kuidas võime meie õlekõrre abil juua? 2. Mis otstarvet täidab lõõts sepikojas? 3. Seleta, mis ühist on kopsude ja lõõtsa tegevusel. 4. Korgime õhuga täidetud pudeli hästi kinni ja paneme ta õhupumba kupli alla. Kui õhku kuplist välja pumbata, mis võib siis pudeliga juhtuda?

Tähtsamad orgaanilised ja anorgaanilised ained.

Puu destilleerimine kuivalt ja selle saadused.

Vaatlused. 1. Kirjelda neid nähtusi, mida eelmisel aastal põlemise juures tundma õppisid. Missugune õhu osa on põlemiseks tarvilik? 2. Missuguseid puid tarvitatakse kütmiseks? 3. Missugune puu põleb paremini, kas kuiv või märg? 4. Pane tähele, kuidas puu takistatud õhu-juurdevoolu käes kuumendamisel söestub.

Küdevas ahjus põlevad puud pika leegiga, järele jättes väikest hulka puusütt; on aga õhu-juurdevool tugev, siis põleb süsi edasi, kuni järele jääb ainult peotäis tuhka. Võtame nüüd katseklaasi ja paneme temasse kuivatatud puupilpaid. Seame kokku riista, nagu 97. joonis näitab. Soendame katseklaasi esmalt nõrgalt, siis kõvemini: puu läheb pruuniks ja muutub viimaks mustaks puusöeks. Tekkinud aurud lähevad painutatud toru mööda kogujasse, kuhu üks osa neist tumeda veniva vedelikuna (ühes veega) koguneb. See on tökat ehk puutõrv. Teisest klaastorust voolab välja iseloomuliku lõhnaga gaasi. Hoiame põleva tiku toru otsa kohal. Gaas lööb nõrgalt valgustava leegiga põlema.



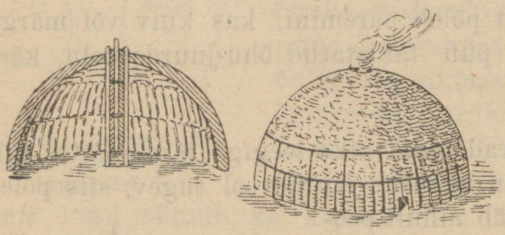
97. joon. Puu läbiajamine.

Kui me vett kinnises anumas soendame, nagu siin puud, siis muutub vesi auruks, mis kogujas jälle veeks tiheneb ehk kondenseerub. Vesi läks ainult ühest olekust teise, kuid aine jäi ikka endiseks — veeks. Puu kuumendamisel laguneb puu-aine: katseklaasi jääb kindel keha — puusüsi, kogujasse vedelik — tökat ja kogujast voolab välja tihenematu puugaas. Nii vee kui ka puu juures on välised toimingud sarnased, mille tõttu seesugust puu kuumendamist kinnises anumas (kuhu õhk ligi ei pääse) ka „kuivaks“ destilleerimiseks kutsutakse. Puugaas ja tõrv on väga keerulise koosseisuga ained. Järele jäänud puusüsi sisaldab aga peale

vähese tuhahulga puhtal kujul süsi-ainet ehk süsinikku. Süsinik põleb hapniku käes süsihapuks gaasiks. Puusüsi annab põledes head kuumust ja teda tarvitavad sepad ääsil.

Keedame õige nõrka lakmuslahust umbes ¼ tundi värske puusõe-pulbriga. Lahus valastub. Tähendab, puusüsi vabastas vee värvainest.

Okaspuud annavad destilleerimisel peale muude saaduste veel tärpentiini. Sõe ja tõkati saamiseks destilleeritakse puud suurel määral. Kõige lihtsam puu söestamisviis on miilimine. (98. joon.) Miilimine sünnib järgmiselt. Puuhalud laotakse heinasao sarnasesse hunnikusse ja kaetakse pealt mulla või tuhaga, et õhu juurdepääsmist takistada. Siiski jäetakse mõned õhuaugud välisesse kattesse. Ühte kohta jäetakse sissekäik, kust hunnik põlema süüdatakse. Kuna õhku puudulikult juurde pääseb, siis ei edene põlemine täielikult, vaid esineb kuiv destilleerimine. Seesugune söestumine kestab umbes 10—15 päeva. Uuemal ajal destilleeritakse puud raudretortides.



98. joon. Puu söestamine ehk miilimine.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mis vahe on puu põlemise ja destilleerimise vahel? 2. Kui miilimisel puud mitte poleks mullaga kaetud, mis juhtuks siis nendega? 3. Valmista paberist kurn ja riputa temasse puusõe-pulbrit. Vala nüüd kurna musta haisvat vett. Missugune on kurnatud vesi? 4. Mõnikord hoitakse laevadel joogivett seestpoolt söestatud puu-anumates. Mispärast? 5. Pane katseklaasi natuke tärklist ja destilleeri. Mis jääb katseklaasi? 6. Joonista miiliriit läbilõikes!

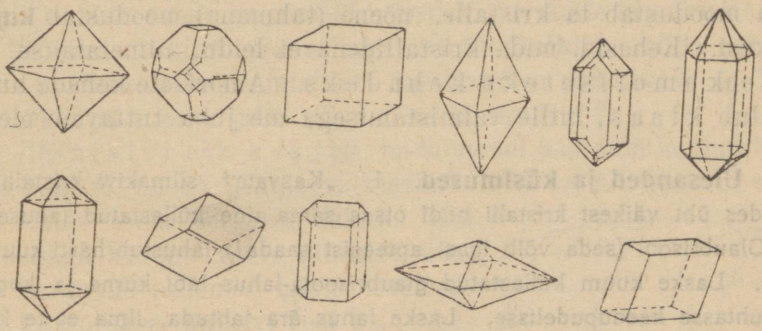
Liht- ja liitkehad. Puu kuival destilleerimisel laguneb puu-aine, moodustades tervet rida lihtsamaid aineid, nagu süsiainet ehk süsinikku, mõnesuguseid gaasilisi kehasid jm. Katsume puusütt kinnises anumas edasi kuumutada, ta ei lagune. Berthollet'-soola kuumutamisel lagunes see, vabastades gaasi— hapnikku. Õhust eraldasime veel lämmastikku. Süsinikku, hapnikku ja lämmastikku ei saa meie ühegi katse abil lihtsama-

teks aineteks lahutada, küll astuvad nad aga ühendusesse teiste ainetega ja omavahel ning moodustavad seega siis palju ühendusi. Niisuguseid kehasid, mida mitmeks isesuguseks aineks ei saa lahutada ja mis ainult ühest aineliigist koos seisavad, nimetatakse lihtkehadeks ehk elementideks. Neid tuntakse 90 ümber. Kõiki muid kehasid, mis kahest või mitmest lihtkehast koos seisavad, nimetatakse liitkehadeks ehk ühendusteks.

Kristallid ja amorfsed kehad.

Vaatlused. 1. Korda katset maarjajääga (IV õppeaasta, lhk. 15): lahusta maarjajääd kuumas vees ja pane jahtumisel lahusest eraldunud osakeste kuju tähele! 2. Lase keedusoolalahus ära aurata ja vaatle järele jäänud soolaterakesi. 3. Võrdle eelmistest katsetest saadud maarjajää ja keedusoola osakesi tulekivi-tükikestega.

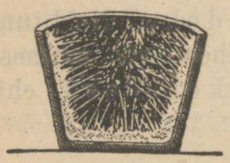
Keedusoola-terakesi tähele pannes näeme, et neil kõigil kindel (kandikute) kuju on. Maarjajää-terakesed on samuti ühte



99. joon. Mitmesugused kristallid.

moodi, olgugi et nad kuju poolest keedusoola-terakestest lahku lähevad. Kõik need osakesed on siledate, just kui lihvitud tasapindadega piiratud. Seesugust loomulikku siledate pindadega korrapäraselt piiratud keha nimetatakse kristalliks. Kristallide kuju on väga mitmesugune (99. joon.), mis oleneb ainest ja kristallide saamise tingimustest. Üks ja sama aine võib ka mitmesuguseid kristalle moodustada. Eespool kirjeldatud katsed näitavad, et meie kristalle hõlpsasti

võime küllastatud lahustest saada. Kristallid tekivad veel vedelate kehade tardumisel, näit. jää- ja väävlikristallid. Sulatame kinnises portselanist kausikeses natuke väävlit. Kui väävel on sula, laseme teda pikkamööda jahtuda, kuni vedelale väävlile kooruke peale tõmbub. Klaaspulgaga torkame nüüd koorest augu läbi ja valame sula väävliosa kausikesest välja. Kausi seinte ja koorukese külge jäänud väävel moodustab jahtudes ilusaid kristalle. (100. joon.) Puusõe-purul ja tahma-osakestel pole aga mingit kindlat kuju. Seesama lihtaine süsinik, mis tahmana ja sõena esineb, moodustab ka grafiidi *) aine, mida maa seest leitakse (näit. Soomemaal) ja millest pliiatsite südameid tehakse. Grafiiti leitakse harilikult tihedate kujuta massidena, kuid harukordadel ilmub ta ka kristallidena. Imeilusate kristallidena esineb süsinik teemandis.**) Grafiit ja teemant põlevad hapniku voolus süsihapuks gaasiks, mis tõendab, et need ained, nagu tahmgi, ainult süsinikust koos seisavad. Nii näeme, et üks ja sama lihtaine võib looduses mitmel kujul leiduda: teemandina ja grafiidina moodustab ta kristalle, nõena (tahmana) moodustab **kujuta** osakesi. Kehasid, mida kristallidena ei leidu, nimetatakse kujuta ehk amorfseteks kehadeks. Amorfsete kehade hulka kuulub klaas, mille valmistamisega me juba tuttavad oleme.

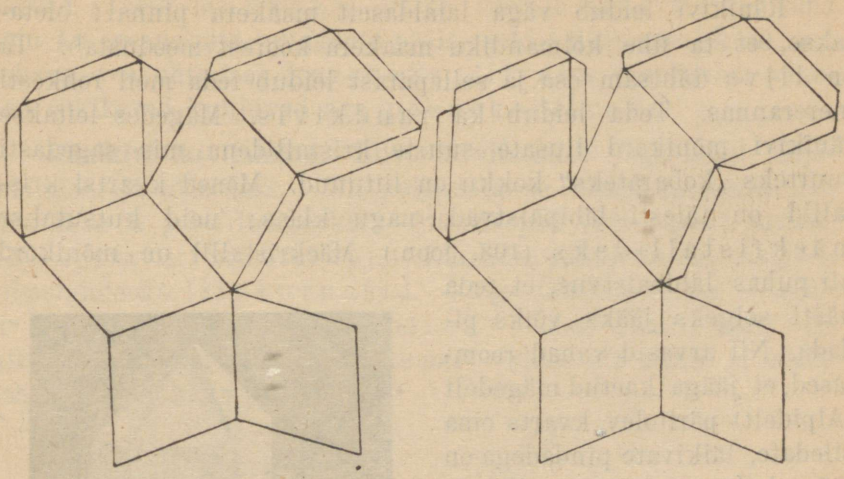


100. joon. Väävli kristallid.

Ülesanded ja küsimused. 1. „Kasvata" silmakivi kristalli, riputades üht väikest kristalli niidi otsas sama aine küllastatud lahusesse. 2. Glaubrisool (seda võib igast apteegist saada!) lahustub hästi kuumas vees. Laske kuum küllastatud glaubrisoola-lahus läbi kurna ja koguge ta puhtasse keedupudelisse. Laske lahus ära jahtuda, ilma et te kolbi tõukaksite või puudutaksite. Kas tekivad soolakristallid? Siis visake jahtunud lahusesse väikene kristall. Mida nüüd näete? 3. Missugused grafiidi omadused võimaldavad teda kirjutamiseks tarvitada? 4. Kuidas tehakse klaasist kunstlikke kalliskiva (teemante), sest klaasil puudub kristalliline kuju? 5. Lõika paksust paberist 101. joon. kujutatud teemandi- (kaksteist-tahk) kristalli võrk välja ja kleebi kristallimudeliks kokku (102. joon.).

*) Kreeka keelest *graphein* — kirjutama.

**) Sõnast *adamas*, s. t. sundimatu.



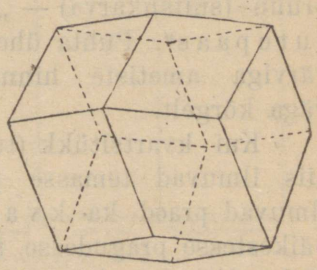
101. joon. Teemandi kristallivõrk.

Tähtsamad kiviliigid.

Ränikivi.

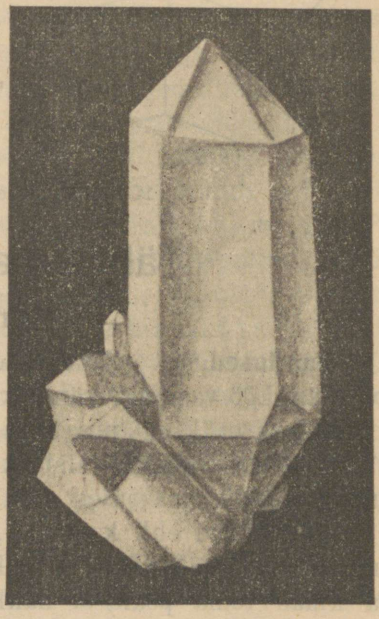
Vaatlused. 1. Pane tähele, kus leidub meil Eestis ränikivi. 2. Löö vasaraga ränitükk pooleks ja vaatle murrukohta. 3. Löö terasetükiga (noa seljaga) vastu ränikivi. Mida märkad sa? 4. Pane tähele, misjaoks tarvitatakse ränikivi? 5. Lase ränitükk päev otsa tules olla. Kas ta muutub?

Ränikivi ehk kvarts, mida mõnel pool veel konnakiviks nimetatakse, on harilikult valkjashall. Ta on nii kõva, et teras ega klaas tema peale ei hakka. Kui noaseljaga kõvasti vastu ränikivi lüüa, siis kargavad sädemed laiali; sellepärast kutsutakse ränikivi veel tulekiviks. Laseme sädemed valgele paberile langeda, siis näeme, et nad muud midagi pole kui sulanud terasetükikesed. Et ränikivi kõvem on kui teras, siis murduvad löömise juures väikesed osad terasest ära; seejuures lähevad nad nii kuumaks, et sulavad ja hõõguma hakkavad. Kui vasaraga ränikivi-tüki pihta lüüa, puruneb see nagu klaas: murrupinnad on läikivad, kuid konarlised.



102. joon. Teemandi kristalli mudel.

Ränikivi leidub väga laialdaselt maakera pinnal: oletatakse, et ta ühe kolmandiku maakera koorest moodustab. Ta on liiva tähtsam osa ja sellepärast leidub teda meil rohkesti mererannas. Teda leidub ka raudkivis. Mägedes leitakse ränikivi mõnikord ilusate suurte kristallidena, mis sagedasti suurteks „kobarateks“ kokku on liitunud. Mõned kvartsi kristallid on täiesti läbipaistvad, nagu klaas; neid kutsutakse mäekristallideks. (103. joon.) Mäekristallil on mõnikord nii puhas läbipaistvus, et teda hästi selgeks jääks võiks pidada. Nii arvasid vanad roomlased, et jääga kaetud mägedelt (Alpidelt) päritolev kvarts oma siledate, läikivate pindadega on jää, mis kange ja kestva külma käes suure kõvaduse ja vastupidavuse on omandanud. Nad nimetasid seda ainet siis *„krüstallos“*, see tähendab jää. Sama nime tarvitati pärast ka kõikide teiste looduslikkude kehade jaoks, mis tasapindadega korrapäraselt piiratud. Värvilistest mäekristalli liikidest on kõige enam tuntud lillavärviline (violett) — ametist ja hallikaspruun (suitsukarva) — „suitsutopaas“. Puhta ühetasase värviga ametiste hinnatakse väga kõrgelt.

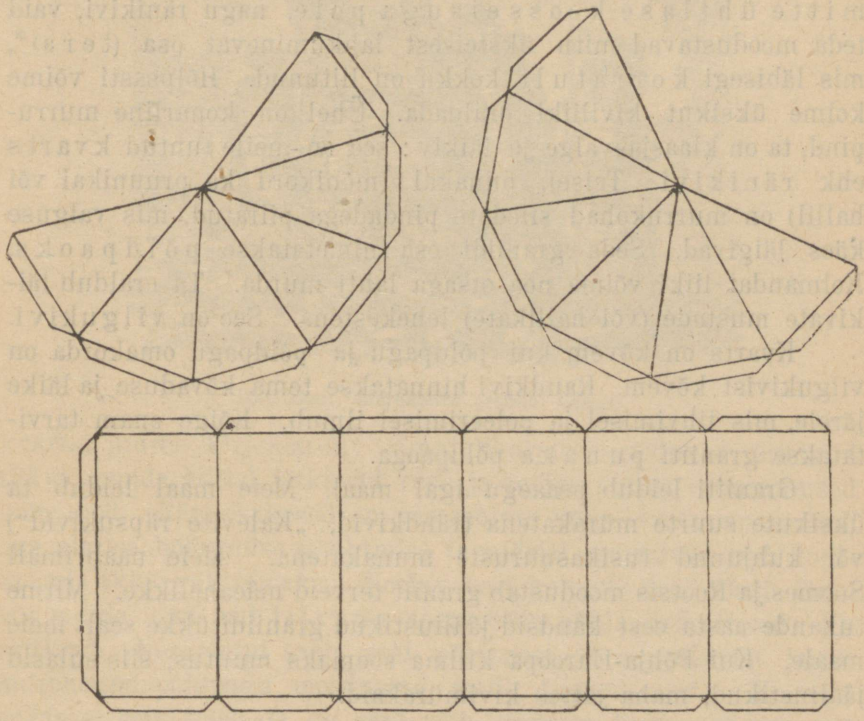


103. joon. Mäekristallid.

Kui kvartsitükk (tulekivi-tükk) päev otsa tules on olnud, siis ilmuvad temasse praod. Kuumade päikesekiirte käes ilmuvad praod ka kvartsikaljude seintesse. Nendesse väikestesse pragudesse tungib vihmavesi. Talvel külmab vesi jääks. Jää ruumala on aga suurem kui võrdse raskusega veehulgal, selle tõttu surub jää praod laiemale. Aasta-aastalt kordub niisugune lõhenemine, kuni viimaks kalju küljest üksikud tükid lahti purenevad. Vihma- ja lumeveed kisuvad need tükid kaasa ja hõõruvad nende teravad servad ümmarguseks. Nii

tekivad kvartsi-m u n a k a d. Päike, vesi ja jää avaldavad oma mõju ka seesuguste munakate peale, neid killustades, kuni nad jooksva vee uhtmisel k o r e d a k s l i i v a k s muutuvad, vähemad tükikesed kuhjuvad aga p e e n e k s l i i v a k s.

Ränikivi tarvitamine. Liiva tarvitatakse väga laialt majapidamises ja tööstuses. Nii puhastatakse liivaga metallnõusid, lihvitakse ja poleeritakse kiva. Müürisepad valmistavad liivast, lubjast (ja savist) m ü ü r i l u p j a. Linnades valmistatakse joogivee puhastamiseks l i i v k u r n a s i d. Kõige tähtsamat osa etendab liiv aga k l a a s i v a l m i s t a m i s e s. Vanal „hallil ajal" oli tulekivi väga tarvilik aine: temast valmistati noolte ja odade otsasid, vasaraid ja nuge.



104. joon. Mäekristalli mudeli võrk.

Mäekristall ja tema värvilised teisendid on ehte- (ilu-) asjadena tarvitusel.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missuguse omaduse tõttu annab kvarts terasega löömisel sädemeid? 2. Kas lahustub ränikivi vees?

3. Pane veega täidetud pudel talvel ööseks välja ja vaata, mis temast järgmisel hommikul on saanud! 4. Joonista papile mäekristalli „võrk" (104. joon.), lõika osad välja ja kleebi nad kristallimudeliks kokku.

Raudkivi ehk graniit.

Vaatlused. 1. Vaatle, kus tulevad meil raudkivi-mürakad põllul või aasal ette. 2. Vaatle, milleks tarvitatakse raudkiva. 3. Vaatle surnuaial, missugused hauakivid (või ristid) on raudkivist tehtud. Kas on nad kõik ühte karva? 4. Korda ränikivi juures antud 2. ja 3. vaatlust raudkiviga.

Vaadeldes tähelepanelikult graniiditükki, näeme, et tema mitte ühtlase koosseisuga pole, nagu ränikivi, vaid teda moodustavad mitu üksteisest lahkuminevat osa (tera)*, mis läbisegi korratult kokku on liitunud. Hõlpsasti võime kolme üksikut kiviliiki eraldada. Ühel on konarline murrupind, ta on klaasjasvalge ja läikiv: see on meile tuntud kvarts ehk ränikivi. Teisel, punakal (mõnikord ka pruunikal või hallil) on murrukohad siledate pindadega piiratud, mis valguse käes läigivad. Seda graniidi osa nimetatakse põldpaoks. Kolmandat liiki võime noa otsaga lahti murda. Ta eraldub läikivate mustade (või hallikate) lehekestena. See on vilgukivi.

Kvarts on kõvem kui põldpagu ja põldpagu omakorda on vilgukivist kõvem. Raudkivi hinnatakse tema kõvaduse ja läike järele, mis lihvimisel ja poleerimisel ilmub. Kõige enam tarvitatakse graniiti punaka põldpaoga.

Graniiti leidub peaaegu igal maal. Meie maal leidub ta üksikute suurte mürakatena (rändkivid, „Kalevite räpsukivid") või kuhjunud rusikasuuruste munakatena. Meie naabrimail Soomes ja Rootsis moodustab graniit terveid mäeahelikke. Mitme tuhande aasta eest kandsid jääliustikud graniiditükke sealt meie maale. Kui Põhja-Euroopa kliima soemaks muutus, siis sulasid jääliustikud, maha jättes kivimürakaid.

Graniidi murenemine. Olgugi et raud-kivi, nagu tema nimi näitab, üks kõvematest kividest on, siiski ei suuda ta õhu, vee ja vahelduva soojuse ning külmuse mõjule muutumatult vastu panna. Ta praguneb ja pureneb, samuti kui ränikivi.

*) Nimi graniit tulebki ladina keele sõnast *granum* — tera.

Seesugust nähtust nimetatakse porsumiseks ehk murenemiseks. Kuna graniit kolmest iseosast koos seisab, milledel lahkuminevad omadused on, siis mureneb graniit veel hõlpsamini kui kvarts. Päikese kuumuses paisub graniit, kusjuures tumedamad osad jõudsamini paisuvad kui heledamad; ööse, jahtudes tõmbuvad tumedamad osad suurema jõuga kokku. Nii tekib üksikute osade vahel hõõrumine, tung lahti lüüa. Pikapeale ilmuvad graniidi pinnale lõhed. Nüüd algab oma tööd vesi: lõhedesse tunginud vesi paisub jääks külmades ja rõhub lõhed (praod) laiemale. (105. joon.). Siin kordub nähtus, mis



105. joon. Murenenud graniidi kaljud.

kvartsi juures kirjeldatud: graniidikaljust eralduvad üksikud tükid; nende kallal jätkavad vesi ja temperatuuri muutumused oma tööd. Räni osakesed on vee mõjule kõige vastupanevamad, aga alalise hõõrumise ja uhtmise tagajärjel muutuvad nad kordkorralt ikka väiksemaks. Voolav vesi kannab neid edasi järve või merde, kus nad liivana aegamööda põhja sadestuvad ehk settivad. Kergemini saab vesi põldpaost ja vilgukivist jagu: murenenud põldpagu moodustab meile tuntud savi. Et savi endasse vett imeb (1 kg savi võib endasse kuni 750 gr vett imeda), siis ei kuiva savine pind suvel nii kiiresti ära kui liivane. Ta on aga külmem kui liivane pind; see annab end põllumehele kevadel tunda, takistades külvi. Niisugune maapind, mis savi kõrval ka liiva sisaldab, on põlluks kohane. Liiv teeb savipinna kohevaks. Vesi pääseb seega kergesti sügavale taimede juurteni.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugused graniidi omadused lubavad teda ehitus-kiviks tarvitada? 2. Kust on raudkivi-munakad põllule sattunud? 3. Kuidas seletada, et raudkivi, kui teda terasega lüüa, sädet annab? 4. Vaatle murenenud raudkivi. Missugune osa on kõige enam muutunud? 5. Katsu noa abil üksikuid vilgukivi lehekesi lahti kangutada ja vaatle nende läiget päikesevalguses! 6. Missuguseid asju valmistatakse savist?

Mineraalid ja kiviliigid.

Kindlad kehad, mis maakera koore moodustavad, on väga mitmesugused. Neist õppisime tundma räni- ja raudkivi ning nende lagunemise ehk murenemise saadusi. Kuna ränikivi oma koosseisu poolest täiesti ühtlane on, leiame graniidis kolme korratult liitunud osa. Needsamad graniidi osad võivad aga ka korrapäraseid kihikesi moodustada; siis saame varesekivi ehk gneisi. (106. joon.) Niisuguseid aineid nagu kvarts, põldpagu ja vilgukivi, mis on üht liiki looduslikud kehad, nimetatakse mineraalideks. Mineraalide kuhjumusi ehk lademeid kutsutakse kiviliigiks. Kui kiviliik ainult üht mineraali sisaldab, näit. puhast liiva, siis kutsutakse teda liht-kiviliigiks. Mitmest mineraalist tekkinud kiviliike nimetatakse liit-kiviliigiks (näit. raudkivi). Kõik mineraalid ei tekita kiviliike; mõned tulevad harva, üksikult või vähestes hulkades ette, nagu teemant jm. „kalliskivid“.



106. joon. Varesekivi ehk gneis.

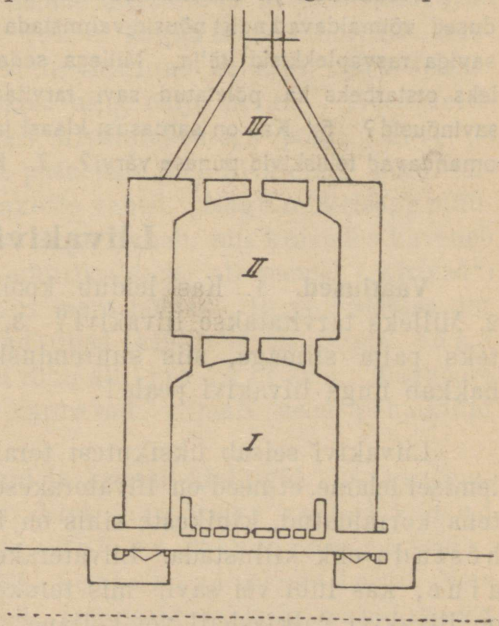
Savi tarvitamine.

Vaatlused. 1. Nimeta asju, mis a) harilikust savist, mis b) portselanist tehtud! 2. Pane tähele mitmesuguste telliskivide värvi! 3. Kus kohas tarvitatakse „glasuuriga“ telliskiva? 4. Missugune on alustassi, ahjupoti murrupind?

Harilikust savist valmistatakse lillepotte, kausse, taldrikuid, ahjupottisid jm. Kõige esmalt uhetakse savi liivast

ja lubjast puhtaks. Kui ta ühtlaseks taignaks on muutunud, siis vormitakse teda. Vormimine sünnib kas käsitsi või kipsist (ka savist) valemite abil. Siis lastakse nõusid õhu käes kuivada ja pärast kuivamist põletatakse neid sellekohases ahjus. Tehakse vahet kõvasti ja nõrgasti põletatud savinõude vahel, mis oleneb ahju temperatuurist. „Põletamisel“ tõmbuvad savinõud kokku. Nõrgasti põletatud nõud (nagu lillepotid) on urbsed ehk poorsed, kõvasti põletatud sellevastu on tihedad. Et savinõu pinda täiesti tihedaks („veekindlaks“) muuta, vaabatakse ehk glasuuritakse teda. Selleks otstarbeks tarvitatakse lupja, keedusoola jm. Kuumas ahjus sulavad need ained klaasi taoliseks massiks, tungivad saviterakeste vahele ja ummistavad vahesid. Tina sisaldavad glasuurid on tervishoiuliselt kahjulikud.

Mõnikord kaunistatakse savinõusid maalidega. Maal võib glasuuri all olla (mis enne põletamist sünnib) või glasuuri peal. Kaoliinist ehk portselanmullast valmistatakse portselannõusid. Kaoliinil puudub savi iseloomulik lõhn ja ta ei hakka keele külge. Nagu harilikkude savinõude valmistamise juures savi, nii uhetakse ka kaoliin lisanditest puhtaks, niisutatakse ja lisatakse räni- ja põldpao-pulbrit juurde. Segu lastakse läbi kurnpresside, mis teda üleliigsest veest vabastab. Masinad töötavad segu veel läbi ja siis jäetakse ta mõneks ajaks niiskesse keldrisse seisma. Nõusid valmistatakse kas vormimise või valamise abil. Viimasel juhtumisel tehakse portselanitaigen õige vedel ja valatakse siis kipsist valemitesse, mis vee ära imevad. Esmalt kuivatatakse nõusid pikkamööda



107. joon. Ahi portselan-nõude põletamiseks.

õhu käes ja pärastpoole köetud ruumides. Sellele järgneb põletamine isesuguses „portselaniahjus“ (107. joon.). Ahi on nii ehitatud, et põlevad gaasid ahju põranda kaudu I ruumi tungivad, sealt tõusevad nad II kuumendusruumi ja lähevad ahju ülemisest osast, III, korstnasse. Portselannõud asetatakse ühes valemitega igasse ahju osasse (I—III). Ahju jäävad asjad üle öö-päeva, siis lastakse ahi pikkamööda ära jahtuda. Portselan on tihe, osalt valgust läbilaskev klaasjas mass, mis löömisel heliseb. Portselan-nõude kodumaaks on Hiina. XVIII aastasajal hakati neid ka Euroopas valmistama.

Telliskivid. Telliskivide valmistamiseks tarvitatakse savi, mis liiva, lupja ja rauda sisaldab. Liivasisalduse tõttu puudub tal puhtale savile omane venivus ja vormitavus. Lubi ja raud mõjuvad tema sulavuse peale ning peale selle annab raud telliskividele põletamisel punase värvi.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugused savi ja kaoliini omadused võimaldavad neist nõusid valmistada? 2. Mõnikord võetakse värske saviga rasvaplekkisid välja. Millega seda seletada? 3. Kas võib selleks otstarbeks ka põletatud savi tarvitada? 4. Misjaoks vaabatakse savinõusid? 5. Kas on sarnasust klaasi ja portselani vahel? 6. Millest omandavad telliskivid punase värvi? 7. Kuidas valmistatakse telliskiva?

Liivakivi.

Vaatlused. 1. Kas leidub koolimaja naabruses liivakivi? 2. Milleks tarvitatakse liivakivi? 3. Vaatle liivakivi-tükki esiteks palja silmaga, siis suurendusklaasi abil! 4. Katsu, kas hakkab nuga liivakivi peale!

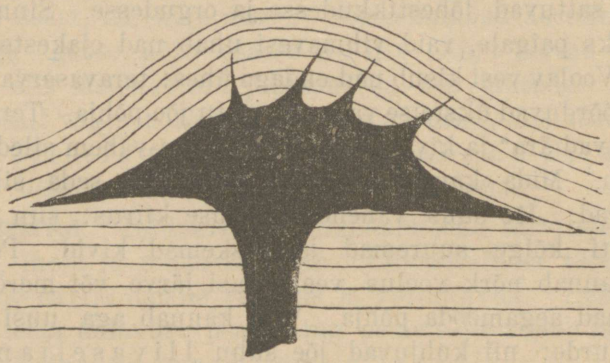
Liivakivi seisab üksikutest terakestest koos; lähemal vaatlemisel leiame, et need on liivaterakesed. Kivis on nad kihikestena korraldatud, kihikeste sihis on liivakivi kõige kergem lõhestada ehk killustada. Liivaterakeste vahesid täidab sideaine, kas lubi või savi, mis terakesi koos hoiab. Harilikult on liivakivi valkjashall või kollane. Kui sideaine rauda sisaldab, siis on kivi punakas. Et liivakivi võrdlemisi kõva on, kuid end siiski kergesti laseb purustada ja ümber töötada, siis tarvitatakse teda laialdaselt ehitusmaterjalina. Temast valmistatakse ka käiasid, luiskusid jm.

Liivakivi leidub maakera pinnal rohkesti: mõnes kohas, nagu Saksamaal, moodustab ta terveid mägesid.

Liivakivi tekkimine. Me teame juba, kuidas kõvadest kiviliikidest murenemise teel liiv tekib. Kaljudest lahti rebenenud osakesed sattuvad lõhestikkudesse ja orgudesse. Sinna ei jää nad kauaks paigale, vaid vihmavesi uhab nad ojakestesse ja jõgedesse. Voolav vesi kisub nad endaga ühes: teravaservalised kaljutükid hõõrduvad üksteise vastu ja vastu jõe põhja. Teravad servad „kuluvad ära" ja kivid omandavad enam-vähem sileda ümmariku kuju. Mida kaugemale kiva kantakse, seda siledamaks nad lähevad. Jõe suus väheneb vooluse kiirus: siin langevad põhja esiti kõige suuremad ja raskemad kivid. Peenemaid osakesi kannab nõrk voolus veel edasi järve või merde. Seal settivad nad aegamööda põhja. Vesi kannab aga uusi liivateri alatasa juurde: nii kuhjuvad jõe suhu *liivaseljandikud*. Suuremaid kiva jõepõhjas hõõruvad veega kantavad osakesed ikka peenemaks, nii et ka nemad aegamööda liivaks muutuvad ja merde kantakse. Voolav vesi ei kanna mitte ainult liivaterakesi merde, vaid ka muid vette sattunud kehasid, nagu konnakarbikesi, puulehti ja oksakesi ning palju muud. Need vettivad ja langevad meres ühes liivaterakestega põhja. Savi- ja lubjaterakesed on harilikult peenemad kui liivaterad, need täidavad põhja settides liivaterakeste vahed. Nagu müürisepp müürikivide vahele lubja ja liiva segu paneb, mis kuivades kõveneb ja üksikud kivid kindlaks müüriks seob, nii seovad („kitivad") lubi ja savi üksikuid liivateri mere põhjas. Et vesi alatasa uut ainet juurde kannab, sattuvad ühed kihid varsti teiste *rõhu* alla. Liivamassid tihenevad rõhu all *liivakiviks*. Maakoore pikaaegsed muutumused kannavad viimati need põhjakihid päevavalgele.

Kiht- ehk sette-kiviliigid ja kristall-kiviliigid. *Niisuguseid kiviliike*, nagu liivakivi, *mis vees on tekkinud sadestumisel ja milledel on kihiline ehitus*, *nimetatakse kiht- ehk settekivi liikideks*. Neis leiame ka loomade või taimede jäänuseid, mida *kivinditeks* kutsutakse. Graniidis ei leidu korrapärast ehitust ega kihtisid, temas puuduvad ka kivindid. Ta lasub sügaval maapõues, ja kus ta maapinnale ilmub, seal moodustab ta künkaid ja mäeahelikke. Tema osaained on kristallikujuga. Nagu väävlikris-

tallid sulanud väävlist jahtumisel tekkisid, nii oletame, et graniit on mineraalide sulamassi jahtumisel tekkinud. (108. joon.) Seesuguseid kiviliike nimetatakse kristall-kiviliikideks.



108. joon. Graniidimass, mis kiht-kiviliigis tardunud on.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugusest kivist on kergem hoonet ehitada, kas raud- või liivakivist? 2. Missugune kivi mureneb kergemini, kas raud- või liivakivi? 3. Teades, et saviosakesed on peenemad ja kergemad kui liivaterad, seleta, kumba neist voolus kaugemale merde kannab! 4. Millest tuleb, et mererannas leiduvad kivid enam-vähem siledad ja ümmarikud on? 5. Mis vahe on kristall- ja sette-kiviliikide vahel?

Savi-kildkivid.

Vaatlused. 1. Katsu mõnda kirjutustahvli tükki noaga üksikuteks lehekesteks killustada! 2. Hõõru krihvlitükk peeneks ja hinga ta peale. Kas on iseloomulikku savi lõhna tunda? 3. Pane tähele, milleks tarvitatakse savi-kildkiva!

Savi-kildkivi tuleb meie kodumaal õige sageli ette. Põhjarannikul moodustab ta ühes paekiviga paksusid kihtisid. Harilikult on savi-kildkivi mustjashalli või halli värvi. Noaga võib kildkivi kergesti üksikuteks lehekesteks killustada, millest ta ka oma nime on saanud. Peenekstõugatud kildkivi on kuiva savipuru sarnane.

Kildkivi tarvitatakse väga mitmeks otstarbeks. Tihe hall kildkivi läheb katuste tegemiseks („katusetahvlid").

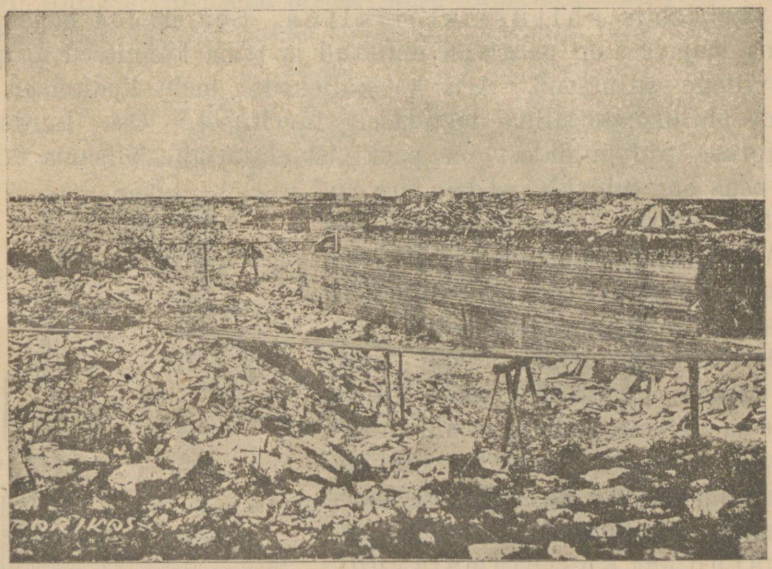
Kõvast mustjashallist kildkivist valmistatakse tahvleid ning pehmest — krihvleid jm.

Me teame juba, et kõvad graniidikaljud aja jooksul purenevad ja purenemise lõppsaadused liiv ning savi voolava veega merde kantakse, kus nad põhja settivad. Liivast tekivad liivakivi-kihid ja savist suure rõhumise all aja jooksul savi-kildkivid. Nii on siis ka savi-kildkivi kiht- ehk sette-kiviliik. Vaikses vees settib savi horisontaalsete kihtidena. Välised jõud võivad aga esialgset kihtide ladestumisviisi muuta. Vastandiks liivakivile ei tarvita saviterakesed siin enam muud side-ainet. Savi-kildkivides tuleb sagedasti kivindeid ette.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugused omadused peavad kildkivil olema, et teda katusekivina saaks tarvitada? 2. Mispärast peab krihvlikivi tahvlikivist pehmem olema? 3. Mispärast me oletame, et savi-kildkivi on sette-kiviliik?

Paekivi ja lubi.

Vaatlused. 1. Katsu raudnaelaga paekivi kriipida. 2. Niisuta paekivi kange äädikaga. Mida märkad siis? Mida mär-

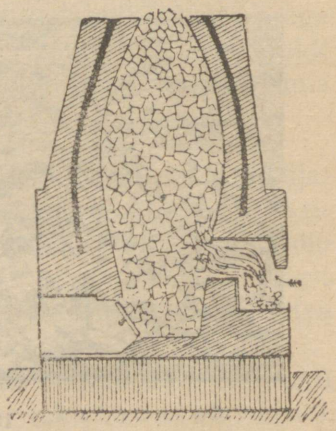


109. joon. Paemurd.

kad sa seltersi (mineraalvee) pudelit lahti tehes? 4. Katsu, kas paekivi lahustub vees. 5. Pane tähele, missuguseks otstarbeks kasutatakse paekivi ja lupja ehituste juures! 6. Vaatle, kuidas kustutavad müürisepad lupja. 7. Pane tähele, millal ja kuidas pritsitakse viljapuid lubjaveega.

Paekivi on meie maa tähtsam kiviliik. Ta moodustab siin paksude kihtidena aluspinna. Paemurdudes on paekivi kihiline ehitus selgesti näha (109. joon.), samuti on huvitav paekihte meie riigi põhjarannikul vaadelda. Paekivi pole nii kõva kui kvarts, nuga hakkab tema peale. Ta ei lahustu vees, kuid lahustub äädikas, mille mõjul temast süsihapu gaas eraldub. Paekivi on mitu liiki, neist on tähtsamad harilik paas (lubjakivi), kriit ja marmor.

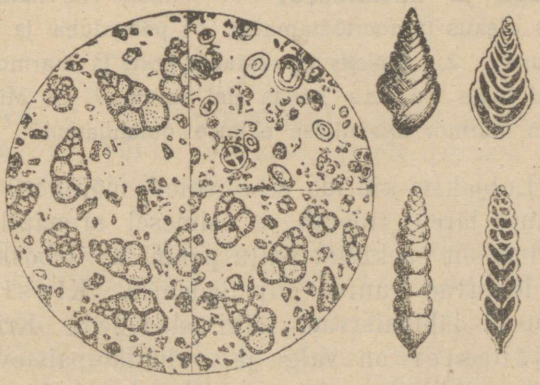
Harilik paas koostub väikestest tihedalt kokkuliitunud terakestest. Ta on suuremalt jaolt halli värvi, kuid leidub ka kollakaid ja valgeid paekiva. Paekivis võib juba palja silmaga konnakarpe kivindite näol tähele panna: need on endiste mereloomade jäänused, mis ühes muude ainetega on põhja langenud. Nii on siis neis kohtades, kus praegu paas päevavalgele ilmub, maakera ajaloo teatud järgul meri olnud. Meie maal on paas tähtis ehitusmaterjalina. Suurem osa meie pealinna majadest on paekivist ehitatud ja tema kõnniteed on paetahvlitega sillutatud. Aga ka väljaspool meie kodumaad on paas ehitusmaterjalina laialdaselt tarvitusel. Osa kuulsaist Egiptuse püramiididest on paekivist ehitatud. Niisama tähtis on paas ehk lubjakivi sideainena ehituste juures: temast valmistatakse müürilupja ja krohvi. Selleks otstarbeks põletatakse lubjakivi isesugustes ahjudes. (110. joon.) Lubjaahi kujutab endast tömpi torni, alumisesse osasse pannakse kütteaine ja ülevalt täidetakse ahi lubjakiviga. Kõrges kuumuses eraldub paekivist (samuti ka kriidist ja marmorist) süsihapu gaas, järele jääb põletatud ehk kustutamata lubi. Kui kustutamata lubja peale vett



110. joon. Lubjaahi.

valada, siis neelab ta vett ja läheb nii soojaks, et üks osa veest auruks muutub; seejuures laguneb kivi valgeks puruks, mida kustutatud lubjaks nimetatakse. Kui kustutatud lubjale vett juurde lisada, muutub ta valgeks, piimakaks vedelikuks, niinimetatud lubjapiimaks. Seismisel settuvad lubjaosakesed põhja ja sette peale jääb puhas lubjavesi. Ehituste juures segatakse (liigutatakse) tupradega ehk lubjapiitsadega põletatud lupja ja vett, mis kustutamise aeglasemaks teeb. Lubjapiimaga lubjatakse (s. t. tehakse valgeks) seinu. Müürilubja ja krohvi valmistamiseks segatakse kustutatud lupja vee ja liivaga, nii et veniv taigen tekib; seda pannakse ehituskivide vahele, mis neid kindlaks müüriks seob. Liiva sisalduse tõttu on lubi urbne (poorne) ja õhk pääseb kivide ning lubjaosade vahele. Osa õhus leiduvast süsihapust gaasist ühineb kustutatud lubjaga, nii et uuesti kindel lubjakivi moodustub. See ühinemine läheb õige aeglaselt, sellepärast ongi vanad müürid kindlamad kui uued. Veealuste ehituste jaoks tarvitatakse savi ja lubja segu*), mida tsemendiks kutsutakse.

Kriit on peeneteralisem kui paekivi ja nii pehme, et teda sõrmega tükikesteks võib puretada. Paljale silmale paistab kriit ühtlase ehitusega olevat, kuid suurendusklaasi abil võime temas teokarbikesi, nende kaasi jm. märgata. (111. joon.) Kõik



111. joon. Kriiditerakesed mikroskoobi all.

need loomade jäänused seisavad lubjast koos, mis loomad mereveest on omandanud. Mereloomade suremisel langevad nende

*) $^1/_5$ savi ja $^4/_5$ lupja aetakse kuumuses valgeks ja jahvatatakse pulbriks.

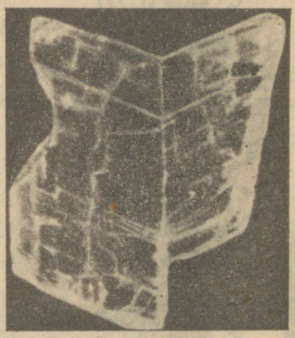
lubikatted põhja. Et väikesi vee-elukaid alatasa sureb, siis suureneb ka „meremuda“ hulk mere põhjas. Ülemiste kihtide rõhumisel purunevad sagedasti konnakarbid ja muutuvad peeneteraliseks massiks, milles siiski palju terveid karbikesi leidub. Nii on siis kriit pisikeste, ainult mikroskoobi abil nähtavate veeloomade lubikatetest või karbikestest aja jooksul tekkinud. Puhastatud kriiti tarvitatakse kirjutamiseks, seina värviks, metallide puhastamiseks jm. Koosseisu ja tekkimise poolest on paekivi kriidiga täiesti sarnane, teda moodustavad ainult suuremad konnakarbid.

Marmor läheb paekivist ja kriidist sisemise ehituse poolest lahku. Mikroskoobi abil näeme, et marmori moodustavad üksteisega tihedalt liitunud kristallterakesed; temas ei leidu loomade jäänuseid. Kuid ka siin on meil ikkagi lubjakiviga tegemist, mis sügavas maapõues suure rõhumise ja kuumuse käes on muutunud ja kristallilise kuju omandanud. Marmor on *muutunud* kiviliik. Meie kodumaal leidub marmorit vähe, näit. Vasalemmas, kuid Soomes esineb teda suuremal määral. Kõrgelt hinnatakse Itaalia, *Carrara* marmorit. Marmorit võib *poleerida* ja sellepärast tarvitatakse teda kujude, mälestussammaste ja paljude muude asjade valmistamiseks.

Ülesanded ja küsimused: 1. Milleks tarvitatakse lubjakivi a) looduslikus olekus (ümbertöötamata), b) põletatuna ja c) põletatuna ning kustutatuna? 2. Milleks tarvitatakse kriiti ja marmorit? 3. Miks peab põletatud lupja *kuivas* kohas alal hoidma? 4. Mis on kivind? 5. Kuidas on marmor kristallilise ehituse omandanud?

Kips. Lubjakivi-kihtide seas tuleb mõnikord ka *kipsi* ette. Välimuse järele tuletab ta esimesel silmapilgul paekivi meelde, kuid ta on paekivist palju pehmem. Irboska ümbruses Petserimaal leiduvad suured kipsilademed. *Kipsipagu* moodustavad ilusad läbipaistvad, läikivad lehed. Kristallteraline kips ehk *alabaster* on valge ja osalt läbipaistev. Mõnikord moodustab kips siidiläikega *kiudusid* (*kiudkips*). Kui katseklaasis kipsitükikest kuumendada, puruneb ta, eraldades veeauru. Nii sisaldab siis kips vett. Katseklaasi jääb järele *põletatud* kips. Kui põletatud kipsile vett peale valada, siis tekib piimjas vedelik. Kui segu hästi segada, muutub ta taig-

naks, mis kiiresti kõveneb (ära kuivab). Kipsitaignast võib kergesti kujusid vormida. Kips lahustub võrdlemisi raskesti vees, kui aga veele natuke soola juurde lisada, siis lahustub kips temas kergemini. Seismisel eralduvad lahust ilusad kipsikristallid. (112. joon.) Kange äädikas ja soolhape ei mõju kipsi peale, tähendab, temas ei leidu süsihaput gaasi. Kipsist valmistatakse kujusid, valemeid (vormisid), seinailustusi, krohvi (stukatuuri) jm. Kipsi tarvitatakse ka väetusainena. Olgugi et kips ja lubjakivi vees ainult vähesel määral lahustatavad on, siiski uhab voolav vesi nende lademetesse aja jooksul õõsi (tühemeid), koopaid. Mõnikord kaob maa-alusesse koopasse terve jõgi ja tuleb tüki maa tagant jälle maapinnale. Niisuguseid jõgesid kutsutakse salajõgedeks ehk pugemeteks. Seesugused on näit. Jõelehtme jõgi Kostiveres, Salajõgi Lääne-Nigulas jt.



112. joon. Kipsikristall.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mille poolest läheb kips paekivist lahku? 2. Kuidas mõjub vesi põletatud kipsi peale? 3. Soenda kipsi katseklaasis.

Turvas ja kivisüsi.

Vaatlused. 1. Vaatle turbatükki ja katsu temast taimejäänuseid eraldada. 2. Võrdle välimuse järele turvast ja kivisütt. 3. Vaatle, kuidas põleb turvas!

Nagu paekivi merepõhjas väikeste veeloomade jäänustest tekkis, nii tekkisid turvas ja kivisüsi taimede jäänustest.

Turvas on pruunikas või pigikarva must; pealtnäha ei lähe ta harilikust mullast palju lahku. Kui aga turbatükikesi vees leotada, siis eralduvad kergesti sambla ja sootaimede osakesed. Kuiv turvas ujub vee pinnal.

Meie kodumaal on rohkesti turbarabasid. Vaadeldes rabades turbakihtide läbilõike, võime ülemistes kihtides selgesti taimejäänuseid ära tunda; alumistes kihtides pole taime osasid



113. joon. Turbasammal.

enam näha. Soode tekkimise vaatluses nägime, et nad järvede kinnikasvamise tagajärjel on sündinud. Ummistunud järvede pinnale asub turbasammal. (113. joon.) Et taimkatte all veel vaba vesi leidub, siis mädanevad seal pikkamööda alumised taimed, imevad end vett täis ja langevad põhja. Ülemised kasvavad ikka edasi. Kui taimkattest kepiga läbi torgata, siis ilmuvad vee pinnale gaasimullid. See gaas põleb, järjelikult pole siin hariliku õhuga tegemist, vaid niinimetatud soogaasiga. Gaas tekib taimeosade pikaldasel mädanemisel vees, sest et õhu hapnik nende juurde ei pääse. See nähtus tuletab puu söestumist miilimisel meelde. Mida vanem on turvas, seda kaugemale on söestumine jõudnud ja seda tumedam on turba värv. Turvas võib samblast ainult vees tekkida seal, kus savikas veekindel põhi on. Kui turbarabast vesi välja lasta, raba kuivatada, siis jääb turba tekkimine seisma.



114. joon. Lõigatud turvas hunnikutes.

Turvast tarvitatakse peaasjalikult kütteainena. Selleks kuivatatakse kõige pealt raba. Turvas lõigatakse teravate labidatega telliskivi sarnasteks tükkideks. Tükid laotakse virna ja jäetakse õhu kätte kuivama. (114. joon.) Õhukuiv turvas sisaldab siiski veel palju vett ja tema küttevääртus on vähem kui kivisöel. Turvas tekib ka praegusel ajal rabades.

Kivisüsi on must või hallikasmust. Ta määrib sõrmed mustaks. Kivisütt võib kergesti mustaks pulbriks hõõruda. Ta



115. joon. Kivisöe-kaevandus.

on raskem kui vesi ja vajub vees põhja. Kivisütt ei leidu meie maal, küll leidub teda paksude kihtidena (mis mõnikord kuni 16 m ulatuvad) aga mujal Euroopas ja muudes ilmajagudes. Kivisöe-kihid vahelduvad alati savi- ja liivakihtidega. Neist kihtidest leiame taimejäänuseid. Mõnikord leitakse kivisöe-kihtides söestunud puutüvesid ja ka kivisöe-tükikestest võib mikroskoobi abil taimede jäänuseid leida. Sellest järeldatakse, et kivisüsi taimedest on tekkinud. Lähem uurimine näitas, et niisuguseid taimi, puid, meie ajal maakera pinnal enam ei kasva. Need taimed tuletavad hiiglasuuri, puude kõrguseid osje ja

sõnajalgu meelde. Vette sattunud puud vettivad ja vajuvad põhja, nende peale langevad savi ja liiv, kattes neid õhukese kihina. Nagu turbarabas, nii hakkavad ka järve või mere põhjas puud aegamööda „mädanema“, söestuma. Kuival destilleerimisel võime puu-aine kergesti gaasiks ja söeks lahutada. Samasugune lahutumine toimub puudega ka sügavas maapõues, maakera sisemise soojuse mõjul. Pika aja jooksul on taimede jäänustest paksud kivisöe-lademed tekkinud.

Kivisüsi on üks tähtsamaist kütteaineist: ta annab rohkem sooja kui turvas, puu ja põlevkivi. Kivisöe väljavõtmiseks kaevatakse maa sisse sügavad kaevud ehk *šahtid* (115. joon.), mis maa all kivisöe-kihtide kohaselt mitmeks „*käiguks*“ ehk *galeriiks* harunevad. Käikude lõpus murtakse kivisöe-tükid lademest välja, pannakse kaarikusse ja saadetakse peakäigu juurde; sealt vinnatakse kivisüsi üles maapinnale. Kivisöekaevandustesse koguneb sagedasti suurel määral *soo-* ehk *kaevandusgaasi*, mis õhuga segatuna tulesädemest plahvatub. Plahvatuse tagajärjel tekib vingugaasi, mis hingamisele väga kahjulik on. Huvitav on asjaolu, et linnud vingugaasi vastu väga tundlikud on; seepärast võtavad mäetöölised päästmistööle minnes sagedasti kanarilindusid kaasa: lindude surm hoiatab neid hädaohu eest.

Kivisöest aetakse retortides *valgustusgaasi*; retortidesse jääb *koks* ja kõrvalsaadusena eraldub jahutamisel retordist välja voolavast gaasist ja aurust *kivitõrv*. Kivitõrv omakorda on väga väärtuslik aine õlide ja värvide saamiseks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kumb on parem kütteaine: kas turvas või kivisüsi? 2. Arvesse võttes, et turbal ja kivisöel on palju sarnasust, kas võime ka turvast gaasiajamiseks tarvitada? 3. Missugune turvas on tekkimise poolest vanem, kas see, milles taimejäänuseid selgesti näeme, või see, millest me neid mitte ei leia? 4. Korda destilleerimiskatset kivisöega, kas on *lõhna* poolest vahet puu- ja kivitõrval?

Põlevkivi.

Meie kodumaa loodusvarade hulgas seisab põlevkivi silmapaistval kohal. Pealiskaudsel vaatlemisel võib teda pruunikaks savi-kildkiviks pidada. Aga temas leidub *põlevat ainet* rohkem kui mittepõlevat, s. o. tuhka. Põlevkivi on kihilise ehitu-

sega ja nii pehme, et teda sõrmeküünega võib kriimustada. Täiesti kuiv põlevkivi on valkjaspruun. Õhukesed põlevkivi lehekesed hakkavad tikuga süütamisel kergesti põlema, sealt on see kiviliik oma nimegi saanud. Tallinna—Narva raudteeliinist põhja pool lasuvad põlevkivi-kihid õige maapinna läheduses. Seal vahelduvad nad paekivi-kihtidega ja põlevkivi murtakse nagu paatki lahtistes murdudes. (116. joon.) Tähtsamad Eesti põ-



116. joon. Põlevkivi-kaevandus.

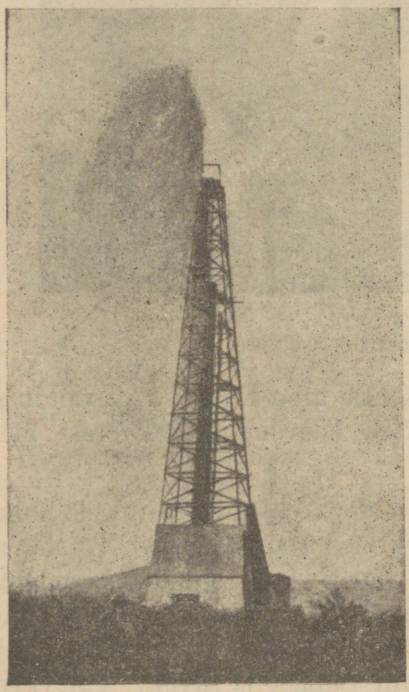
levkivi-kaevandused on Järve-Kohtla ning Kukruse kaevandused Kohtla jaama juures ja Vanamõisa kaevandus, Rakverest mõni verst põhja pool.

Tekkimise järele kuulub põlevkivi settekivi-liikide hulka. Ta on rikas kivinditest. Põlevkivi moodustamisest võtsid nii väikesed veeloomakesed kui ka vetikad osa. Nende lagunenud jäänustest on miljonite aastate jooksul põlevkivi „põlev-aine“ tekkinud. See aine teeb kivi väärtuslikuks loodusvaraks. Põlevkivi tuhk koostub peaasjalikult lubjast ja savist. Põlevkivis on põlev-aine ja tuhk teineteisega tihedalt seotud ja moodustavad täiesti omapärase kiviliigi. Peale Eesti leitakse põlevkivi sarnaseid kiviliike veel Inglismaal, Prantsusmaal, Ameerikas ja mujal. Kõiki neid kiviliike võiks ühe nimega „õlikiviks“ nimetada, sest et neid õliajamiseks tarvitatakse. Põlevkivi

tarvitatakse toorel kujul kütteainena (meie maal ja Brasiilias) ja õliajamiseks. Kütteainena võib teda kivisõe asemel tarvitada, olgugi et ta vähem sooja annab kui kivisüsi. Kuival destilleerimisel saab põlevkivist tooresõli, mis teatud piirini maaõli ehk nafta aset võib täita.

Maaõli ehk nafta.

Peale turba, kivisõe ja põlevkivi saadakse maa seest veel üht tähtsat põlevat ainet — naftat ehk maaõli. Nafta on iseloomuliku lõhnaga pruunikas vedelik. Kui teda vette valada, siis tõuseb ta veepinnale: ta on veest kergem. Ta võtab kergesti tuld ja põleb õhus suitseva leegiga. Naftat leidub, nagu kivisüttki, väga mitmel pool. Tähtsamad nafta leiukohad on Kaukasuses ja Põhja- ning Kesk-Ameerikas. Mõnikord voolab naftat allikana maa seest välja, kuid suuremalt jaolt tuleb tema kättesaamiseks sügavad kaevud puurida. Kaevu kohale ehitatakse neljakandiline „torn“ ja pumbatakse siis naftat masinate abil maa seest välja. Kaevudest hakkab nafta mõnikord suure jõuga välja purskama. (117. joon.) Niisuguste purskkaevude tegevus ei kesta harilikult kaua.



117. joon. Nafta purskkaev.

Allikate juurest juhitakse maaõli torusid mööda õlivabrikutesse, kus temast mitmesuguseid õlisid, nagu lambi-, määre- ja masinaõlisid aetakse. Peale õlide saab naftast veel vaseliini ja küünalde valmistamiseks valget läbipaistvat ainet — paraffiini. Viimastel aastatel on ka meie maalt, nimelt Hiiu saarelt naftat hakatud otsima.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mille poolest tuletab põlevkivi savi-kildkivi meelde ja mille poolest läheb ta sellest lahku? 2. Süüta põlevkivi-tükk põlema ja vaata, missuguse leegiga ta põleb. Kas on põlemisel ka mingit lõhna tunda? 3. Destilleeri katseklaasis põlevkivi puru. Mis jääb katseklaasi, mis tiheneb kogujas? 4. Mis mõttes võib põlevkivi „õlikiviks" nimetada ja kas võib ta nafta aset täita? 5. Teades, et lambiõli kergem on kui vesi, kas võime põlema löönud õli vee abil kustutada? 6. Kuidas võime põrandal või laual põlevat õli kustutada?

Anorgaanilised ja orgaanilised ained.

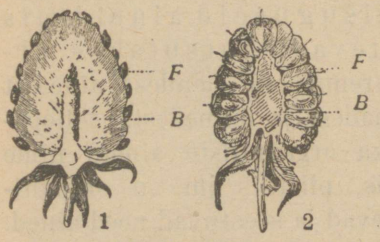
Eespool-kirjeldatud põlevad ained, nagu turvas, kivisüsi, põlevkivi ja puu, jätavad põledes alati tuhka järele. Tähendab, ainult üks osa nendest ainetest on põlev, nimelt see osa, mis süsinikku sisaldab. Põledes ühineb süsinik õhu hapnikuga ja tekitab süsihapu gaasi. Niisuguseid aineid, mis süsinikku sisaldavad ja põlevad, kutsutakse orgaanilisteks aineteks. Suurema osa nendest ainetest saame elavatest organismidest, loomadest ja taimedest, sellepärast on need süsiniku ühendused ka orgaaniliste ainete nime saanud. Nafta, rasv, suhkur, tärklis, piiritus jm. on orgaanilised ained. Kuumendamisel lagunevad ja söestuvad need ained. Kõiki muid aineid, mis ei põle ega süsinikku ei sisalda, nimetatakse anorgaanilisteks ehk mitteorgaanilisteks aineteks. Seesugused on, näiteks, ränikivi, graniit, keedusool ja palju muid aineid. Väävel põleb küll, kuid ei sisalda süsinikku, seega kuulub ta anorgaaniliste ainete hulka.

Elus loodus.

Aias.

Aedmaasikas.

Vaatlused. 1. Vaatle hoolega maasika lehti ja võrdle neid hobukastani omadega. 2. Vaatle õite rühmitust õievarrel ja eriti üksiku õie katteid. 3. Vaata õite seisu õhtul ja halval ilmal. 4. Pane tähele, missugused putukad käivad õitel ja mis eesmärgiga. 5. Vaatle valmivate marjade värvi ning suuruse muutumist ja selgita, millest oleneb eeskätt nende küpsemise kiirus. 6. Näita, kus asuvad aedmaasika seemned ja mille poolest läheb nende asetumine marjas õuna omade asetusest lahku. (118. joon.) 7. Kes kannavad maasika seemneid laiali? 8. Kirjelda aedmaasika eest hoolitsemist ja tema harilikke paljundamisvõtteid.

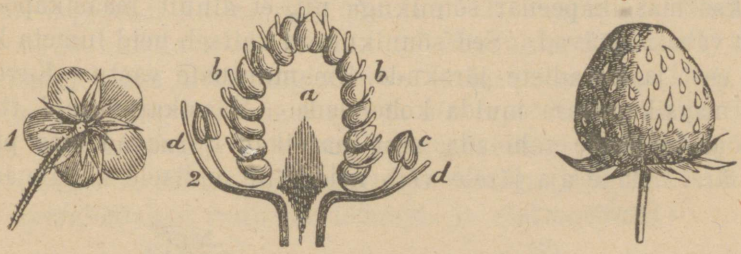


118. joon. 1. Maasikas ja 2. vaarmari pikiläbilõikes. B — õiepõhi; F — seemned.

Aedmaasikal on pruun juurikas, millelt nöörjate juurte kimp maapõue poeb. Juurika maapealselt otsalt võrsuvad õite varred, lehed, ja nende kaenlast algavad võsundid. Iga leherootsu alusotsa ümbritsevad kaks soomusetaolist abilehte. Pika rootsuga lehtede laba on lõhestatud sõrmjas. Lehelaba alumine pool on siidpehme valge karvastikuga kaetud. Harv kare karvastik katab ka leherootsusid ja noori kokkurullitud lehti. See karvastik takistab tigude ja teiste lehehävitajate loomakeste liikumist maasikal.

Maasika õied on kobaratena koondatud. Õit piirab kahekordne roheline tupp, mida moodustavad kitsad rohekad lehekesed. Kroonis on viis lumivalget kroonlehekest. Õie keskel, kumeral lihaval õiepõhjal leidub palju emakaid, mida arvurik-

kad tolmukad piiravad. (119. joon.) Laial õiepõhjal on mesilastel, liblikail ja kärbseil mõnus peatuda ja nii tolmutamiseks soovitud vahendajaiks olla. Et emakasuudmed on enne tolmukate valmimist avanenud, siis toimub tolmumine aedmaasikail ristamisi. Ei sünni ristamisi tolmumine kas halva ilma tõttu või mõnel muul põhjusel, siis toimub see sama õie tolmuga.

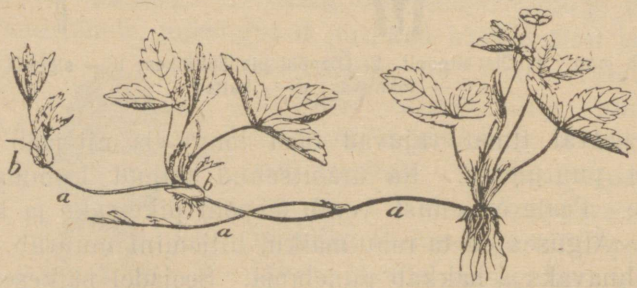


119. joon. 1. Õis altpoolt. 2. Õiepõhi pikiläbilõikes; b — sigimik; c — tolmukas; d — katted.

Öösiti ja halval ilmal vajuvad õied longu ja nii jääb õietolm niiskusest puutumata. Ka äraõitsenud nupud kummarduvad maa poole. Peale õitsemist venib õiepõhi pikemaks ja kujuneb lihavaks. Alguses on ta rohu maiku, hiljemini muutub ta mahlaseks, lõhnavaks ja hakkab punetama. Soojadel päikesepaistestel ilmadel läheb valmimine kiiresti. Sellel lihaval pinnal on palju pruunikaid teri. Need on sigimikud, kus väikesed pähklakesed kujunesid, milles seeme. Maasika vilja, marja kutsutakse ebaviljaks. Ebavilja tunnuseks on lihavaks (seemnete levitamiseks) muutunud õiepõhi. Linnud on maiad selle lihava „marja“ peale. Seemned aga jäävad tugeva kesta tõttu linnu kehas seedimismahladest puutumata ja rändavad ühes väljaheidetega mullale tagasi, kus nad arenema hakkavad. Nii on siis linnud maasikaseemnete levitamisel tähtsad vahendajad. Seemnest arenev aedmaasikas ei õitse esimesel aastal, vaid järgnevail. Harilikult paljundatakse aedmaasikaid võsunditega. Selleks eraldatakse aias iserühm maasikaid, millede võsundeid vabalt lastakse areneda. Teistel maasikatel, milledest aga head saaki soovitakse saada, tuleb võsundid hoolega ära kärpida, sest nende arendamiseks peab taim palju jõudu kulutama.

Aedmaasikas tarvitab hästi rammutatud muredat niisket maad. Eriti palju niiskust neelab ta õitseajal; siis peab peenraid hoolega kastma.

Võsunditel kujunevad siin ja seal väikesed maasikapõõsakesed, mis iseseisva juurestikuga maasse kinnituvad. Seesugused põõsakesi ühendavad võsundid lõigatakse katki ja iga põõsake istutatakse peenrale $^1/_2$-meetrilise raadiusega alale. Siit istutatakse ta umbes kuu aja pärast teisele peenrale. Neid mõlemaid ümberistutamisi toimetatakse harilikult sügisel. Talveks kaetakse maasikapeenar sõnnikuga nii, et ainult maasikapõõsakesed vabaks jäävad. See sõnnikukord kaitseb neid lumeta külmade eest ja kevadiste järskude ilmamuutuste vastu. Kevadel tuleb maasikapeenra mulda kohendada. Maasikapeenraid tuleb 3 — 4 aasta järele vahetada, sest maasikad kurnavad maa pikapeale ära. Mõne aja järele võib neid jälle endisele kohale istu-



120. joon. Metsmaasikas. a — võsundid; b — noor taim.

tada. Aedmaasikas on üks neist kasulikkudest aiaviljadest, mis ei tohi üheski korralikus aias puududa. Eriti suureks tuluallikaks on ta linnades ja linna lähedate alade aednikkudele. Aedmaasikad on Ameerikast ja Aasiast pärit.

Pea igal pool meie metsades ja raiesmikkudel kasvab metsmaasikas, mille marjad aedmaasikate omadest kaugelt vähemad. (120. joon.) Maasika õitega ja marjadega on palju ühist meie aedades kui ka metsades poolpõõsana kasvaval vaarmarjal.

Ülesanded ja küsimused: 1. Loe ära, kui palju on uusi maasikapõõsakesi ühe vana maasika võsunditele võrsunud. 2. Joonista maasika õie ja marja pikilõik. 3. Miks pannakse valmivatele maasikatele peenral sagedasti klaasi- ja potitükid alla? 4. Kas kasvatatakse teie koduaias aedmaasikaid? Kui ei, siis tee seda võimalikult juba lähemal aastal. 5. Missugusel päevaajal on soovitav aedmaasikaid peenralt ära korjata? 6. Miks kaetakse sügisel maasikapeenrad hobusesõnnikuga? 7. Missuguseid loomakesi oled näinud ülivalminud mets- ja aedmaasi-

katel? 8. Võrdle maasikaid ja vaarmarju. 9. Kirjelda laiemalt aias haritavat vaarmarja ja tema harimise võtteid. 10. Milleks kasutame neid marju? 11. Joonista maasika ja vaarmarja õie plaanid.

Karusmarjad.

Vaatlused. 1. Vaatle kevadel, millal lehivad karusmarja- ja sõstrapõõsad, millal nad õitsevad. 2. Vaatle iga üksiku õie ehitust ja kui kaua ta õitseb. 3. Missugused loomad käivad kummagi põõsa õitel ning lehtedel ja mis eesmärgiga? 4. Pane tähele, kas langeb karusmarja- ja sõstrapõõsastelt palju valmimata marju maha, ja katsu selgitada selle nähtuse põhjust. 5. Kuidas harilikult paljundatakse neid marjapõõsaid? 6. Kuidas korraldatakse vanu karusmarja- ja sõstrapõõsaid?

Karusmarjad ehk tikerberid kasvavad meil põõsastena, puhmastena, olgugi et aednikud võivad neid kuni $1^1/_2$ meetri kõrgusteks puudeks arendada. Puudena kannavad nad aga tundu-



121. joon. 1—2 — karusmarja õite ja marjadega oks; 3 — õis.

valt vähem vilja kui põõsastena. Okstel asetsevad teravad kõvad okkad, mis murdmisel kergesti oksa pinnalt laia alusega eralduvad. Lehed on seesuguse okkapaari kohale harilikult väi-

kese puhmana koondatud. 3-eks kuni 5-eks jaotatud lehekesed kinnituvad oksale lühikese rootsukesega. Lehed poetavad end kevadel pungadest õige varakult välja. Peagi järgnevad lehtedele paariti lehepuhmast alla rippuvad õied. Õied on rohekad ja ei eraldu üldisest lehestikust. (121. joon.) Õiekatted asetsevad sigimiku peal ja jätavad viimase nii katmata. Liitlehise tupe külge on kasvanud ka kroonlehed ning tolmukad. Esimesed kinnituvad tupplehtede vahede, teised nende keskmikkude külge.

Emaka kaheharuline suudme ots ulatub õiepõhjast välja



122. joon. Karusmarja vaablane ja tema tõuk.

tolmukate kõrgusele. Putukate ligimeelitamiseks valmib sigimiku kaela alusel õiemesi ja valgub kellukataolise tupe põhjale. Karusmarja õied närbuvad väga kiiresti, juba teisel õitsepäeval, kuid ei varise mitte maha, vaid jäävad arenevale sigimikule. Sigimiku seinad kujunevad kas rohekaks või punakaks karusmarjaks, mille sees seemned.

Tolmutamise vahetalitajaiks on karusmarjadel enamail juhuseil mesilased ja kärbsed. Sagedamaiks vaenlasteks on karusmarjadele aga karusmarja-vaablane ja tema tõugud. Viimased söövad karusmarja-põõsad lehtedest sagedasti lagedaks. (122. joon.)

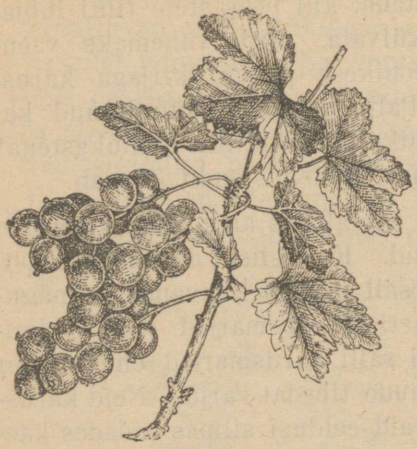
Neid võib aga kergesti ära hävitada, kui põõsastele tihti lubjatolmu, toomasjahu või tubakat külvata. Mitte vähemaks vaenlaseks karusmarjadele on ka peenikese pruuni kirjaga karusmarja-liblikas oma tõukudega. Palju kahju on sünnitanud karusmarjadele viimasel ajal ka väike seeneke, mis „jahukastena“ terveid karusmarju katab ja nende arenemisjõudu kurnab.

Karusmarjad edenevad igas korralikus aias hästi; nad ei ole maa headuse suhtes nõudlikud. Kuid siiski on niiskel, hästi väetatud aiamullal kasvavail põõsail marjad lihavamad ja magusamad. Kuiv maa mõjub sagedasti nii, et marjad enne valmimist maha varisevad. Samuti ei salli karusmarjad endi ümber umbrohtu ja teiste kõrgemate puude tihedat varju. Neid karusmarja põõsa arenemist soodustavaid eeldusi silmas pidades kaevab aednik maa, kuhu ta noored karusmarja-põõsad istutab, sügavasti läbi ja väetab põhjalikult. Et umbrohtu kõrvaldada ja mullapinda õhuga segada, kergitab ta sügisel ja kevadel põõsastealuse mulda. Kui suvel maapind väga ära kuivab ja marjad maha hakkavad varisema, siis tuleb põõsaid sõnnikuveega kasta. Selleks tehakse põõsa ümber väike kraavike, mis siis veega täidetakse.

Karusmarja seemneid levitavad linnud. Seemned on sitkes kestas, mis seemne linnu seedimismahlades puutumatu hoiab. Aednik ei kasvata karusmarju mitte seemneist, vaid arendab neid istutusokstest. Selleks painutab ta karusmarja-põõsa oksad mullale ja katab mulda puutuvad osad pealt mullaga paksult kinni. Mulla all lasevad oksad abijuured välja, millede varal nad mullast toitu võivad koguda. Mõne aja pärast eraldab aednik need oksad emapõõsast ja istutab nad iseseisvate üksustena ritta. Korduvate ümberistutuste ja kärpimiste järele kujunevad neist marjakandjad põõsad. Ka vanu põõsaid tuleb vananevaist okstest järjekindlalt vabastada ja kärpida.

Hooletusesse jäänud põõsaste marjad muutuvad peagi hapuks ja maitsetuks ning nende arv kahaneb tunduvalt.

Poolvalminud kui ka valminud marju kasutatakse mitmesugusteks söökideks. Viimasel ajal on meil karusmarjadest käärimise teel ka kerget veini hakatud valmistama. Sagedasti võrreldakse karusmarju: „Mida lõunamaal viinamari, seda põhjamaal karusmari.“.



123. joon. Punase sõstra oks.

Karusmarjade kõrval kasvatatakse igal pool punaseid ja musti sõstraid. (123. joon.) Lehtede ja õite ehituse poolest on nad karusmarjadega õige sarnased, mis nende läheda suguluse paremaks tunnistajaks. Üldiselt nõuavad nad samasugust hoolt kui karusmarjadki. Nad kasvavad aga jõudsamini ja lopsakamalt varjatud kohtades. Mõlemite marjadest saab väga head keedist.

Ülesanded ja küsimused. 1. Joonista karusmarja- ja sõstra põõsa leht. 2. Joonista karusmarja-oksa jätk, millel okkad, lehepuhmas ja õied. 3. Joonista maasika ja karusmarja pikilõigu pind ja vormi see lõik plastiliinist. 4. Valva hommikuti ja katsu selgusele jõuda, missugused linnud neil marjapõõsastel viibivad ja mis ülesandega. 5. Joonista nende põõsaste õite plaan. 6. Kirjelda, missugused puudused on teie aiapidamisel. 7. Kirjelda, milles seisab teie aia eest hoolitsemine.

Päevalill.

Vaatlused. 1. Mõõda võimalikult paljudes kohtades kasvavate päevalillede kõrgust. 2. Katsu iga isesuguse kõrguse ja lopsakusega päevalille kasvukoha pinna headust ja niiskust kui ka päikeserikkust põhjuslikku sidemesse seada. 3. Korda tubaka juures näidatud vaatlused: 2. 3. 4. ja 5. 4. Vaatle noorel avanemata ja täiesti lahtipuhkenud õiekorvil kattelehtede seisu. 5. Õisiku laiuse läbimõõt. 6. Vaata, missuguses järjekorras õisikul olevad õied avanevad ning ära õitsevad. 7. Joonista õisikul leiduvate õite isevormid oma vaatlusekaustikusse. 8. Valmista võimalikult mitmesugusel puhkemisastmel olevaist keskmistest toruõitest pikilõik ja vaatle lõikudel emaka kaela kuju ja seisu kõrgust võrreldes tolmukate seisuga. 9. Vaatle, kui kauge maa pealt on võimalik õisikut veel selgesti näha. 10. Mis vahe on toru- ja keelõite vahel? 11. Pigista seemet valge paberi lehtede vahel — missugust muutust võib paberil märgata?

12. Vaatle päevalille juuri ja selgita, missugusele juurtealale valgub lehtedelt vihmavesi.

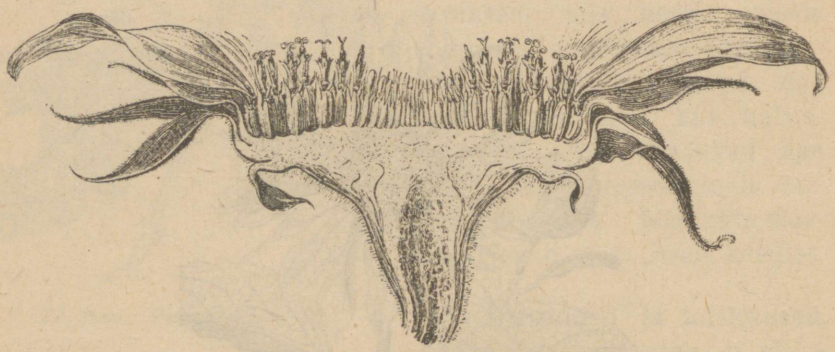
Päevalille kasvatatakse meil sagedasti ilutaimena eluaseme ümbruses. (124. joon.) Vara kevadel istutavad lapsed päevalille



124. joon. Päevalill. a — vili.

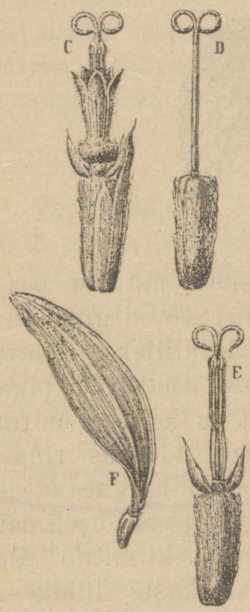
seemned mulda. Soojadel ilmadel tuleb niiskest mullast peagi kahe lehekesega varustatud taimeke välja. See sirgub ning kasvab õige kiiresti suureks ja tugevaks päevalilleks. Päevalillel on jäme koheda südamega vars. Varrel asetsevad pikad tugevarootsulised südajad lehed. Varrel kui ka lehtedel on tihe karedakarvaline kate. Lehed asetuvad varrel tõusvas ringis. Selles seisus ei varja nad üksteist. Rootsud hargnevad lehelabas tüsedaiks soonteks, mis laba suurusest hoolimata lehele küllaldase tugevuse annavad. Maasse kinnitub päevalill pika ristloodis seisva juure ja arvurikaste lühikeste külgjuurte varal. Vars ja tema harud lõpevad taldrikukujulise õisikuga, mis oma raskusest longu langeb. Õisikuid ümbritsevad arvukad katelehed. Õisiku põhja välisele ringile kinnitu-

vad kollased keeletaolised õied, mis kiirtena üle õisiku serva ulatuvad. Kuju järele kutsutakse neid keelõiteks. Kõige hoolsama otsimise peale vaatamata ei leia me neist tolmukaid ega emakaid: nad on sugutud. Õisiku keskelt leiame ringidena seatud toru-õisi. (125. joon.) Iga üksiku toruõie sigimiku kõr-



125. joon. Päevalille õie põhja läbilõik.

valt võrsuvad õiepõhjalt kaks kitsast lehekest — need on tupplehed. Õiekroonil on pika laiakaelalise pudeli kuju, mille kaela serv on viieks lõhestatud. Õiekrooni põhjalt algavate tolmukate pead on kokku liitunud ja moodustavad toru, millest emakasuude läbi puurib. (126. joon.) Vaatlusel võime tähele panna, et toru-õied valmivad ringidena väljast sissepoole. Nii siis on kõige nooremad õied kesk õisikut. Võtame õied mitmest ringist. Kõige nooremas õies ei ole tolmukad avanenud ja emakasuudme ots ulatub ainult tolmukate toru alumise otsani. Järgmise rea õite tolmukate pead on lõhkenud ja emakasuude ulatub poolde torusse. Kolmandas reas on emakasuude tolmu tolmupeade torust välja surunud ja ulatub selle toru ülemise servani. Neljandas ringis on emakasuude sellest torust välja kasvanud, kaheks haruks pakatanud ja limane.



126. joon. C — üksik toruõis; D — sigimik ühes emakasuudmega; E — emakakael tolmupeade toruga; F — keelõis.

Kollastest kaugele paistvaist õitest õisikule meelitatud putukad rän-

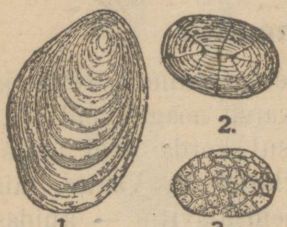
davad mett otsides õisikul ringi. Mett valmib õite sigimikul. Meekorjamisel kannavad need väikesed külalised sisemiste ringide õitelt õietolmu välimise ringi valminud emakasuudmetele. Nii toimetavad nad siin risttolmutamist. Tolmumise järele kuivavad kõik toru-õite osad peale sigimiku ära. Seemnete valmimine ja õite närtsimine toimub samas järjekorras nagu õitseminegi. Ainult välimine ring — keelõied pudenevad viimastena, peale viimase siseringi õite tolmumist, maha. Päevalille vili on mustjashall tera. Seemneid kannavad linnud ja inimesed laiali. Mõnel pool kasvatatakse päevalille suurel hulgal seemnete kasutamiseks, õli saamiseks. Ta on pärit Lõuna-Ameerikast ja Mehhikost.

Ülesanded ja küsimused. 1. Vaatle hoolega mõnda üksikult kasvavat päevalille ja selgita, kas on õige see rahva arvamine, et ta oma õisi päeva järele keeravat. 2. Vaatle lillepotti istutatud päevalilletaime esimese kahe lehe seisu öösiti ja halval ilmal. 3. Joonista mitmes valmimisjärgus esineva toruõie pikilõik. 4. Joonista õisiku põhja ristlõik. 5. Vormi savist ehk plastiliinist päevalille õisiku põhi, millelt valminud seemned välja rabatud. 6. Katsu selgitada, missugune oluline väärtus on päevalillele selles, et ta äärmised keelõied esimestena puhkevad ja viimastena ära langevad. 7. Missugused putukad toimetavad tolmutamist? 8. Milleks kasvatatakse teie pool päevalille, kas iluvõi tulutaimena?

Seemne ehitus ja idanemine

Vaatlused. 1. Pane odra-, oa- ja herneseemneid vette ja niisuta neid seal mõned tunnid. Pärast katsu noaga neid katkestada. Missugusteks eriosadeks läheb sul korda neid lõhestada? Missugused iseosad leiad sa pähklast? 2. Vaatle, mis ajal külvatakse kevadel aias mitmesuguseid aiavilju — kuidas oleneb külviaeg kevadistest ilmadest. 3. Võta paari ruutjala suurune madal kast ja täida niiske saepuruga, mida korduvalt ka järgnevail päevil niisuta. Külva sinna rida rea järele igal päeval 5 herneseemet ja märgi oma töökaustikusse joonistatud kasti plaanile rühmade külvi-aeg. Kui esimese poole külvipäevade herned on üles tõusnud, siis juuri iga külvipäeva herneist üks üles. Joonista neil andmetel herneseemne arenemise

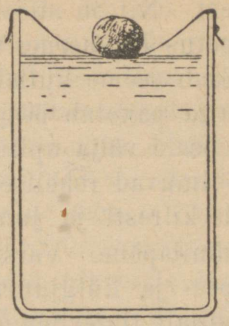
pilt, alguseks võttes viimase külvi. 4. Pane kaera-, odra- või herneseemneid kuiva saepuruga täidetud kasti ja niisutatud saepuruga kasti idanema. Otsusta esimeste ülestõusnud seemnete järele mõlemate kastide seemneid läbi vaadates, mida tarvitavad seemned idanemiseks. 5. Pane seemned valguse kätte asetatud potti ja pika paberist toruga kaetud potti arenema ning vaata, mis mõju avaldab valgus idanemise peale. Neljandas ülesandes järeldatud tingimus olgu silmas peetud. 6. Pane ühed seemned saepurus ahju lähedale idanema ja teised samale pinnale, aga jahedasse keldrisse. Mõlema idanemiskoha soojus märgi üles. Kus idanevad seemned kiiremini? 7. Pane seemned klaasnõusse niiskele saepurule ja põleta selles nõus peergu korduvalt nii, et ta selles nõus üldse enam ei põle (missugune gaas seal tekkis?). Korgi nüüd nõu õhukindlalt kinni. Pea silmas selle juures kõiki eespool esitatud ülesannete järeldusi. Missuguseid muutusi märkad sa seemneil? Missugune gaas puudub katsenõus? 8. Pane seemned niiskele saepurule sügavasse klaaspurki arenema. Uuri mõne päeva pärast, kas ei ole õhu koosseis nõus muutunud. 9. Pane seemned sügava veenõu põhjale, mis hästi läbikeedetud veega täidetud. Vaata, kas nad hakkavad idanema ja kui kaua see vältab. 10. Pane suurem hulk niisutatud seemneid sügavasse nõusse ja mõõda algusest peale nende temperatuuri. Mida sa märkad? 11. Tee kindlaks seemnete koosseis. Võta rukkiseemne jahu ja keeda teda vees, samuti keeda kartulitärklist teises katseklaasis. Tilguta kumbagi klaasi joodilahust.



127. joon. Tärkliseterad: 1 — kartulist; 2 — oast; 3 — kaerast (suurendatud 300 korda).

Mida sa märkad? Mida võid järeldada jahu kohta? (127. joon.) Missuguseks muutub idanevate seemnete maik (linnased). 12. Tuleta meelde, mida leidsid päevalille-seemneist, neid paberilehtede vahel pigistades. 13. Kata ääreni veega täidetud klaaspurk tiheda riidega. Valmista rukki- või nisupüülist väike taignarull ja hõõru seda riide pinnal, seni kui suurem osa valge piimana on vette valgunud. Riide peale jääb kollakas tänkjas aine. Mis see on? (munavalge). (128. joon.) 14. Katsu kuulata, kui kaua püsib ühe või teise vilja seeme idanemisvõimelisena. Tuleta eespoolsest kursusest nähtusi sellelt alalt meelde. (Kased.) Nimeta mõnda taime, mille

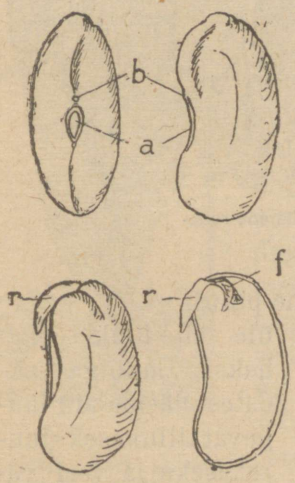
seemned tarvitavad peale valmimist teatavat rahu-aega, enne kui neid idanema võib panna. (Kõrvits.) 15. Lõika idanenud oal tema esimesed paksud lehed ära ja vaata, kuidas ta edasi areneb. Lõika need lehed ainult pooleni ära — jälgi siis arenemist.



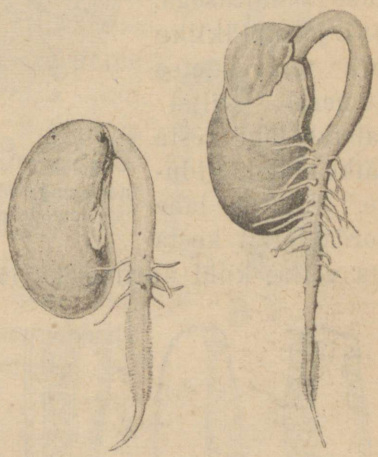
128. joon. Munavalge eraldamise katse.

Oa- ja herneseeme on kaetud sitke kestaga, mis seemne sisu väliste kahjulikkude mõjude eest kaitseb. Siiski laseb kest aga õhku ja niiskust läbi. Seeme, mis ületalve peab elama, on aga ise kuiv, niiskusevaene. Oleks seemnes palju niiskust, siis mõjuks külm tema peale hävitavalt.

Seal, kus on seeme väljas lohus, on tema sisemine osa kestaga kokku kasvanud. (129. joon.) Lähemalt tema sisu vaadeldes leidsime, et ta seisab koos kahest neerjast poolest, mida idulehtedeks



129. joon.
Oa seeme. Üleval kestaga kaetud seemne väline kuju. All ilma kestata idanenud seeme: r — idu juur; f — pung ja lehed.

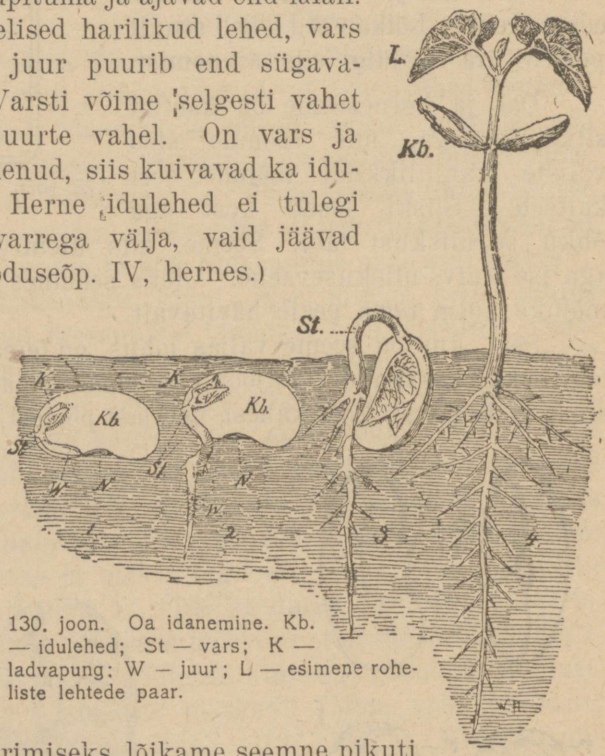


129a. joon.
Pakatav oa seeme.

kutsutakse, ja nende kahe vahel olevast väikesest sidemest. Suurekstegeva klaasiga seda sidet uurides leiame, et see omasoodu jälle koos seisab kõverasse käändunud juurekesest ja lehepun-

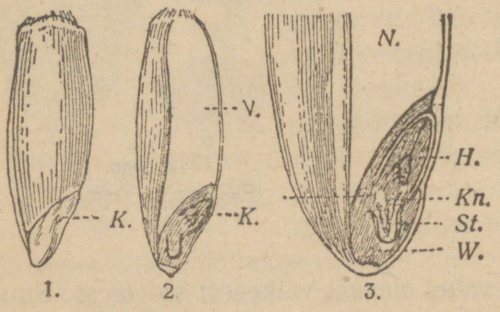
gakesest. Nii on siis seeme väike taimemudelike. (Vaata Looduseõpetus IV, hernes.)

Saab seeme küllaldaselt niiskust ja sooja, siis suureneb ta raskus ja pakatab peagi kest. (129a. joon.) Idulehed hakkavad mulla peale välja upituma ja ajavad end laiali. Peagi ilmuvad rohelised harilikud lehed, vars kasvab kiiresti ja juur puurib end sügavamale mullapõue. Varsti võime selgesti vahet teha pea- ja külgjuurte vahel. On vars ja juur küllalt tugevnenud, siis kuivavad ka idulehed. (130. joon.) Herne idulehed ei tulegi maa peale ühes varrega välja, vaid jäävad mulda. (Vaata Looduseõp. IV, hernes.)



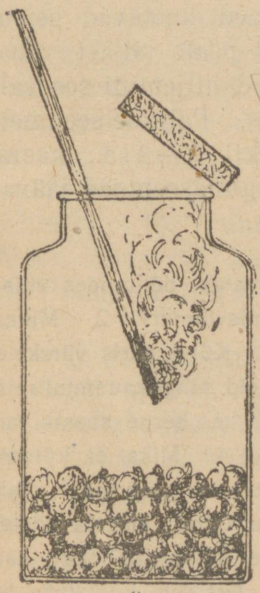
130. joon. Oa idanemine. Kb. — idulehed; St — vars; K — ladvapung; W — juur; L — esimene rohelise lehtede paar.

Võttes võrdluseks oa- ja herneseemnega rukkitera, leiame, et see on hoopis teissuguse ehitusega. (131. joon.) Pikliku tera terava otsa kumeral küljel paistab läbi kesta väike kollakas iduke. Siin ei lähe korda teralt kesta ära võtta; kuid uurimiseks lõikame seemne pikuti üle selle idukese kaheks. Luubiga vaadates näeme idu langevat tillukeseks juurekeseks ja veel vähemaks pungaks, mis üleval otsal odana aheneb. See taimesuge on kasvanud ühe küljega väheldase kolmnurga külge, mis teda tera ko-



131. joon. Rukki iva. 1 — väljastpoolt. 2 — pikilõik, K — idu; N — toitkude; 3 — iva alumine osa suurendatult: Kn—pung, St—vars, W—juur, H—kest, N—toitkude.

gumassist eraldab. Seda kolmnurka kutsutakse kilbiks ja ta on rukki ainus iduleht. Nii on siis rukkil ainult pung, juur ja üks iduleht. Niisutatud rukkiseemneil võib ilma suurema vaevata eraldada kõik need kolm osa seemne muust osast. Katsetest selgus, et taimede seemned tarvitavad oma idanemiseks niiskust. Kuid niiskus on seemneile kahjulik sel ajal, kui nad rahus seisavad ja ootavad parajat idanemis-aega. Niisked seemned on tundlikud külma ja kuumuse vastu, ühtlasi lähevad nad kergesti kopitama ja kaotavad nii oma idanemisvõime. Idanemise juures on tungivalt tarvilik teatav soojus. Nii tõuseb vilul kevadel külvatud vili väga aeglaselt, kuna ta soojal nagu hooga mullast välja tõugatakse. Üleliigne soojus on taimede idanemisele siiski kahjulik. Mullast välja pugedes on idu valge, kahvatu; edaspidiseks arenemiseks tarvitab ta aga paratamata valgust. Idanevaile seemneile ei ole valgus sugugi tarvilik, sest pimedas toimub idanemine samasuguse eduga kui valgusegi käes. Kuid ilma õhuta, hapnikuta on idanemine võimatu. Õhupuuduse tõttu ei hakka seemned seisva vee põhjas idanema. Samuti jääb idanemine kujunemata õhuta või mõne muu gaasiga täidetud ruumis. Et seemnete idanemisel soojus ja süsihapu gaas tekib ning nad hapnikku tarvitavad, siis järeldame sellest, et idanevad seemned hingavad. (132. joon.)



132. joon. Purk idanevate seemnetega. Lõkendav peerg kustub purgis.

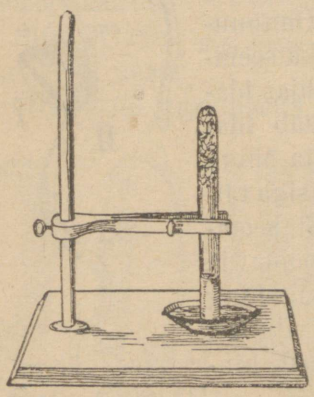


133. joon. A — herne seeme; B — oa seeme; C ja D — poolitatud seemnepooltega oatera.

Kujuneva juurega ei kinnitu noor taim ainult mulda, vaid ta ammutab sellega siit uut niiskust ja teisi aineid.

Lähemalt idulehtede ja tera sisu katsete varal uurides selgub, et neis sisaldub tärklist, munavalget ja õli. Kõik need ained kuluvad noore idu arenemiseks. Et see tõesti nii on, võime näha järgmisest katsest. Võtame arenema hakanud oa idulehed ära või kärbime neid ainult poole võrra. (133. joon.) Esimesel juhusel jääb idu arenemine otse seisma, sest juur ja lehed on alles jõuetud aineid iseseisvalt koguma. Teisel puhul läheb idu arenemine aeglaselt edasi, kuid idu jääb peagi kängu. Nii on siis hernel ja oal idulehed, rukkil, nisul ja kaeral tärkliserikas toidukogu esialgseks jõuallikaks kujunevale taimele. Eo puhkemisvõime aja alguse- ja lõpumomendi suhtes on taimede seemned väga mitmesuguse ulatusega. Ühed tarvitavad selleks, et idanemisvõimeliseks saada, teatavat idanemisrahu aega, näiteks kõrvits. Teised seemned kaotavad seisul oma idanemisvõime juba 2—3 nädala pärast peale viljast vabanemist, näiteks paju. Satuvad paju seemned hiljemini soodsale kasvukohale, siis ei tõuse neist ainuski üles. Paljude seemnete idanemisvõimelisena püsivuse iga on rukkil 2—3 a., kaeral 10—12, nisul 20 a. ja enam; tubaka-ja magunaseemned jäävad sigivateks kümneteks ja sadadeks aastateks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Miks kuivatab põllumees vilja? miks ei kaota seesugune vili talvekülmas idanemisvõimet? 2. Millest olenes meie katsete järele seemnete tõusvus? 3. Külva päris värskeid, kaunast võetud herneid ning kauemini seisnuid ja tee kindlaks, kas herne seeme tarvitab idanemisrahu. 4. Miks ei külvata kõiki seemneid kevadel aias ühel ajal? miks külvatakse osa taimi klaaslavadele? 5. Pane klaaspurgile kuivatuse-paber katteks, nii et temalt üksikud kuivatuse lehekesed alla nõusse vette ulatuksid. Külva sellele lehele mitmesuguseid seemneid ja vaatle nende noorte juurte kuju. 6. Näita katsete varal, et seemned tarvitavad hingamiseks õhku ja eraldavad süsihaput gaasi. 7. Selleks tee eraldi veel järgmine katse: Võta alustass seebikivi kerge lahusega; selle kohale aseta katseklaas, mille põhjale on pandud idanevad rukki- või odraterad nii, et nad välja ei lange. (134.



134. joon. Katse seebikivi lahusega.

joon.) Aseta klaas pildil näidatud viisil üheks ööks sellesse lahusesse. Pane tähele, mis muutused on antud katses järgmiseks päevaks kujunenud. Seebikivi-veel on omadus süsihapu gaasi ahnelt endasse võtta. Mis järeldusi võid teha antud katsest?

Põllul.

Kartul.

Vaatlused. 1. Pane tähele, missugused on ületalve keldris hoitud kartulid kevadel. 2. Vaata, kui palju idusid on seesugusel kartulil. 3. Vaatle ja kirjelda, kuidas külvatakse kartuleid. 4. Missugused on kartuli idud pimedas keldris ja vaol end mullast läbi puurides. 5. Missugusel maal kasvavad vihmasel, missugusel maal kuival aastal paremad kartulid? 6. Kirjelda kartuli-põõsast väliselt. 7. Kirjelda põõsa all olevat vana ja uut kartulit (mugulat). 8. Kirjelda mugulat, mis pooleni mulla peal; võrdle teda varre ja juurega. 9. Kirjelda kartulivõtmist. 10. Pane hoolega tähele plekkisid kartulilehtedel. Miks tõmbuvad kartulivarred sügisel mustaks? 11. Milleks tarvitame kartuleid?

Kartul, praegusel ajal üks tarvilikumatest ja odavamatest toiduvahenditest, on Ameerikas kasvavast metsikust kartulist kultuurtaimeks välja arendatud. Esialgu, kui teda Euroopas ja meil hakati kasvatama ja harima, ei olnud rahvas sellega sugugi nõus ja hakkas vastu; Venemaal olid koguni „kartulimässud". Vanemad inimesed mäletavad meil veel seda aega, millal kartulid hakati kasvatama.

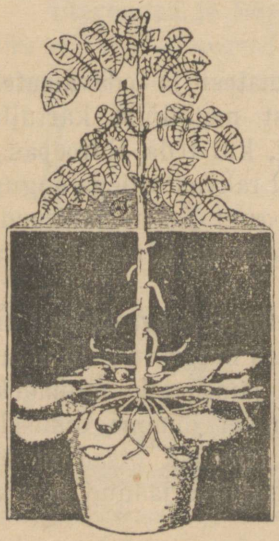
Kui me suvel mulla kartulipõõsa ümbert ettevaatlikult ära ajame, siis näeme seal tumedate juurte seas hulga valgeid nöörisarnaseid sünnitusi, mille otsad sagedasti jämedateks munadeks on paisunud. (135. joon.) Lähemal vaatlemisel jõuame otsusele, et need valged nöörid ja nende paisunud jämedad otsad ei ole muud kui kartulivarte harud, mis mullapõue jäänud ja seal teataval viisil arenenud.

Nende valgete harude otsas ja ka nende jämedaks paisunud munasarnase otsa lohkudes võime leida pungasid, milledest varred



135. joon. Kartul. 1 — kartulivarred ühes mugulatega; 2 — õite ja viljaga oks.

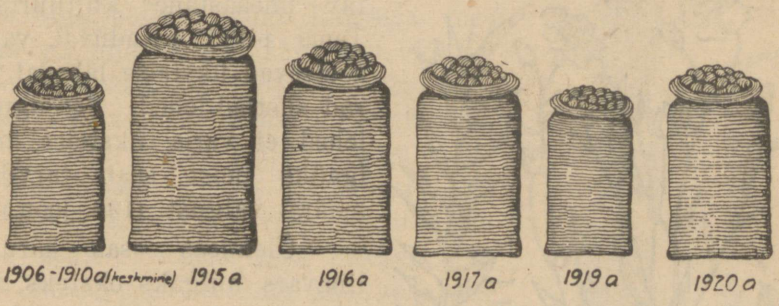
ja lehed võivad välja võrsuda. Juurtel ei ole aga kunagi seesuguseid pungi. Juhtub säherdune valge varre ots maa peale päikese kätte, siis läheb ta roheliseks, samuti nagu vars, — juur ei lähe sel juhtumusel kunagi roheliseks. (136. joon.) Meil on siin tegemist maa-aluse varrega, mille jämedaks paisunud osa mugulaks nimetatakse.



136. joon. Mugulate võrsumine varre varjatud alalt.

Noorte mugulate seas leidub aga alati pruun kortsutõmbunud või mädanev vana mugul. Temast kasvas kevadel kartulipõõsas välja ja sai temalt esialgseks kasvamiseks ka jõu aineid. Kartulipõõsas kasvatab alla hulga mugulaid, mis tärklisega rikkalikult täidetud. Kartulid paljundatakse mugulatest. Et mugulad päeva kätte ei satuks ja neid rohkem saaks, mullatakse kartuleid. Mulla alla jäänud varreosadele võrsuvad uued mugulad.

Kartuli maapealne vars on suurte paarita sulglõheliste lehtedega tihedalt kaetud. Kartul õitseb kesksuvel valgetes või valkjaslillades õites. Õied on lühikeste varrekestega varte otsas. Õietupeks on viis rohekat lehekest kokku kasvanud, kroonlehed on samuti kokku liitunud. Tolmukaid on viis. Emakaid on üks, millel peale munasarnase sigimiku ja emakasuudme veel pikk emakakael. Kartuli vili on roheline mürgine mari. Marja sees on rohkel arvul seemneid. Suuremal osal juhtumustel ei tekigi kartulil peale õitsmist vilja. Siit näeme selgesti, et taim võib õitsmise saaduse — vilja — teatava kultuurilise harimise ning arendamise tingimustes koguni „ära unustada", kängu jätta, — järeletulev põlv on kindlustatud siin mugulate rohkusega ja inimese majanduslise kasupüüdega.



137. joon. Kartulisaagi hulk Eestis.

Kartul on meie kodumaal viimasel ajal üheks kõige tähtsamaks põllul haritavaks taimeks olnud. Temast saame suurt majanduslist tulu, kasutades teda tärklise, siirupi ning piirituse valmistamiseks ja väljaveoks. Juuresolev tabel kujutab meie kartulisaagi hulka üksikuil aastail (137. joon.).

Ülesanded ja küsimused. 1. Valmista savist või plastiliinist idanenud kartul. 2. Kas pool kartulimugulat annab kartuli-„põõsa" ja miks? 3. Proovi joodiga, kas on kartulis tärklist. 4. Joonista kartuli leht, õis ja vili. 5. Joonista kartuli õie plaan. 6. Mitu seemet saite tänavu oma kartulimaalt? 7. Selgita, kui palju teie ise oma kartulitest ära tarvitate ja kui palju te ära müüte. 8. Kuula järele, kas keegi vanadest ei tea kirjeldada, kuidas meil kartuleid kasvatama hakati. 9. Miks tuleb kartulimugulaid maa-alusteks varteks pidada? 10. Missuguse vilja järel paneb põllumees harilikult kartulid maha? 11. Tee joodi varal kindlaks, kas on kartulimugulates tärklist.

Lina.

Vaatlused. 1. Pane linaseemneid niiskele paberile ja tee kindlaks, missuguseks muutub nende pind. 2. Pane linaseemned paberilehtede vahele ja pressi neid. Millest võid järeldada, et neis on õli? 3. Vaatle, kuidas lina külvatakse. 4. Kirjelda lina välimust, eriti lehtede seisu ja juurt. 5. Pane tähele putukaid, kes lina õitel käivad. 6. Vaatle, mis ajal on lina õied avatud, millal suletud. 7. Vaatle lina vilja ja kirjelda teda. 8. Kirjelda lina ümbertöötamise viisi. 9. Missugust taime peale lina kasvatatakse teie pool samaks otstarbeks?



138. joon. Lina. a ja b — vars; c — õis, millelt katted kõrvaldatud; d — kroonleht; e kupar; f — kupar läbilõikes.

Lina on kevadel külvatav üheaastane kultuurtaim. Tema pikal painduval varrel asetsevad üksteise lähedal kitsad süstjad lehed. Seesugused lehed ei varja üksteist ning igaüks neist saab tarvilisel määral valgust. (138. joon.)

Ülemises osas haruneb linavars hulgaks oksteks, millele õitsmise ajaks rohkesti õisi ilmub. Õrnsinistel õitel on 5 kroon- ja 5 tupplehte. Peale õiekatete on õies veel 5 tolmukat ning üks emakas 5 kaelaga. Pärast tolmumist langevad õied ära ning nende asemel valmib sigimikust karbikese laadi vili — kupar ehk kugar, mis pesadeks jaotatud. Kupras on hulk läätsetaolisi pruune seemneid, mida peale lina külviks kasutamist veel majanduslises elus linaseemne-õli ja soojade mähiste valmistamiseks tarvitatakse.

Kõige huvitavam on aga linavars ise. See on nagu pika kõrge puu sile ühtlane tüvi. Lähemal vaatlemisel selgub, et

temale omase suure sitkuse andjateks on pikad kiud, mis kui pinguletõmmatud traadid üle kogu linavarre ulatuvad. Nende kiukimpude all on habras puuosa (luu), mis ilma kiukatte abita aga iga vähemagi tuulepuhangu käes murduks ja taime edaspidise elu hävitaks.

Lina kodumaa on arvatavasti Kaspia mere rannamaad. Juba vanast ajast peale kasutatakse linakiudu riide valmistamiseks ja muudeks elutarveteks.

Sügisel, kui seemned valminud, kistakse lina põllult kõigi juurtega üles (miks ei niideta ega lõigata?), köidetakse väikesteks vihkudeks ning pannakse seisuvette liguma. (Keelatud on linu leotada jõgedes ja nendega avaras ühenduses olevates kraavides, sest see mõjub hävitavalt vees elavate oluvuste peale.) Soojas vees hakkab lina peagi mädanema; eeskätt kõduneb vett täis imbuv puuosa ja kiukimbud tulevad temalt lahti. Vette ei tohi lina kauaks jääda, sest siis lähevad ka kiud mädanema. Pärast veest välja võtmist on tähtsamaks linapuhastamise ja astmeks linakiu vabastamine puuosast (lõugutamine ja ropsimine).

Meie kodumaal oli linakasvatus varemini üheks tähtsamaks tulualaks, kuid viimasel ajal on siin tagasiminekut märgata; üheks mõjuvamaks põhjuseks on see, et lina põldu rohkem kurnab kui teised viljad. (139. joon.)



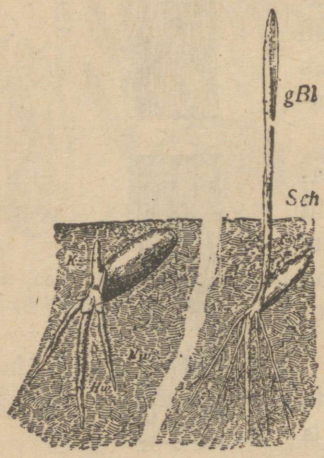
139. joon. Lina kiu kogusaak Eestis.

Ülesanded ja küsimused. 1. Joonista lina õie plaan. 2. Joonista lina vilja põigi- ja piki-läbilõik. 3. Vaata vees leotatud ja siis muritud lina vart luubiga vees; katsu ära

lugeda kiudude vihud ühest varrejämedusest. 4. Missuguse vilja järel külvab põllumees lina? 5. Kui palju maad oli kogusummas lina all teie külas käesoleval aastal, kui palju eelmistel? 6. Kirjelda lina korjamise ja puhastamise ning kasutamise tööd üksikasjalisemalt.

Rukis.

Vaatlused. 1. Millal külvatakse rukkeid? 2. Kaua aega tarvitab külvatud rukis mullast välja tulekuks? 3. Võta sada rukkitera ja määra ära, mitu sajandikku neist on idanemisvõimelised. Selleks võta väike kastike või lillepott ja külva sinna pandud niiskele saepurule seemned. Idanenud seemned korja välja ja märgi üles. 4. Pane tähele, missugused osad kujunevad talirukkil sügisel. 5. Vaatle, millal hakkab rukis kõrt kasvatama. 6. Mõõda kõrre sõlmevahed ära. Korda seda mõõtmist samal kõrrel hiljemini. 7. Katsu selgitada, missugustes osades kasvab rukki kõrs. 8. Kuidas ja millal toimub rukki tolmumine? 9. Katsu selgitada, mis mõju avaldab vihmane õitseaeg rukkisaagi peale. 10. Missugust kahju toob tugev tuul ja rahesadu rukkiväljale? Millal on see kahju suurem, kas enne või pärast õitsemist? 11. Muutuvad rukki lehed või kõrred enneaegu kollaseks, siis otsi lehtedelt ja juurtelt selle nähtuse põhjust. 12. Kirjelda rukiste ümbertöötamise nähtusi. 13. Kirjelda samuti teisi kõrsvilju.

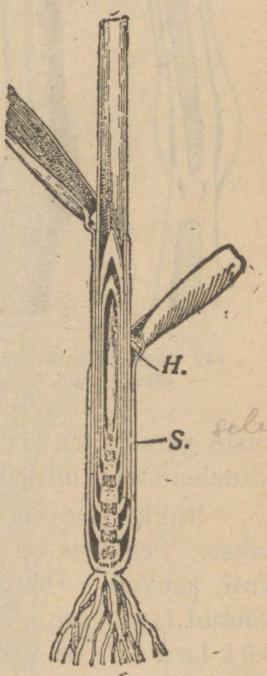


140. joon. Idanev rukkitera. gBl — iduleht.

Rukki pruunikashallid terad hakkavad kergesti i d a n e m a (140. joon.) niiskuse käes, näiteks niiskel vildil, saepurus ja mullas. Siin võime näha, et peenemast tera otsast ilmuvad mõned juurekesed, mis edaspidisel arenemisel peenikeste juurte vihaks kujunevad, kuna ülespoole tõuseb torusse keeratud esimeste lehekestega varreke. Juba mõne päeva pärast võib eraldada seemnest noore rukkitaimekese, sest seemnetera sisu on poolvedelaks muutunud. Mida tugevamaks läheb rukkitaim, seda kiduramaks jääb

seemnetera. Ei ole raske arvata, kuhu jäävad seemne ained. Nad tarvitatakse rukkitaime esialgseks arenemiseks, niikaua kui see veel ise ei suuda mullast toitu saada; poolvedelas olekus imbuvad nad idusse ja toidavad teda. Samade ainete (tärklisrikka jahu) saamiseks, mida noor taim enda esialgseks kasvamiseks kasutab, külvab inimenegi rukkeid suuremal määral kui ühtki teist haritavat taime meie kodumaal.

Sügisel külvatud rukis harutab lahti ja arendab ainult oma torusse keeratud lehed, kuna vars lühikeseks, arenematuks jääb, — muidu murraks lumi varre katki ja hävitaks taime päriselt ära. (141. joon.) Selle eest aga ajab ta varre alumisest osast sügisel uusi harusid välja, võrsub, ja nii saab ühest seemnest suur põõsas. Kevadel sirgub igast põõsa harukesest vars, millele lehed ning pea tekivad. Noori võrsuvaid rukkitaimi nimetame oraseks.

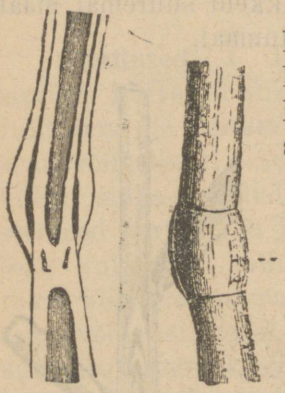


141. joon. Rukkitaim.

Rukki vart nimetatakse kõrreks. Kõrs on sagedasti kuni 2 meetrit pikk. Seejuures jääb ta aga õige peeneks. Ta on seest õõnes ja suuremaks vastupidamiseks murdumistele on tal mitu umbset sõlme. (142. joon.) Kõrre alumises osas, kui suurema raskuse all olevas, on sõlmi tihedamini, mis jällegi kõrre vastupanevust tuule murdmistele suurendab. See asjaolu, et kõrred seest õõnsad, on, nagu uuema aja tehnika näitab, väga tähtis: õõnes vars on suurema tugevusega ja vastupidavusega kui umbne. Kahest ühepikkusest ja üheraskusest raudvardast, milledest üks õõnes, teine umbne, on õõnes tugevam ning murdmistele vastupanevam. Rukki kõrred painduvad tuule käes maani, kuid ei murdu.

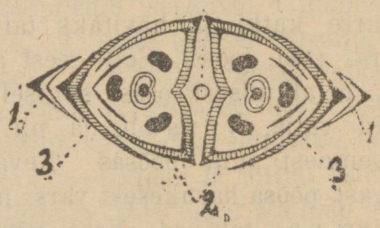
Rukkilehtedel on kaks osa: alumine — tupp, mis vart ümbritseb, ja ülemine — laba, mis pika lipuna lipendab. Lehelaba ja tupe vahekohal vastu kõrt on väike nahkne keeleke, mis takistab vihma- ja kastevett tuppe sattumast. Eraldades kõrrelt lehetuppe, näeme, et tema all kõrs noor ja nõrk on. Siit järel-

dame, et rukkikõrs kasvab kõigis oma sõlmevahedes, kuna kõige nooremad kõrre osad just sõlmede peal asuvad. Seesuguse kasvamise teel sirgubki rukkikõrs kevadel nii kiiresti. Nii siis mässib lehetupp rukkikõrre nooremad, nõrgad osad endasse, kaitseb neid rikete eest ning lisab kogu kõrrele tugevust.



142. joon. Koore lõik sõlmekohalt.

Lehtede sooned on üksteise kõrval lehe keskpaigas rööbiti, kuna nad lehe lõpposa lähedal lookadena asetsevad. Rukist nimetatakse tema seemne ja lehesoonestiku ehituse kui ka muude näh-



143. joon. Rukki õiepaari plaan. 1 — pea sõkal; 2, 3 — õiesõklad.

tuste pärast *üheidulehelisteks* taimeks, vastandiks kaheidulehelistele, milledega varemini tutvusime.

Rukki õied on koondunud õisikusse, mida *peaks* nimetatakse. Pea sees on astmeline telg, millel õied paarikaupa kõrvuti asuvad. Õiepaar on väljastpoolt kahe *peasõklaga* kaetud (143. joon.). Iga õis üksikult on omakorda kahe *õiesõklaga*. Õie välimine sõkal on sisemisest suurem ja katab sisemist. Tema ots on pikaks teravahambuliseks *okkaks* sirgunud. Õiesõkalde taga, nagu tupe sees, peituvad kolm lühikeste niitidega ning pikkade tolmupeadega tolmukat ja üks kerakujuline emakas kaheharulise sulise emakasuudmega. (144. joon.) Tolmumine toimub siin tuule abil. Õiesõklad avanevad tolmumise eel, tolmukate niidid kasvavad kiiresti pikemaks ja riputavad tolmupead sõkalde varjust välja. Ka suline emakasuude sirutub sõkalde tagant välja ja läheb limaseks, niiskeks. Seepeale pakatavad tolmukad ja neist tuleb õige palju peenikest õietolmu, mille tuul enda hõlma haarab ning suurtele sulistele emakasuudmeile kannab. Sinna sattunud tolm tungib seemnepunga. Juhtub tolmutamise ajal paras tuul

olema, siis lendab rukkivälja kohal ja peade vahel suur tolmupilv (rukis tolmab). Pärast tolmumist lähevad õiesõklad koomale ning nende varjus valmib tera.

Rukki tolmutamise vahendina nägime tuule kaasabi. Rukki õites puudub mesi, mis putukaid ligi meelitaks, ja teiseks on nad



144. joon. Rukki tolmukatega ja emakaga õis. p — emakasuude; 3 — sigimik; m — tolmupea.



145. joon. Rukki pea tungalteradega.

ilma värvita ja ei torka neile loomakestele sugugi silma. Selle osa jõudu, mis rukis säästab (kokku hoiab) seega, et putukate ligimeelitamiseks õiemahla ei valmista, kulutab ta suure hulga tolmu valmistamiseks: temal on õietolmu kaugelt enam kui ühelgi varemini tundmaõpitud taimel (miks?).

Rukki tähtsamateks vaenlasteks tuleb pidada umbrohtusid ja tungalteri. Tungalterad on suured mustjassinikad terad (145. joon.), mida sügisel sagedasti rukkipeadest teiste terade seast võib leida. Nende sünnitajaks on väike seeneke, mis rukki emakasõlmedes asub. Tungalterad on väga mürgised ja need peab sügisel teiste terade seast kõrvaldama.



146. joon. Nisu ja odra pea.



147. joon. Kaera õisik (l a k k).

Külviaja järele on rukis suvi- ning talvrukis. Rukis on külmale kaunis vastupanev; seepärast võib teda õige kaugel põhjamaal (kuni 67° põhjalaiuses) ning kõrgeis mägedes kasvatada. Temast saadakse meie maitsev jäme leib ja peenike püül.

Teistest haritavatest kõrsviljadest on tähtsamad meie kodumaal nisu (saia- ja sepikujahu) (146. joon.), oder (tangud, kruubid), kaer (147. joon.); välismaa omadest riis, mida sajad miljonid inimesed enda igapäevaseks toiduks tarvitavad, ja mais.

Ka meie heinamaadel on suurem osa taimi, mida sagedasti orasrohtudeks kutsutakse, oma ehituse ja õite poolest kõrsviljade taolised, näiteks timut, põldluste, kastehein jne.

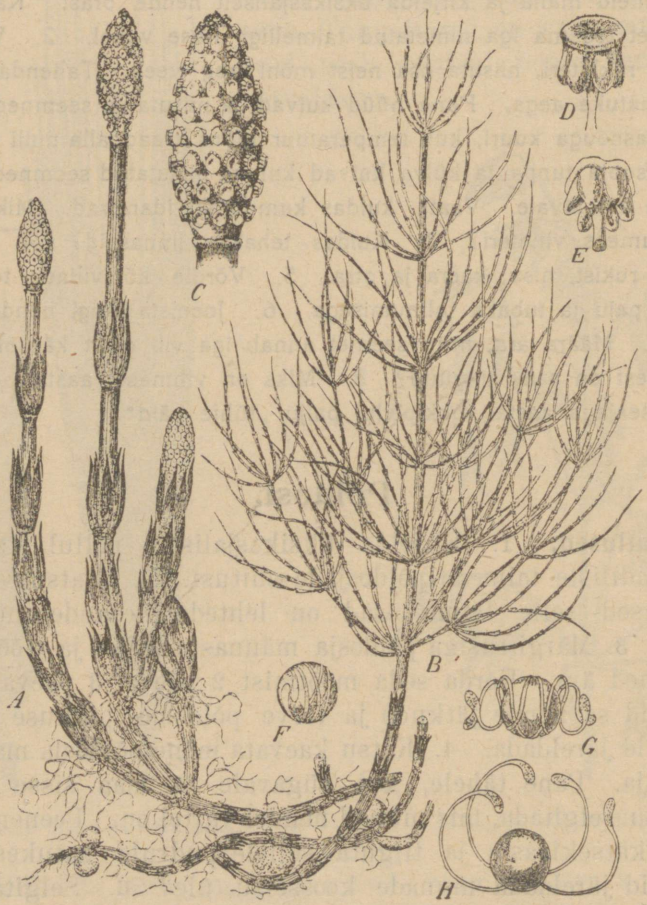
Ülesanded ja küsimused 1. Külva rukki-, nisu-, kaera- ja odraseemneid maha ja kirjelda üksikasjaliselt nende orast. Katsu harjuda vahet tegema iga nimetatud taimeliigi orase vahel. 2. Võta talvel kuivi rukkiteri, niisuta osa neist mõni aeg vees. Tahenda niisutatud teri natuke aega. Pane nüüd kuivad ja niisutatud seemned mõneks ajaks klaasnõuga kuuri, kus temperatuur mõni kraad alla nulli on. Too nad siis sooja tuppa ja külva kuivad kui ka niisutatud seemned niiskele saepurule või liivale. Vaata, kuidas kummadki idanevad. Miks kuivatab põllumees viljateri? 3. Kuidas tehakse linnaseid? 4. Kirjelda võrreldes rukist, nisu, kaera ja otra. 5. Võrdle kõrsviljade tolmumist sarapuu, paju ja tubaka tolmumisega. 6. Joonista kõigi nende viljade pead. 7. Määra ära, mitu seemet annab iga vili neist käesoleval aastal. Millest on saak tingitud? 8. Miks on vihmasel aastal, eriti vihmase õitseajaga aastal rukkipõllul palju „tühje päid"?

Põldosi.

Vaatlused. 1. Kirjelda üksikasjaliselt põllul kasvavate männilaadiliste taimede põldosjade ehitust. 2. Katsu selgitada, missugused selle taime osad on lehtede ülesande enda peale võtnud. 3. Märgi tušiga põldosja männaste vahed ja mõõda märkide vahed ära. Korda seda mõõtmist 2 päeva, 3 päeva pärast. Mida võid sa nende jätkude ja terve põldosja pikkuse juurdekasvu üle järeldada. 4. Katsu kaevata mõne põldosja maa-alune vars välja. Pane tähele, kui sügavale ta maa sisse tungib. 5. Katsu selgitada, mis munad nendel vartel on. Peenenda need munad katseklaasis ja tilguta sellele pudrule natukese joodi. Mida võid järeldada munade koosseisu üle? 6. Selgita, miks kasvavad põldosjad rühmiti? 7. Kuidas paljunevad põldosjad? 8. Milleks tarvitavad tislerid põldosje? 9. Katsu tähele panna, kas söövad loomad kesal põldosje hea meelega? Missugust mõju avaldab põldosjade söömine piima ja või peale?

Savikatel põldudel leiame terve suve jooksul kuni hilissügiseni männitaolist põldosja. (148. joon.) Põldosi on tuntud visa umbrohi. Kevadel kasvatab ta maa peale kahkjaspunased jät-

kulistest torukestest koostuvad võrsed, mida rahvas seatilkadeks kutsub. (V. joon.) Kahe lüli jätkukohal on õhukesed kuivad liistukesed, mis kui tihe pärg liitekohta ehk jama piiravad. Vaatlemisel võime tähele panna, et põldosja tilkade



148. joon. Põldosi. A — tilgad; B — kuuskjalg; C — eose kottidega pea; D ja E — kotid; G, F ja H — eosed.

vars kõigis oma jätkudes pikkust juurde võtab, nagu rukkikõrski. Need kuivad kaledad lehekesed on heaks kaitseks noortele võrsumisaladele — sõlmedele. Lähemad vaatlused on näidanud, et põldosjade varred ja lehed on kaledad sel põhjusel, et neis sisaldub ränimulda, sama ainet, millest liivgi koostub.

Seda omadust silmas pidades kasutavad tislerid põldosje peenel poleerimistööl. Ränimuld on põldosjele heaks kaitseaineks loomade vastu, kellele ta selle tagajärjel mitte-suupäraseks palaks muutub.

Selle punaka võrse latva kasvab peake, mille külgedel tihedalt üksteise lähedal asetsevad kuuekandilised tahvlikesed, nagu kilbid. Noorel peal on need tahvlikesed tihedalt üksteise ligi. Vanematel tahvlikestel võib märgata vart, mille otsas ta istub, ja alumisel pinnal hulka väikesi kotikesi. Kotikesed on täidetud rohekassinise tolmuga, mida e o s t e k s kutsutakse. Eosed valmivad kotikestes, nn. e o s e p e s a d e s, vara kevadel, kui põllud rohust lagedad. Kotikesed avanevad ja tuul kannab eoseid kui tolmu laiali. Eokesed on vedrukestega varustatud, mis mullal asetsevale eosele väheseid liikumisi võimaldab. Eostest kasvavad nõrgad e e l l e h e d, milledest areneb aja jooksul uus põldosi.*)

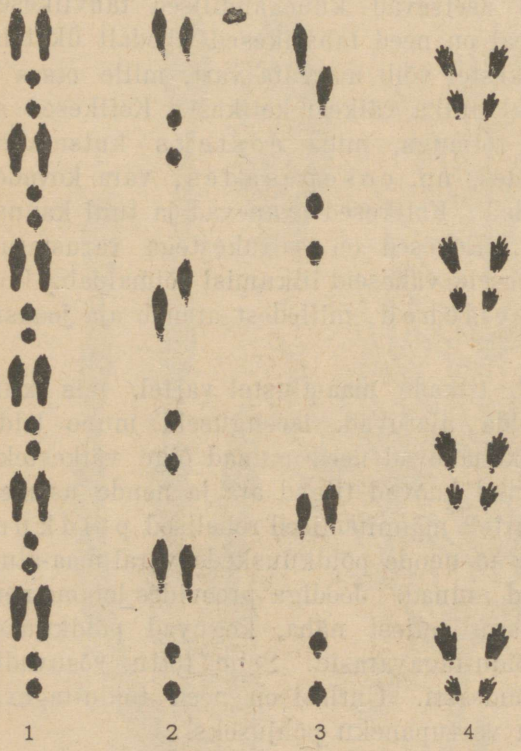
Vara kevadel võib tilkade maa-alustel vartel, mis kuni meetri sügavusele mulda ulatuvad, isesuguseid mune leida. Eoste valmimise ajaks kahanevad need munad õige väikesteks. Peale eoste väljapuistamist kaovad tilgad ära ja nende asemele ilmuvad maa-alustelt vartelt männitaolised rohelised p õ l d k u u s e d. Sügiseks kogunevad nende põldkuuskede varal maa-alustele vartele uued suured munad. Joodiga proovides leiame nendest palju tärklist. Nagu sellest näha, koguvad põldkuused kevadistele tilkadele toidu-tagavarasid. Selle tõttu võsuvadki põldosjad kevadel nii jõudsasti. Ühtlasi on need toidu-tagavarad üheks põldosja visa vastupaneku põhjuseks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Puista valminud tilga peast eoseid lauale valgele paberile ja vaata luubiga tähelepanelikult nende kogu. Mida märkad? 2. Katsu plastiliinist valmistada tilga pea. 3. Nimeta teisi osje, kirjelda nende kasvukohta ja võrdle neid põldosjadega. 4. Miks on põldosi nii vastupanev umbrohi? 5. Mis tulu on osjal varre õhuruumist, mis sügavale maapõues arenevate osadeni ulatub? 6. Joonista tilga pea ja vars, samuti ka põldkuusk. 7. Otsi põldosjalt ühiseid jooni rukkiga. 8. Milles seisab põldkuuse ülesanne põldosja elukäigus?

*) Seemne ja eose vahe selgitamist vaata maarja-sõnajala kirjeldusest.

Jänes.

Vaatlused. 1. Vaatle mahalastud või täistopitud jänese keha ehitust üksikasjaliselt, eriti aga hammastikku. 2. Vaatle jänest jooksul künkale ning künkalt alla ja märgi joonisele jänese jälgede seis lumelt mitmesugustel hüpetel. (149. joon.) 3. Võrdle jänese ja koera jooksu kiirust. 4. Pane tähele jänest, kui ta rahulikult ja kui ta erutatult liigub. 5. Näita, kuidas väsitab jänes koera. 6. Vaatle jänese peljupaiga ümber jälgede liikumise sihti. 7. Millal poegib jänes? 8. Selgita, kes on jänese vaenlased? 9. Milles seisab kahju, mida jänesed sünnitavad?



149. joon. 1. Aeglaselt liikuva jänese jäljed. 2. Hüppava jänese jäljed. 3. Ülikiire hüppe jäljed. 4. Orava jäljed.

Jänes on tavaline nurmede elanik. (150. joon.) Armsamaks asukohaks on temale ristikheina-põldude äärsed puhmastikud. Ka kapsa- ja juurvilja-aiad on tema maius-söömamaaks. Talvel on harilikuks „haavikuemanda“ toiduks haavade ja õunapuude koor, puude ja põõsaste pungad ning rukkioras, mida ta lume alt välja urgitseb. Õunapuude koore hävitamisega teeb ta palju kahju meie viljapuu-aedadele. Jänesel on palju vaenlasi: rebane, kassid, koerad, varesed ja teised kiskjad loomad. Maitsva liha tõttu ei anna ka kütt temale asu. Arvurikaste vaenlaste vastu on jänesele kaitseks tema maapinna-

värvi karvakuub. Selle tõttu võib ta meie ja teiste vaenulisest silmast riivamata seni tähele pandamata oma peidukohas püsida, kuni otse tema peale ei satuta. Sagedasti juhtub, et jänes otse küti nina alt jooksu hüppab. Nagu juba varemini nägime, kutsutakse seesugust looma ümbrusega kokkusulavat kehakattevärvi looma kaitsevärviks.



150. joon. Jänesed.

Jänese meelte seast on nägemine tönts. Sagedasti juhtub, et ta otse küti peale tormab. Samuti on ka haistmine võrdlemisi halb. Sellevastu on kuulmine üliterav. Suured kõrvalestad seatakse erutavate häälte poole. Ühtlasi on need suured lestad oma arvurikaste veresoontega loomale heaks vere jahutusepaigaks kiirel jooksul. Jänese uni on väga erk. Tähtsamaks enesekaitse võimaluseks on jänesele terava kuulmise kõr-

val tema üliväledad jalad. Nagu vaatlusel nägime, on esimesed jalad tagumistest tunduvalt lühemad. Selle tõttu on jänese jooks vastumäge ühtlane, allamäge aga tasakaaluta. Kere on tal samuti ülipainduv nagu kassilgi. Koerte eest põgenedes teeb ta sagedaid kõrvalehüppeid, põikeid jooksmissihist ja väsitab sellega liiga lähedale jõudnud tagaajajat. On jänes teatavale kaugusele jõudnud põgeneda, siis tõuseb ta tagumistele jalgadele püsti ja vaatab kui mees. Päeva veedab ta tuulte eest kaitsvas ja üldiselt liikumisest eemal seisvas võsastikus. Öösi hiilib ta ettevaatlikult siit välja söömale. Toitu mälub ta purihammastega, mis lõugade ette- ja kahele poole liikumisel nagu veskikivid toitu jahvatavad. Kihvad puuduvad tal ja lõikehammastel on peitli kuju. (151. joon.) Viimased kasvavad vahet pidamata pikemaks. Üleliigset juurdekasvu kahandab kõvade asjade närimine, närimisel kulub hamba vanem ots.

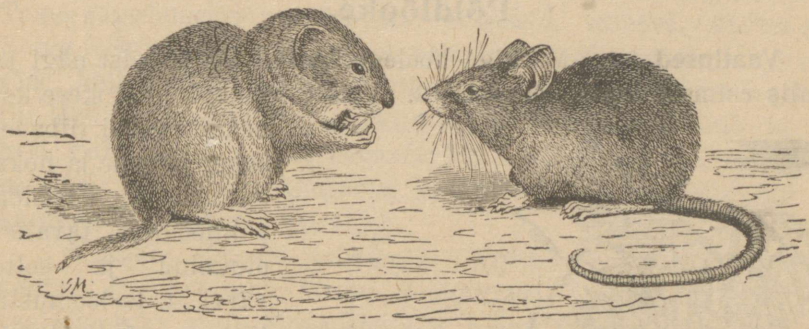


151. joon. Jänese pealuu.

Jänes on närija loom. Närija looma tunnuseks on eriti lõikehammaste alaline juurdekasv, mida närimisel kulutamisega teatavas tasakaalus hoitakse. Vastasel korral kasvaksid need hambad sedavõrt suureks, et takistaksid looma loomulikku toidu ümbertöötamist.

Arvurikkaid vaenlasi ja jäneste armuta hävitamist küttide poolt silmas pidades peaks otsusele tulema, et jänesed meie nurmedelt juba aastate eest sootuks kadunud peaksid olema. Aga selle hävituse vastu on seatud loomuliku juurdekasvu intensiivsus. Emajänes poegib kevade ja suve jooksul 3—4 korda; esimest korda märtsi lõpul või aprilli algul ja viimast korda augustis. Kevadised esimesed pojad toovad juba sügisel omasoodu pojad. Sügiseks võib ühe jänesepaari järeltulijate hulk 16-ni tõusta. Kevadel, kui toiduolud halvad, sünnitab jänes 1—2 poega, suvise hea toidu aegu on tal 3—4 poega korraga. Poegi toidab ema, neid oma piimaga imetades. Paari nädala pärast loobub ta nende toitmisest ja noored algavad iseseisvat elu. Kevadised pojad on nõrgad ja langevad enamatel juhustel arvukate vaenlaste ohvriks.

Halli jänese lähemad sugulased on lumejänes, kes sagedamini metsaelanikuna esineb, ja kodujänes. Austraaliasse sisseveetud kodujänesed muutusid seal metsikuks ja sünnitasid sealsele taimestikule, eriti kultuurtaimestikule suurt kahju oma ülisuure sigivuse tõttu. Põllul kui ka elumajades esinevad närijatest veel hiired (152. joon.) ja rotid.



152. joon. Põld- ja majahiir.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kirjelda jänese käppi. 2. Kirjelda tema talvist ja suvist pesa, „päevast peljupaika". 3. Kas ei ela jänes üle talveund? Miks? 4. Missugune oli jänese mokk? 5. Miks

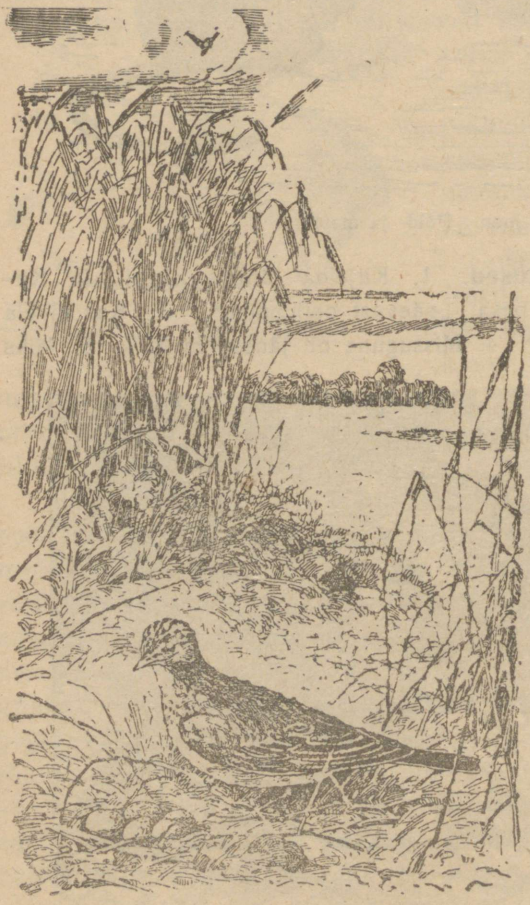


153. joon. Võhn kana jalga närimas.

nimetame jänest närijaks ja imetajaks loomaks? 6. Miks püüab jänes vastu tuult jooksta? 7. Valmista metsa- või kodujänese pea luukere ja võimaluse puhul terve luukere. 8. Missugused ebausulised arvamised on rahval jänesest? 9. Mis kahju oled näinud jänest põldudele ja aedadele tegevat? 10. Kirjelda põld- ja majahiiri ja võrdle neid rotiga. (153. joon.)

Põldlõoke.

Vaatlused. 1. Märkige hoolega, millal keegi teist nägi ja kuulis esimest korda lõokest. 2. Vaatle täistopitud lõokese kehakatte värvi, tiibade, saba, jalgade ja noka ehitust. 3. Kirjelda põldlõokese tavalist elukohta ja selle värvi. 4. Iseloomusta lõokese õhkutõusu, seal tiirlemist ja allalasku. 5. Kui pikk on lõokese „laulupäev"? 6. Kuidas jookseb ta maapinnal? 7. Kui kauaks jäävad lõokesed sügisel põldudele? 8. Missuguseid silmatorkavaid nähtusi oled sügisel lõokeste kadumise eel nende juures tähele pannud?



154. joon. Põldlõoke oma pesa juures.

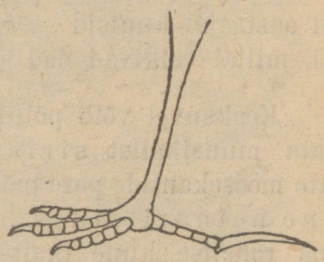
Põldlõoke on koduvarblase suurune linnuke. (154. joon.) Tiivad ja saba on tal aga pikad, nagu igal osaval lendajal. Ta on terved päevad, varasemast hommiku-

tunnist hilja õhtuni üleval õhus. Samuti suurt lennuosavust ja vastupidavust nõuab sellelt väikeselt linnukeselt talvekorterist väljarändamise ja talvitama mineku lennureis.

Vara kevadel, kui lumi vaevalt sulanud, ilmub ta hallile, luitunud põllule. Põllu luitunud värviga sulab ühte ka tema hallikas-kollakas kuub. Peatudes mõne mätta või kivi kõrval on ta inimesele kui ka oma arvurikastele vaenlastele vaevalt märgatav. Tema sagedamaiks vaenlasteks on kassid, varesed, kärbid jmt. Kõige kohutavam vaenlane on temale ja pääsukesele lõopistrik, kellel näib eriline huvi olevat kiirelt lendajaid linde püüda. On lõoke lähenevat lõopistrikku märganud, siis katsub ta kui kivi maha laskuda, kas loomade või inimese jalgu, nagu kaitset paludes. On ta aga kõrgemal kui röövel, siis tormab ta kiiresti kõrgemale ja kõrgemale õhku.

Vaatleja silmale tabamata kõrgusse peitudes katsub ta võimsa lauluga oma hirmu summutada. Vaenlaste hävitusele vastukaaluks sigib lõoke ohtrasti, nagu jäneski.

Pesa ehitavad lõokesed mõnda kivi auku, looma jälge või kraabivad ise oma tugevate jalgadega väikese lohukese mullapinda. (155. joon.) Lihtne pesa vooderdatakse seest luitunud rohulipledega. Emalind muneb suve vältel 2—3 korda, iga kord 4—6 rohekaskollase põhitooniga ning pruunide täppidega muna. Nende haudumiseks kulub emalinnul iga kord kaks nädalat. Haudumise ajal liugleb isalind suurepärastes keerudes pesa läheduses õhus ja laulab oma tuntud viisi. Kunagi ei tõuse ta pesa kohalt, vaid jookseb enne tüki maad pesast eemale, ega lasku pesa kohale maapinnale. Väetitena ilmuvad pojad munadest ja jäävad, nagu kunagi pesahoidjate pojad, pikemaks ajaks vanemate toita. Toiduks on neile, nagu vanematelegi, putukad ja tõugud, kuna vanemad peale selle veel jahurikkaid seemneid ja rohelisi lehti söövad. Lõokest ei peeta siiski kahjulikuks linnuks. Toitu kogub lõoke maapinnalt; selleks on ta ka väle jooksja. Sügisel, kui toidupuudus ähvardab ja viimased pojad täis kasvanud, kogunevad lõokesed parvedesse ja lendavad lõunasse, Põhja-Aafrikasse talvitama. Teel peatuspaikades saab palju lõokesi hukka. Eriti



155 joon. Lõokese jalg.

palju hävitavad kohalikud elanikud väsimusest maandunud linnukesi, neid toiduks pruukides. Kevaditi tuleb neid armsaid laulikuid meile ainult väike osake tagasi sellest hulgast, mis sügisel läinud.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle lõokest pääsukese ja varblasega. 2. Miks kutsume lõokest rändlinnuks? 3. Mis asjaolu võimaldab lõokestel varemalt kui teistel rändlindudel meile tulla? 4 Katsu juhtumisi saadud noort lõokest puurilinnuks kodustada. Kirjelda tema eluavaldusi. 5. Mida kõneleb rahvas lõokesest?

Roheline heinaritsikas.

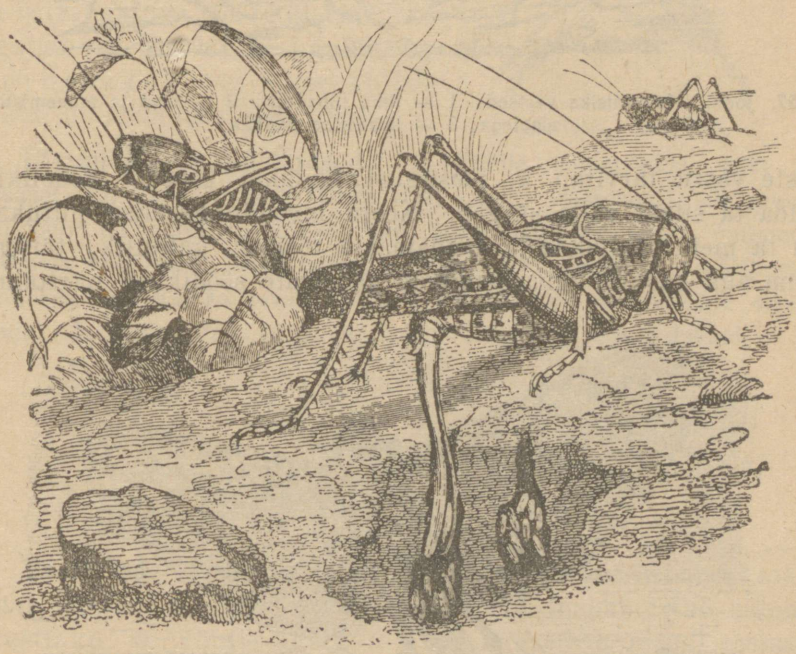
Vaatlused. 1. Vaatle mitmesuguseid ritsikaid heinamaal kui ka põllul ja leia nende seast roheline heinaritsikas. 2. Millega kuulutavad heinaritsikad oma olemasolu? 3. Võrdle nende värvi ja ümbrust; kas on neid kerge heinas märgata? 4. Vaatle nende keha ehitust, eriti suuosasid, tiibu, jalgu ja munemistoru. 5. Võrdle looma keha pikkust hüppe kaugusega. 6. Missugusel aastaajal kuulsid sa esimest korda ritsikate siristamist põllul, millal vaikivad nad sügisel?

Kesksuvel võib põllul ja heinamaadel kuulda pea raugemata muusikalist siristamist. Seda häälitsemist sünnitavate moosekantide pere mõõduandvaks esindajaks on suur roheline heinaritsikas. (156. joon.) Teda on raske näha, sest oma rohelise kuue (kaitsevärv!) tõttu kaob ta ümbruse värvi. Ta roomab aeglaselt lehelt lehele; ainult hirmutatult hüppab ta pika sammu. Tugevad tagumised jalad on suurte lihastega, millede pingutusel hüpe toimub. Tiibade varal lennutab ta end pikematel hüpetel. Ta keha pikkus on 30—40 mm. Keha jaguneb, nagu mesilastelgi, peaks, rinnaks ja tagakehaks. Rinnale kinnituvad kaks paari tiibu. Emaloomadel on tagakehal pikk munemistoru. Isase kui ka emase ritsika peas on üks paar pikki katsumiskarvu.

Heinaritsika toiduks on putukad ja lehed. Kahe esimese paari jalgadega, mis küüntega varustatud, hoiab ritsikas rohuvartest kinni ja pureb oma tugevate suuosadega lehti. Putukatest püüab ritsikas kärbseid ja tõuke. Liikuvat saaki haarab ta hüppelt oma esimese jalgadepaariga ja pureb samuti suuosadega. Toit peenendub lõplikult karedaseinalises lihasmaos.

Siristab ainult isane ritsikas. Siristamine sünnib ühe tiiva serva teise vastu hõõrumisest. Sügisel puurib emaloom oma munemistoru varal pehmesse mulda augu ja paigutab sinna 6—8 muna. Pesi ehitab ta õige mitu, milledesse ta kogusummas ligi 50 muna asetab.

Kevadel poevad munadest vanemate laadi loomakesed — vastsed välja. Vastsed erinevad vanematest ainult tiibade ja munemistoru puudumise läbi. (V. joon.) Mõnekordse kestamise järele lähenevad nad oma välimuses vanematele. Juunikuus,

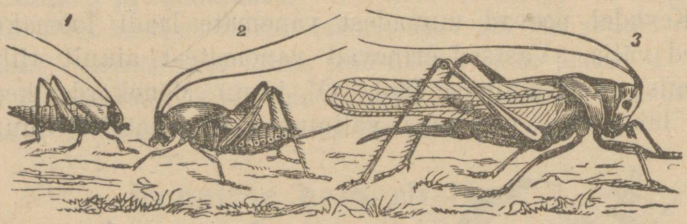


156. joon. Emane heinaritsikas munemas. Tagapool vastsed.

mil nad täisealisteks saavad, alustavad nad oma ühetoonilist muusikat. Noored vastsed on päris taimtoitlased ja muutuvad alles hiljemini segatoitlasteks. Vanemad aga hävivad peagi peale munemist. Rohelise heinaritsika moondumine ei piirdu kolme kindlapiirilise arenemisastmega, nagu mesilastel ja sipelgatel nägime. (157. joon.) Ta areneb pikkamisi, ilma teravate vahedeta järkude kaudu täiskasvanuks. Sipelga ja mesilase kujunemist kutsume täielikuks moondumiseks ja neid täieliku moondumisega putukateks.

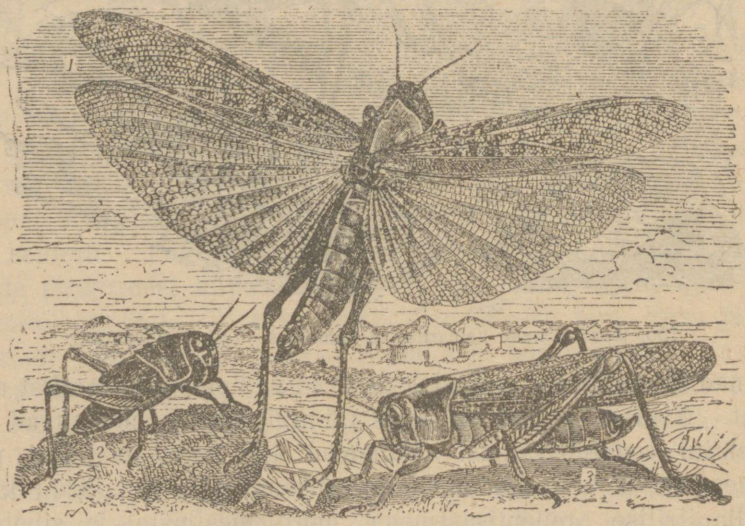
Sellevastu on ritsika kujunemine mittetäielik moondumine ja heinaritsikas mittetäieliku moondumisega putukas.

Heinaritsika tähtsamaiks vaenlasteks on linnud ja sisalikud. Paremaks kaitseks on temale keha värv. Vähemate vaen-



157. joon. Heinaritsika vastsed: 1 — ilma tiibadeta; 2 — tiiva ja munemistoru algetega; 3 — täisealine ritsikas.

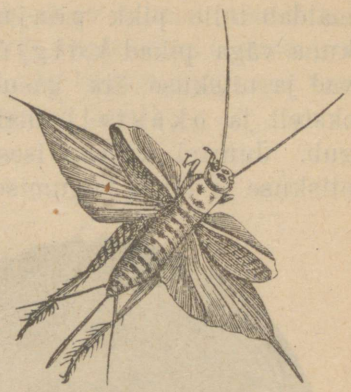
laste vastu tarvitab ta isesugust kollakat kibedat vedelikku, mida ta suust välja sülgab. Noore moondumisealise putukana on ta meie põldudele ja heinamaale tõsiselt kahjulik, täisealisena aga kasulik mitmesuguste vähemate söödikute hävitamise



158. joon. Rändaja ritsikas. 1 — lendav (isane); 2 — vastne; 3 — istekivi (emane).

kaudu. Kaugelt kahjulikum on Lõuna-Venemaal esinev rändaja ritsikas (158. joon.), kes ainult taimedest toitub. Hul-

galisel esinemisel hävitavad rändajad ritsikad terved põllud. Edasirändamistel üle raudteede valgudes on nad oma suure hulgaga isegi rongid kinni pidanud. See ritsikas elutseb tavaliselt parvedes ja on palju suurem kui heinaritsikas (50 mm). Elumajades pesitseb heinaritsika sugulane kilk (159. joon.), kes öösiti oma valju lauluga meie külaelanikke suigutab. Heinaritsika sugulane on ka prussakas, kes mitte-küllalt kasitud eluruumides aset võtab.



159. joon. Maja kilk.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle heinaritsikat, kilki ja prussakat. 2. Pane hoolega tähele viisi, kuidas prussakad lauale unustatud tpitu on purenud, kuidas nad öösiti lapsi on kätelt purenud. 3. Nimeta veel loomi, kellel tagumised jalad eriti pikad on. 4. Nimeta loomi, kes end veel kaitsevad mürgiste või kibedate vedelikkude eritamisega. 5. Nimeta täieliku ja puuduliku moondumisega putukaid.

Metsas.

Mänd.

Vaatlused. 1. Pane tähele, missuguse koosseisuga maa pinnal kasvab männik. 2. Vaata tormist mahamurtud männi juurestikku. 3. Võrdle üksikult lagedal kasvavat mändi metsas kasvavaga. Mille poolest erineb neist mõlemaist metsaveerel kasvav mänd? 4. Kirjelda noort ja vana mändi kõigekülgselt. 5. Vaatle hoolega männi noori ja vanu käbisid. 6. Katsu selgitada, missugusel aastaajal poetavad männid palju okkaid. 7. Arenda seemnetest männitaimi ja kirjelda nende idanemiskäiku. 8. Pane hoolega tähele, missugused taimed ja loomad on männikus ja männiku all mullapinnal.

Mänd kasvab meie kodumaal ja igal pool põhjapoolseil maakera aladel, paiguti põliseid männikuid moodustades. Maapinnale on ta vähenõudlik: kasvab sagedasti seal, kus teised

puud ei või kasvada, näit. liivaluiteil. Liival kasvamist võimaldab talle pikk peajuur, mis sügavale liiva sisse tungib, kuna väga pikad külgjuured tema ümber mullapinnas asuvad ja niiskuse ära kasutavad, mis krooni väljapoole longus okstelt ja okastelt maha just nende peenikestele otstele tilgub. Juurtel kasvab isesugune seen, mis viimastele abiks on niiskuse ja toidu kogumisel.



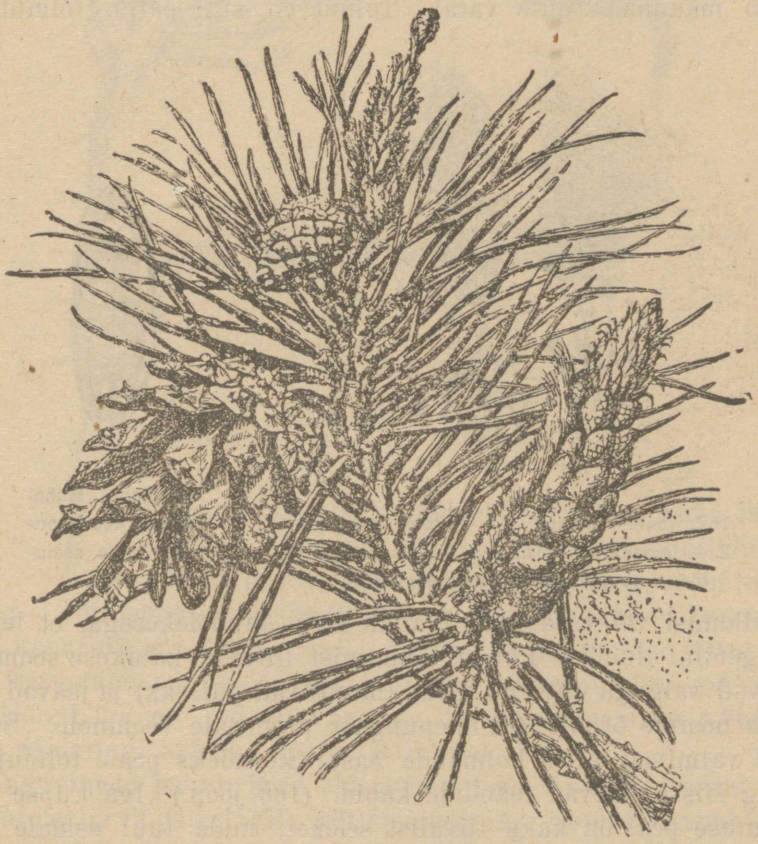
160. joon. 40-aastase tüve rist-läbilõik. Loomulik jämedus. A—B — 33 aasta jämedus; C—D — 8 aasta juurdekasv.

Männi tüve pikkuse ja jämeduse suhe oleneb sellest, kas ta lagedal kasvab või tihedas kogumikus — metsas. Lagedal kasvava männi tüvi on jämedam ning lühem ja oksad algavad maapinna lähedalt; metsas kasvava männi oma aga on pikk ning peenike ja oksad on võrena kõrgele ladvale koondunud. Tema alumised oksad kuivavad varjus ära, kõdunevad ja langevad maha: üleval ladvas tuleb igal kevadel uus pikk kasv (palju pikem kui lagedal kasvaval männil) juurde ja selle alult kasvavad uued oksakasvud kodaratena männaseks välja, milledel kõigil rohkesti päikesevalgust.

Täiskasvanud mändide tüvel on kore ja siin-seal vaiguga kaetud koor. Vaik on kaitseks kahjulikkude putukate ja mädanemise vastu. Tüve rist-läbilõigul võime näha üksteise ümber asetatud heledaid ja tumedamaid ringe. Kaks seesugust ringi moodustavad tüve aastase jämeduse-juurdekasvu. Aasta juurdekasvu-ringide paksuse järele võib otsustada nende elutingimuste üle, missugustes mänd ühel või teisel aastal on olnud. (160. joon.)

Männi lehed, mis paarikaupa oksal asetsevad, on pikad nõelad; neid nimetatakse okasteks, mändi aga okaspuuks. Okkad püsivad okstel elujõulistena 2—3 aastat ja langevad

vanaduse järjekorras maha; sel põhjusel on mänd meie puudest igiroheline. Kui meie laiade lehtedega taimed oma lehed sügisel alale jätaksid, siis murduksid nende oksad lume raskuse all; männi libedailt kitsailt okkailt libiseb lumi aga kergesti maha ja ei tee neile peaaegu kunagi kahju.



161. joon. Männi oks käbide ja õitega.

Männil on kahesugused õied — tolmukatega ja emakatega, ja mõlemad õied asuvad ühel ja samal männil (ühekojaline). (161. joon.) Tolmukatega õied on koondunud väikeste urbadena ja leiduvad noorte kasvude alul.

Urva teljele koondunud väikeste õievarrekeste otsas asuvad kollased tolmukad. Emakatega õied on noorte kasvude lõpul ja moodustavad väikesed punakad käbid. Nende käbikeste keskel

on lühike õietelg, millel punakad soomused asetsevad. (162. joon.) Iga soomuse taga on kaks katmata pungakest, millest kummastki peale tolmumist üks seeme võib kujuneda; siin puudub pungakesi ümbritsev sigimik, mida kõigil varemini tundmaõpitud taimedel seemnealgeid ümbritsemas leidsime. Tolmumine toimub mändidel tuule varal. Tolmu on siin palju, tolmuterad



162. joon. Männi 1 — tolmukatega, 2 — emakatega õisik; 3 — emakatega õisiku soomus; S — seemnepungad.



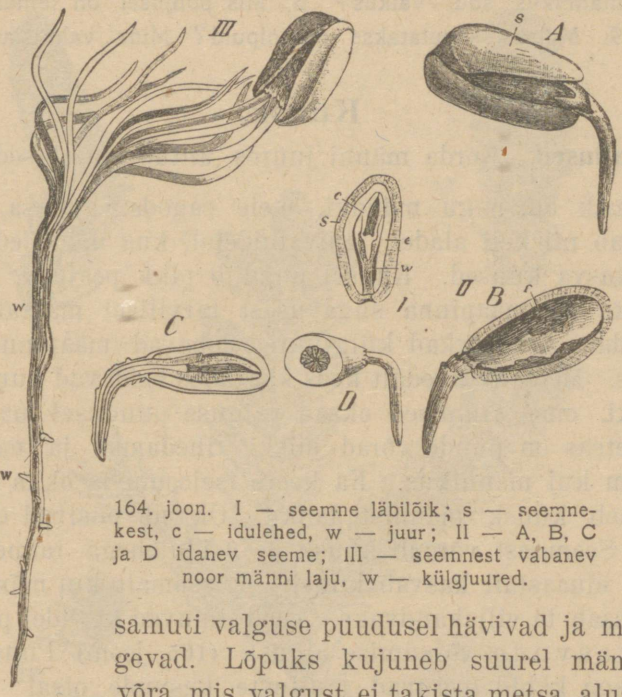
163. joon. Männi küpse käbi soomus kahe seemnega.

võrdlemisi väikesed ning igaüks kahe õhupõiekesega, et lennul kergemini liuelda. Pärast tolmumist liituvad käbikese soomuste servad vaiguga ühte, puituvad (muutuvad puiseks) ja jäävad katteks noorele õrnale seemnepungast arenevale seemnele. Seemned valmivad alles kolmanda aasta kevadeks peale tolmumist, ning siis avanevad mändide käbid. (163. joon.) Iga küpse käbi soomuse peal on kaks tiivalist seemet, mida tuul eemale kannab. Soodsal kasvukohal arenevad nad männitaimedeks. (164. joon.)

Varemini tundmaõpitud taimedel valmis seeme sigimikku peidetud pungast. Männil puudub sigimik, ja pungad, milledest seemned valmivad, on paljalt õisiku soomustel. Seepärast kutsutakse ka kõiki varemini vaadeldud taimi katteseemnelisteks, mändi aga paljasseemneliseks taimeks.

Mänd on valgusearmastaja taim. Noores männi-istanduses kasvavad nad tihedalt lähestikku. Peagi tuleb valgusest nappus kätte ja nõrgemad, teiste, kõrgemate varju jäänud nooru-

kesed lämbuvad. Kõrge männiku all on aga võrdlemisi rohkesti valgust. See tuleb sellest, et madalamad võra (krooni) oksad



164. joon. I — seemne läbilõik; s — seemnekest, c — idulehed, w — juur; II — A, B, C ja D idanev seeme; III — seemnest väbanev noor männi laju, w — külgjuured.

samuti valguse puudusel hävivad ja maha langevad. Lõpuks kujuneb suurel männil hõre võra, mis valgust ei takista metsa aluseni tungimast. Võrdlemisi valguserikast vana männiku alust katavad peagi kanarbik ja teised taimed. Alusmetsa puudumise tõttu on männikus vähe suuremaid loomi — siin tundub alaline vaikus.

Männi iga on 100—120 aastat. Meie kodumaal on männimetsa raideringi aluseks võetud 80 aastat.

Männimets pakub head ehitusmaterjali. Meie kodumaal on ta suurele tarvitajateringile küttematerjaliks, samuti annab ta silmapaistvat tulu väljaveo- ja ümbertöötuse-ainena. Eriti kõrge väärtusega on männist raudtee-rööbaste alused — liiprid. Kuival ajamisel saadakse männi juurtest tõrva ja tärpentiini.*)

Ülesanded ja küsimused. 1. Katsu määrata noore männi vanadust okste männaste hulga järele. 2. Määra mahavõetud männimetsa vanadus kändude pealt. 3. Leia kirsi, päevalille ja mõne teise taime sigimikust pungad, milledest seemned arenevad. 4. Vormi plastiliinist vana

*) Vaata: Puu destileerimine kuivalt, lhk. 65.

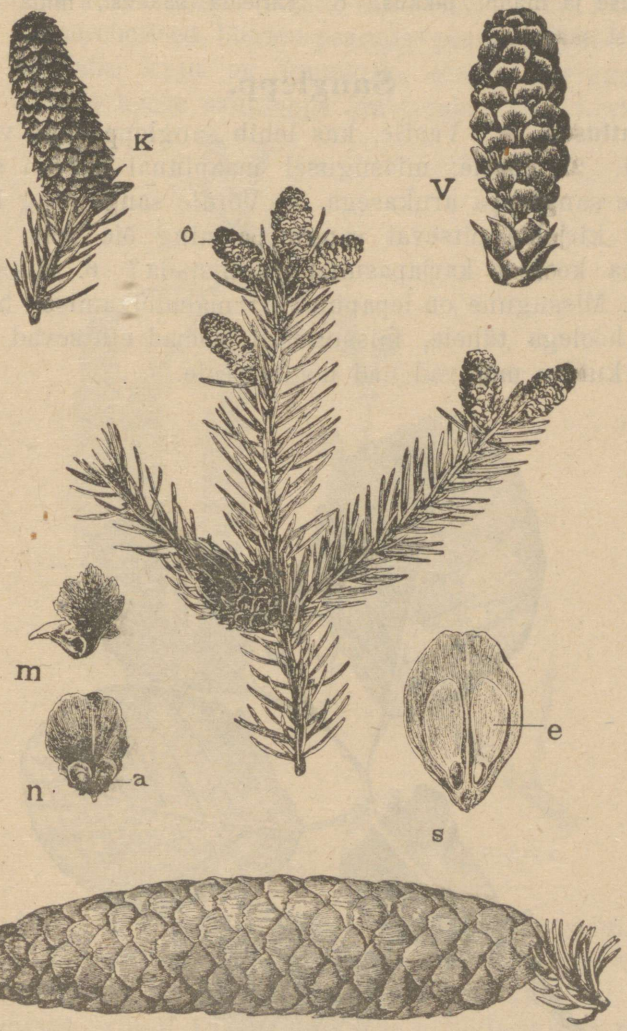
pakatanud käbi. 5. Miks istutatakse noori mände liivaluiteile? 6. Millest on tingitud nähtus, et männiku all vähe teisi taimi kasvab? 7. Miks valitseb männikus suur vaikus? 8. Mis põhjusel on temas vähe lindusid? 9. Milleks kasutatakse männipuid? Mida valmistatakse kändudest?

Kuusk.

Vaatlused. Korda männi juures antud vaatlused.

Kuusk on, nagu mändki, meie sagedam metsa okaspuu. Ta kasvab niiskeil aladel. Liivaluidetel, kus mänd edusalt võsub, ei kasva kuused. Kuusel puudub pikk peajuur, ilma milleta raske on maapinna sügavusest tarvilisel määral niiskust ammutada. Arvurikkad külgjuured lebavad maapinna pealmises kihis. Metsana tihedalt koos kasvades heidavad kuused, nagu männidki, oma alumised oksad valguse puudusel maha. Kuid kuusemetsas on puude võrad siiski tihedamad ja metsa-alune varjukam kui männikus. Ka koore iseloomu ja okka kuju poolest läheb kuusk männist lahku. Okkad püsivad oksal 6—7 aastat. Seemnest võrsub kuusk 6—9 idulehega taimena. Oma esimesil eluaastail kasvab kuusk aeglasemalt kui mänd. Aasta 50-selt saab ta viljakandvaks. Õied ilmuvad kevadel peagi peale noorte kasvude võrsumise algust. (165. joon.) Punased sigimikkudega käbid toetuvad mulluste kasvude otsal. Soomuste varjul on kuusel, nagu männilgi, seemnealgete katmata pungakesed paarikaupa. Tolmukatega õied on ka mulluste kasvude lõpul ja tuletavad tolmukate valmimiseni punaseid suuri maasikaid meelde. Peale tolmukate pakatamist kattuvad nad külluses kollase tolmuga. Tolmunud käbides, millede soomused peale tolmu vastuvõtmist vaiguga tihedalt kokku jootuvad, valmivad sügiseks seemned. Käbid pakatavad alles järgmisel varakevadel. Seemnerikkad aastad korduvad kuuskedel 5—6 aasta takka. Niiskel mullal tuleb seemnest 2—3 nädala pärast noor kuuse laju välja. Harilikult elab kuusk 120—150 aastat. Meie kuusikutes on raidering arvatud 100 aasta peale. Kuuske pruugitakse pea samadeks tarbepuudeks kui mändigi. Eriti nimetada oleks mitmesuguste muusikariistade kõlapõhjaks minevat kuuse lauda (viiul). Nagu männi, nii ka kuuse juuri tarvitatakse mitmesuguste õlide saamiseks (puu destilleerimine, tärpentiin). Koort tarvitatakse nahavabrikutes parkimisel. Kodu-

maa okaspuudest oleksid veel kadakas ja lehtmänd ehk lärjepuu nimetatavad.



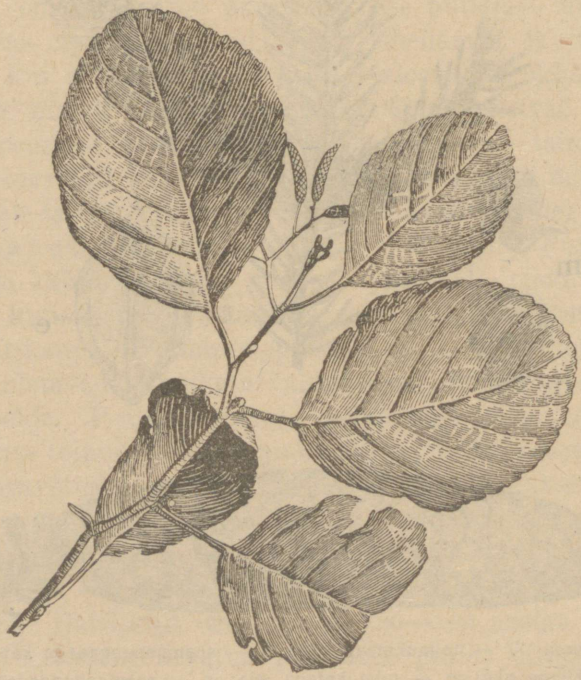
165. joon. V — tolmukatega käbi; K — seemnepungadega käbi; õ — õitega oks; m — tolmukatega õis; n — seemnepungadega õis; a — pung; s — vili; e — seeme; all käbi.

Ülesanded ja küsimused. 1. Korja ja külva kuuse seemneid niiskele saepurule ja vaatle tärkavaid lajusid. 2. Võrdle kuuse ja männi võra, okkaid, õisi ja tüvesid. 3. Võrdle mõlemaid teiste lehtpuudega.

4. Kirjuta üles, kui palju jalalt võetud kuuse- ja männipuid tarvitab teie küla käesoleval aastal ise, kui palju müüb ta välja. 5. Arvuta varju järele kuuse ja männi pikkus. 6. Kirjelda saadusi, mida kuuse- ja männipuust saadakse.

Sanglepp.

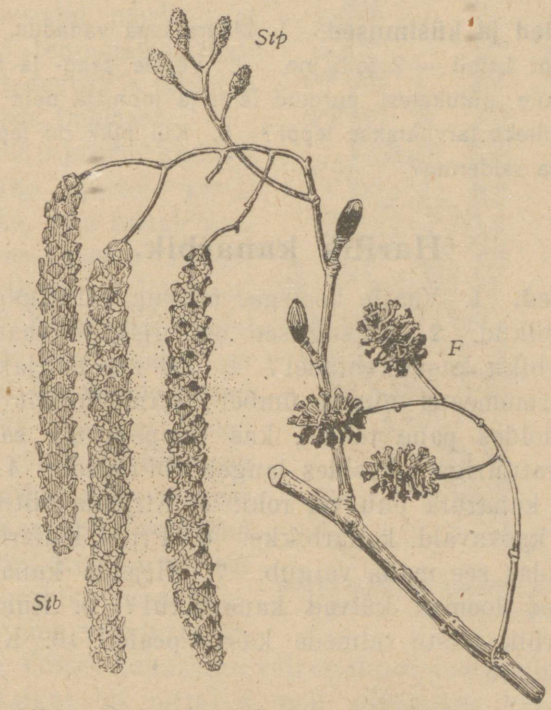
Vaatlused. 1. Vaatle, kas lehib sanglepp enne või pärast õitsemist. 2. Vaatle, missugusel maapinnal kasvab sanglepp. 3. Võrdle sangleppa arukasega. 4. Võrdle sang- ning harilikku leppa ja kirjelda õitsevat sangleppa ning õie urbi. 5. Millal saab lepa koorest karjapasunat valmistada? 6. Miks just sel ajal? 7. Missugune on lepapuu värv mahalõikamisel, hiljemini? 8. Pane hoolega tähele, missugused loomad elutsevad lepa lehtedel ja kuidas mõjuvad nad nende peale.



166. joon. Sanglepa oks järgmise aasta urbadega.

Meil kasvavad sang- ja harilik lepp moodustavad sageli vähemaid metsasalusid. (166. joon.) Enamasti kasvavad sanglepad [kaskedega segamini. Sanglepp kasvab suureks kõrgeks

puuks. Tihedas metsa-alas on ta alt ilma oksteta ja ainult kõrgemal ladval moodustavad oksad võra. Lagedal kasvaval sanglepal püsivad ka alumised oksad vana eani. Lepp kasvab õige kiiresti. Tumerohelised, läikiva pealmise pinnaga lehed on kleepuvad. Lehelaba kuju on ümmarik, saagja servaga. Selle järele on kaunis kerge sangleppa ära tunda. Õite urvad sünni-



167. joon. Sanglepp. Stp — sigimikkudega urb; Stb — tolmukatega urb; F — vili.

vad juba suve lõpul ja talvituvad järgmise kevadeni. Vara kevadel, ammu enne lehepungade pakatumist, õitseb lepp. Õitseajal on tolmukatega urvad iseäranis pikad ja annavad sanglepale omapärase pruuni värvi. (167. joon.) Sigimikkudega urvad on korda 10 esimestest lühemad ja tuletavad männikäbisid meelde. Soomuste varjult ulatuvad punakad sigimiku suudmed välja. Mõlemat liiki urvad on ühel ja samal puul. Nii on siis lepp ühekojaline, kuid kahesuguliste õitega taim.

Seemned valmivad sügiseks, kuid jäävad urbadesse kuni järgmise kevadeni. Kevadel rabab tuul avanevatest urbadest

seemned välja ja kannab laiali. Vanad urvad langevad alles suve algul maha. Sanglepp kasvab õige kiiresti. Värskelt raiutud või kooritud sanglepal on punakas-pruun värv. Teda tarvitatakse veealustele ehitustele vastupidava materjalina.

Harilik lepp ei kasva suureks puuks, ta on alusmetsa puu. Lehed on munajad, alt hallid.

Ülesanded ja küsimused. 1. Määra lepa vanadus, mille juurepealne läbimõõt 1 toll — 2 tolli jne. 2. Võrdle sang- ja hariliku lepa lehti. 3. Vaatle putukatest puretud lehti ja joonista neid oma kaustikusse. 4. Milleks tarvitatakse leppi? 5. Kui pikk on lepametsa, kui pikk kasemetsa raidering?

Harilik kanarbik.

Vaatlused. 1. Vaatle hoolega, missugusel aluspõhjal kasvavad kanarbikud. 2. Missugused on niiskuse saamise tingimused kanarbiku kasvukohtadel? 3. Tee riie märjaks ja mässi õhukeselt termomeetri nupsu ümber; termomeetrit päikese ja tuule käes hoides pane tähele, kas temperatuur sama endise paiga temperatuuriga võrreldes langeb või tõuseb. 4. Tee kindlaks, kas on kanarbik puu või rohi. 5. Kirjelda mitmesugustes tingimustes kasvavaid kanarbikke. 6. Pritsi kanarbikule vett ja vaata, kuidas see maha valgub. 7. Kirjelda kanarbiku õisi. 8. Missugused loomad käivad kanarbikul? 9. Kuidas mõjub lokkav kanarbik teiste taimede kasvu peale. 10. Kuidas elab kanarbik ületalve?

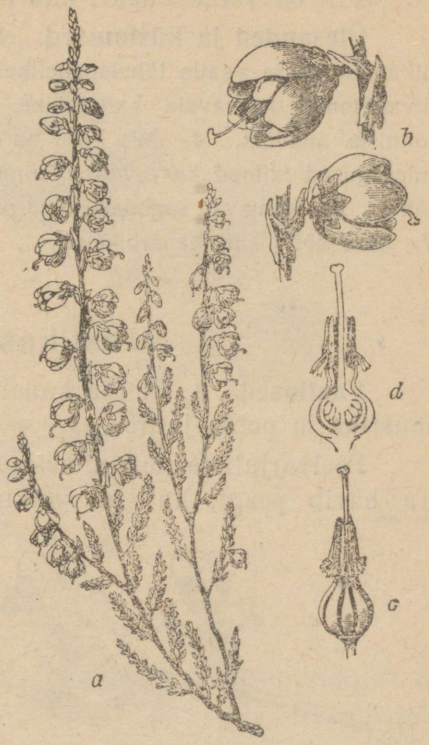
Kanarbik on madal, alati haljas poolpõõsas. Kasvab lokkavalt kõrgeil liivaseil nõmmedel. (168. joon.) Lubjasegase aluspõhjaga kohti põlgab ta. Samuti kui liivasel alal kasvab ta ka märjal rabal. Oma kuiva asukoha kohaselt on kanarbik kuivusearmastaja taim. Tema lehed on kuivad ja puitunud. Nad auravad vett visalt välja. Tihedalt põõsastes koos kasvades ei allu ta tunduvalt kuivatavate tuulte mõjule. Lehed on munajad ja hoiduvad tihedalt varre lähedale, eriti kuival ajal. Okstele langev vesi valgub lehtede vahelt otse varre ümber olevale mullale. Olgugi et rabas näib valitsevat veeküllus, on seal kasvavate taimede veeammutamise-võimalus piiratud. Rabal kasvavad taimed avaldavad vee äraauramise suh-

tes sama nähtust nagu kasina veega ala taimestik.

Selle nähtuse põhjuseks on eeskätt asjaolu, et raba pinna temperatuur alalise auramise tõttu madal on. Juba läinud õppeaastal nägime, et mulla madal temperatuur halvab juurte tegevust ja takistab neid vett sisse imemast.

Kanarbiku juurtel kasvab, nagu männigi juurtel, arvurikas seeneke, mis toetab juurenarmaid vee sisseimemisel.

Kanarbik kasvab jõudsasti ja muutub lubjavaestel aladel peagi ainsaks peremeheks, kui inimene seal kasvavaid taimi vastukaaluks kuidagi oma kaitse alla ei võta. Männikus on kanarbik mõõduandev metsaalune taim. Kanarbiku väikesed õied on rühmitunud varte otsel l a k a n a. Kanarbikupõõsas paistab õitseajal oma värvikate õitega kaugele. Õitsev kanarbiku väli on ilusamaist loodusepiltidest.



168. joon. Harilik kanarbik. a — õitsev oks; b — õis; c — d — tolmukad ja emakas.

Iga üksikut õit piiravad neli pruunikat katelehte, mis kanarbiku harilikest lehist ka suuruse poolest erinevad. Neli suurt roosakat tupplehte katavad pea täielikult vähemaid seespoolseid roosakaid kroonlehti. Õie keskel on sigimik ja neli tolmukat. Igal tolmupeal on kaks lisapeakest. Mee järele pugev mesilane ei pääse neid viimaseid puutumata õie põhjal oleva mee juurde. Selle puutumise tagajärjel hakkavad ka tolmupead õõtsuma ja rabavad mesilasele tolmu. Oma tolmuse kuuega võiab ta teisel kanarbiku õiel urgitsedes sigimiku suudet tolmuga ja toimetab nii tolmu õielt õiele edasi.

Kus palju kanarbikku kasvab, seal edeneb mesilastepidamine jõudsasti, olgugi et kanarbiku mett alamalt hinnatakse kui pärnade ja ristikheina mett.

Vili on väike kugar, mis samal sügisel pakatab.

Ülesanded ja küsimused. 1. Juuri ettevaatlikult mõned kanarbikupuhmad ja vaatle tähelepanelikult nende juuri. 2. Võrdle rabal ja liivanõmmel kasvavaid kanarbikke. 3. Joonista kanarbiku õie plaan; joonista pikilõik. 4. Mis kasu on inimesel kanarbikust? 5. Vaatle, missugused taimed kasvavad nõmmel tiheda kanarbiku all. 6. Pane tähele, kes kuhjavad sagedasti oma pesad kanarbikupõõsastele naaldudes. 7. Kas sööb kari kanarbikku?

Mustikas ja pohl.

Vaatlused. 1. Korda kanarbiku juures juhatatud vaatlused mustika ja pohla juures.

Poolvarjulistes männimetsades kasvab mustikas. (169. joon.) Ta hävib peagi, kui raiesmikul täieliku päikese kätte jääb. Mustikas on madalam poolpõõsas kui kanarbik. Talveks varisevad ta lehed maha, — ta on suvihaljas taim. Lehed on samasugused nahksed kui kanarbikulgi ja seega kaitstud üleliigse auramise eest. Õied on punakad, allarippuvad kellukesed. Vili on sinakas-must mari, mida paskrästad ja teised metslinnud toiduks tarvitavad ja seejuures mustika seemneid laiali kannavad. Kus kanarbik ja mustikas, seal ka pohlamari. Ta harilik hoogsa kasvamise paik on päikeseküllased raiesmiku veerud. Pohlamari on servaliste allapoole pööratud lehtedega madal poolpõõsas. Ta lehed on kõvad, kuivad ning läikiva vahkja korraga kaetud. Sellepärast ei söö talvel teda näljased metsloomad ning ta püsib lume all pea puutumata.



169. joon. Mustika õiega oks.

Pohla lehtede iseärasuseks on, et nad lehe alumise pinna kaudu ka vett võivad sisse imeda. (170. joon.) See omadus on kuival kasvukohal arenevale taimele elulise tähtsusega.

Roosakasvalged õied on kobarasse koondatud ja ripuvad nagu mustikalgi alla. Vili on punane mari, mida linnud laiali kan-

navad. Rabadel kasvavad kanarbikule lähedal seisvatest taimedest sinikad ja jõhvikad.



170. joon. Pohl.

Kõigi nimetatud mariviljaga taimede marjad on kohalikule rahvale heaks tuluallikaks ja laiemale hulgale suupäraseks maitseaineks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle kõiki nimetatud marju isekeskis. 2. Korda kanarbiku juures esitatud ülesanded. 3. Kui palju marju umbkaudu korjasid igast liigist tänavu? 4. Kirjelda lähemalt nimetatud marjade leiukohti.

Seemnete levitamine.

Vaatlused. 1. Tuleta kõigi vaadeldud taimede seemnete loomulikku levitamisviisi meelde. 2. Kirjelda iseärasusi, mille varal lahtipakatavad kuiva viljaga taimed seemneid laiali paiskavad. 3. Nimeta taimi, kelle vilja ja seemneid loomad laiali kannavad. 4. Vaatle, missugust värvi on lihaviljad ja kuivad viljad, keda peaasjalikult loomad levitavad, enne valmimist ja valminult. Kummal puhul paistavad nad enam oma ümbrusest välja.

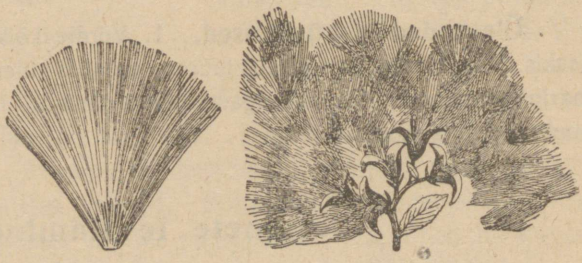
Paljud taimed sünnitavad oma soo alalhoidmiseks väga suurel hulgal seemneid. Kui kõik seemned langeksid otsekohe emataime lähedale maha ja hakkaksid siin ka idanema ning kasvama, siis lämmataksid need noored taimed üksteise peagi ära ja häviksid. Sellepärast katsub iga taim oma seemneid võimalikult suuremale maa-alale laiali saata. Selleks on taimede viljadel ja seemnetel väga mitmesugused vahendid ja võtted. Ühed taimed korraldavad oma mehaanilise jõuga seemnete laialikülvamist, teised kasutavad vahendiks loomi, tuult ning vett.

Taimed, milledel paljuseemnene kuiv vili, nagu kaun, kõder, viskavad lahti pakatades oma seemned laiali, nagu hernes, kapsas, hiirehernes, leppmaltsja teised. (171. joon.) Eriti huvitav on õrna leppmaltsa („ära puutu mind") seemnete laialirabamine. Leppmalts kasvab kraavides ning niiskeis kohtades ja teda tuleb õige sagedasti ette. Oma luulenime on ta pärinud seemnete laialipaiskamis-riistalt. Vaja ainult puudutada valminud vilja otsa, kui see kiiresti prõksatab ning oma pooli ruttu kokku kerides seemned kaugele paiskab.



171. joon. Seemnete külvamine vilja äkilise pakatamise läbi; õrna leppmaltsa vili.

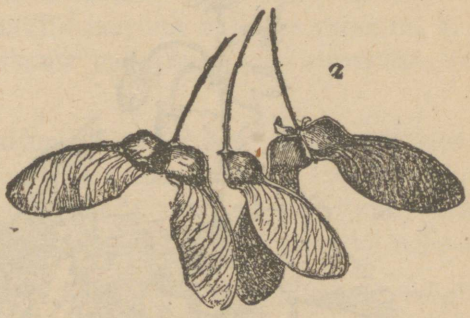
Võilille seemned võetakse väikese tutikese abil tuule hõlma ning viiakse selle kandel uutele, tundmata asukohtadele. Tuule



172. joon. Papli ja — paju seemnete lennuriistad.

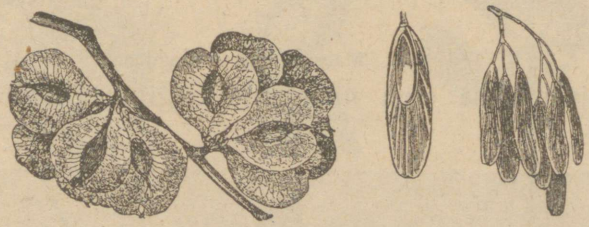
lahket vastutulekut seemnete levitamisel kasutavad paljud taimed. (172. joon.) Vahtra vili on varustatud tiibadega (173. joon.), samuti ka pärna vili, saarepuu ja jalaka (174. joon.) oma. Ka seisva vee pinnale sattunud seemneid ajab tuul nagu laevukesi edasi.

Sagedamini kui tuule abi, tarvitavad taimed oma seemnete laialisaatmisel loomade vahetalitust. Õunapuude ja teiste lihavate aiaviljade seemnete laialikandjateks on inimene, loomad ning linnud. (175. joon.) Lihava viljaga taimede vili on kuni valmimiseni roheline, lehtede vahel silmapaistmatu ning viha-



173. joon. Vahtra vili.

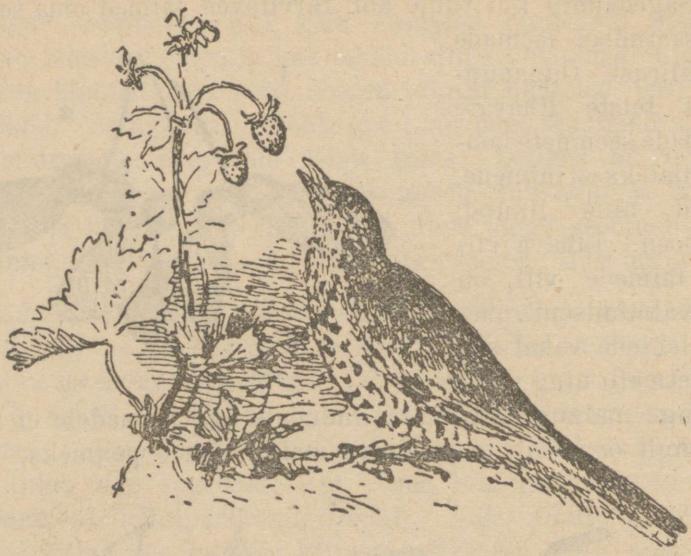
kasvänge maiguga, nii et ta lindudele ega loomadele ei maitse. Valminult omandab ta meeldiva maigu, läheb pehmeks, mahla-



174. joon. Üleval jalaka ja saare vili; all kase ja männi seemned.

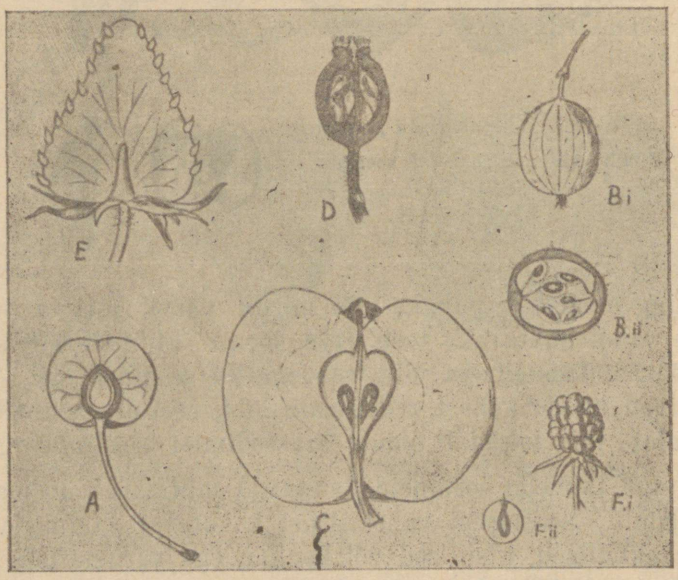
seks ning omandab punaka või musta värvi, mis ta roheliste lehtede vahel nähtavaks teeb. (176. joon.) Linnud ja teised loomad söövad ühes lihava vilja osadega ka seemned ära. Viimased käivad nende kehast rikkumata läbi, sest et seemneid sitke kest katab, mis takistab nende äraseedimist seedimisorganites.

Hulga taimede seemneid kannavad tahtmatult loomad endi seljas laiali. Seesugust vahetalitust kasutavate taimede seemned on okkalised, kisulised või konksudega varustatud. Nende vahendite abil jäävad nad möödamineva elaja külge ning rändavad selle turjal kaugele oma esialgsest sünnikohast. See-



175. joon. Maasika vilja levitamine.

suguse vilja näitena olgu nimetatud kõigile tuntud takjas. (177. joon.)



176. joon. E — Maasikas; D — kibuvits; Bi ja Bii — karusmari; A — kirss; C — õun; Fi ja Fii — vaarmari.

Ka voolava vee pinnal rändavad paljude taimede seemned uutele asupaikadele. Suurte ookeanide vetel liiguvad ühes lainetega kookospalmi pähklid saartele, milledel varemini taimi ei olnud ja panevad siin kasvama hakates alguse saarekese elustamisele.

Olgugi et taimedel mitmel viisil korda läheb oma seemneid võimalikult suurema, avarama maa-ala peale levitada, siiski hävib suurem osa seemneid ja ainult vähesed õnnelikud võivad eluraskustest üle saada ning seemnekandjaks taimeks areneda.

Loodusteadlane Darwin toob võilille sigimisvõime selgitamiseks järgmise näite. Võtame ühe võilille, mis sügisel läbis-



177. joon. Kisudega viljad.

tikku ainult sada seemet annab, ja oletame, et igast seemnest järgmisel kevadel jälle uus seemneline võilill võib areneda ja igal järgmisel kevadel iga uue seemnega seesama nähtus korduda; siis oleks ühe ainsa võilille suguvõsa 15 aasta pärast nii arvurikas, et ka siis, kui üksik võilill ainult ühe ruutverssoki maapinda tarvitab, maakera pind praegusest 15 korda suurem peaks olema, et kõiki selle võilille järeltulijaid ära mahutada.

Ülesanded ja küsimused. 1. Korralda taime viljade ja seemnete kogud nende laialilaotamis-vahendite: tuule, loomade, voolava vee jt. järele. 2. Korja niisuguste taimede viljad kokku, mis omal jõul seemneid laiali külvavad. 3. Katsu üksikud seemnete laialilaotamis-abinõud üles joonistada. 4. Kuidas on taimed sattunud katusele kasvama? 5. Kuidas seletada, et sadamate ja raudteede lähedale uued taimeliigid ilmuvad?

Maarja-sõnajalg.

Vaatlused. 1. Vaatle võimalikult palju mitmesuguseid sõnajalgu ja kirjelda nende välimust. 2. Juuri sõnajalg ja anna sõnades ja joonisel tema üldine pilt. 3. Kuidas tungivad sõnajala noored lehed mullast välja? 4. Pane hoolega tähele vahet varjus ja päikesepaistel kasvavate sõnajala lehtede vahel. Pane tähele, kas sõnajalg oma kasvukohtades varjus või päikese käes kasvab. 5. Vaatle, kuidas rõhub tuul sõnajala lehti. 6. Pane hoolega tähele täiskasvanud lehtede alumisi pindu. 7. Raputa niiskele rabamullale lehtede aluspinna kotikestest tolmu ja pane tähele, mis mõne päeva pärast sellele mullale ilmub.

Maarja-sõnajalg (178. joon.) kasvab meie metsades ja mujal varjatud ja niiskeis kohtades, nagu põõsastega kaetud jõgede



178. joon. Maarja-sõnajalg.

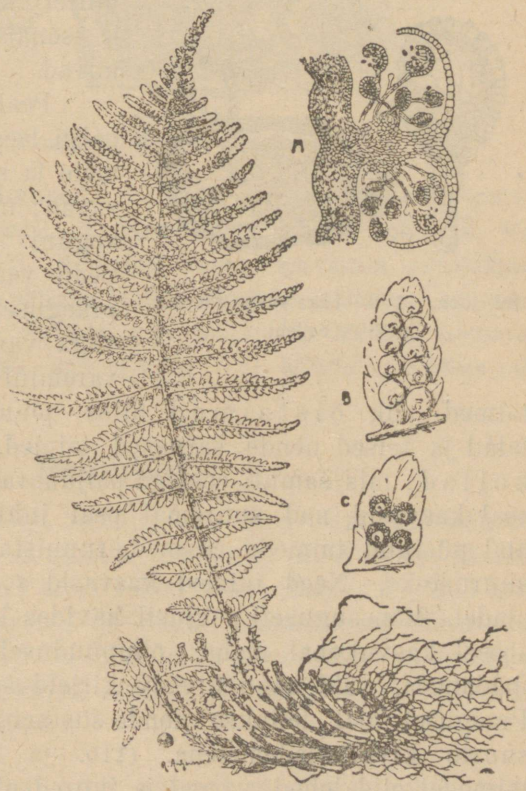
kaldail ja mäenõlvakuil. Maa sees on sõnajalal lühike pruunide soomustega ja peente juurtega kaetud juurikas. Juurikas kas-

vab, nagu kunagi vars, oma ladvaotsaga ning kõduneb alumisel otsal vahet pidamata, ta kasvatab igal kevadel ülemisele otsale suure sulglõheliste lehtede viha. Maa pealne vars puudub täiesti.

Juurikasse kogutud toidu-tagavarade õlul hakkavad sõnajala lehed kevadel juba õige varakult kasvama. Suured avarapinnalised lehed püüavad tiheda metsa varjus vähemagi päikesekiire oma pinnale. Ka tuule tõugete vastu on sõnajala lehed kaitstud (kuidas? Puhu lõhestatud lehele ja pane tähele, kuidas mõjub tuule rõhk). Noored lehed on aga teo viisi kokku keeratud ning sel kombel enneaegselt elutegevuselt hoitud.

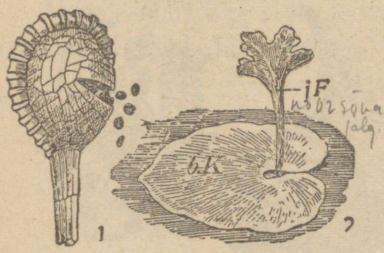
Vaatleme aastast aastasse sõnajalga, aga kunagi ei näe me teda õitsvat, olgu küll et rahvasuu teab kõnelda, et sõnajalg jaaniööl õitsvat ja seda õit vanapaganad valvavat. See ei ole muud kui muinasjutt, mis pärit hallist ebausu-rikkast minevikust.

Suve lõpu poole ilmuvad sõnajala lehtede alumisele poolele kahes reas pruunid täpid. (179. joon.) Lähemal vaatlemisel selgub, et need täpid on kotikeste taolised kogud, mis pealt pruuni nahakesega kaetud. Neid pesakesi on ühise katte all kogus kaunis hulgake. Igast valmivast pesast leiame hulga peenikesi teri, mida eosteks kutsutakse. Need terad ei teki nagu seemned õie si-



179. joon. Pahemal pool sõnajala leht eospesade kogudega; B — leheke, millel eospesad alles nahaga kaetud; C — seesama ilma nahata; A — põikiläbilõik eospesade kogust.

gimikust õie tolmu kaasmõjul. Nad ei ole muud kui erilise ülesande omandanud leheosakesed, mis lehe pinnast rühmadena eralduvad. Eoste kogusid — kotikesi — kutsume *eospesadeks*. Iga üksik eospesa rebeneb vastu sügist lahti ja õige väikesed pruunid kübemekesed — *eosed* — kukuvad seina lõhe kaudu välja ning sügisetuuled kannavad neid laiali. Niiskele mullale sattudes hakkavad eosed edasi kasvama. Alguses kasvab neist välja vestinööbi suurune õhuke roheline leheke — *eelleht*. (180. joon.) Eelleht elab mõned tähtsad muutused üle ja alles siis sirgub temast meile tuntud maarja-sõnajalg. Nii elab siis eostega paljunev sõnajalg kaks isesugust arenemisastet läbi.: eelleht, millel kunagi eoseid ei teki, ja sõnajalg, millel eosed valmivad.



180. joon. 1 — pakatanud eospesa ja 2 — eelleht.

Peale maarja-sõnajala on veel palju isesuguseid sõnajalgu, mis meie ja sooja maa metsades kasvavad; mõned neist sirguvad seal koguni puu suurusteks. Selle peale vaatamata on sõnajala liike praegusel ajal väga vähe. Kuid väga vanal hallil ajal, kui meil varemini tundmaõpitud õitega taimed ehk *õistaimed* alles puudusid, sünnitasid sõnajalad ja teised nende sarnased taimed, nagu osjad ja *karukollad*, mis samuti eostega paljunevad, terved suured metsad; seal kasvasid nad suuremal osal juhustel, nagu maakihtides alal püsinud taimede riismed tunnistavad, praeguse aja puude suurusteks. Need taimed kasvasid soos ja veega kaetud maaaladel. Mõnesuguseil põhjusil hävides langesid nad oma vesisel soosel kasvukohal maha; õhupuudusel ei saanud nad siin ära mädaneda, vaid nagu kivisöe kirjeldusel nägime, *süsinesid*. Praegusel ajal leitakse nende süsinenud riismeid maa põuest suurte kivisöe-lademetena. (115. ja 181. joon.) Kõigil neil taimedel olid lehed, varred ja juured ning nad paljunesid *eostega*. Sõnajalgade laadi taimi nimetame sõnajala-sarnasteks *eostaimedeks* ehk kõrgemateks eostaimedeks, eraldades neid lihtsama ehitusega eostaimedest, milledega allpool tutvume.



181. joon. Sõnajala lehtede jäljendid kivisöel.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missuguse kujuga on sõnajala mullast välja tungivad lehed? 2. Katsu leida niiskeilt kohtadelt, kus palju sõnajalgu, eellehti. 3. Kõrvalda varjus kasvavate sõnajalgade kohalt põõsad ja võimalda päikese kiirtele sõnajala lehtedega suuremal määral kokku puutuda — kirjelda selle mõju. 4. Milleks tarvitavad rahvas ja apteekrid sõnajala lehti ja juuri? 5. Mõõda suuremate lehtede pinna suurus ära.

Samblad.

Vaatlused. 1. Tuleta meelde, kus oled samblaid näinud. Kirjelda neid. Kirjelda sammalde asukohti. 2. Kuivata käolina ja vaata, kuidas asetuvad tema lehed kuivamisel. 3. Pane kuivatatud käolinad niiskusesse ja vaata, missugused muutused toimuvad lehtede seisus. 4. Vaatle, kuidas katab soosammal lauka veerge. 5. Katsu sügisel sambla alt leida loomi, kes sinna talvekorterisse on pugenud.

Meie maakera pinnal võib vaevalt niisugust kohta leida, kus poleks samblaid. Need on vähenõudlikud taimed ja kasvavad sõna tõsises mõttes igal pool metsa all, niidul, kividel, jne. Paiguti katavad nad maapinda tiheda vaibana (tundras). Sammal on

esimene asunik taimede eluks kõlbmata maa-aladel. Oleme teda näinud asuvat suurtel rändrahnudel, küll metsa all, küll põllul. Kividel asudes leotab ta kivi pinna pudedaks ja võtab sealt endasse tarvisminevaid aineid isesuguste juuresarnaste niidikestega (päris juuri tal ei ole).



182. joon. Käolina.



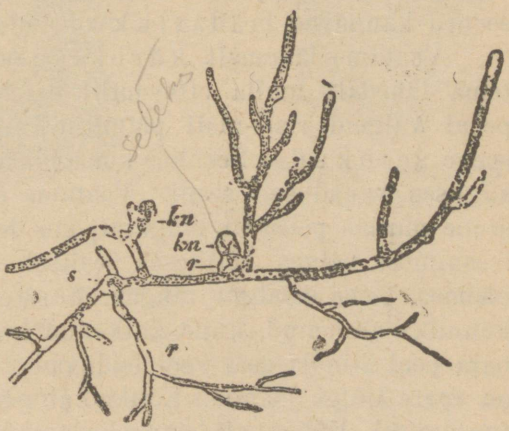
183. joon. Soosammal; ladvas eospesad.

Lehtedel on omadus, mida me varemini tundmaõpitud pohlalehtedel nägime: nad võtavad vett otsekohe oma pinnaga vastu. Selle tõttu hoiab sammal oma lehtedega vee kinni ja see asjaolu teeb samblale võimalikuks kividel asuda. Ta kasvab ülemise osaga, kuna alumine vahet pidamata kõduneb. Kividele ja kaljudele, endistele asumiseks kõlbmata paikadele, kus sammal elutsema hakanud, tekib peagi mullakirme sambla kõdunevatest osadest ja sammalvaibale peatama jäävast tolmust. Peagi toob tuul siia teiste taimede eoseid või

seemneid ja need leiavad eest viljakandja mulla; nii siis on samblad siin esimesed põllumehed, maaparandajad.

Et samblad õhust võivad niiskust vastu võtta ja seda enda tihedas vaibas hoida, on nad loomulikud maapinna niiskuse tasakaalus hoidjad. Metsa alt leiame sagedamini karusammalt ehk käolina (182. joon.), kuna soos nõndanimetatud soosammal kasvab. (183. joon.)

Soosammal etendab soode elus õige tähtsat osa. Nagu sammal kividel esimese asunikuna koduneb, nii tungib ta esimesena ka lahtisele veele ja katab selle nõtkuva vaibaga. Soolaukad on suurte soojärvede jäänused, mille eeskätt sammal oma tiheda vaibaga on lämmatanud. Oma ülemise otsaga, ladvaga vahet pidamata edasi kasvades jääb ta alumise otsaga ikka sügavamale märja õhuvaese vaipkatte alla ja hakkab siin pikkamisi süsinema. Sammalvaiba alla jäävad ka paljude teiste taimede riismeid ja saavad sama saatuse osaliseks kui sambla alumisedki osad. Selle ümberkujunemise saadus on meie suured kuulsad turbarabad, mida eespool kirjeldasime. (114. joon.)



184. joon. Eelniit.

Käolina kui ka soosammal paljunevad eostega. Eosed valmivad isesugustes karbikestes — eospesades — sambla varte otsas. Sambla eostest kasvab alguses eelniit (184. joon.) välja ja sellest sirgub pärast, tarvilisi muutusi üle elades, eoseid kandev sammal. Nagu siit näeme, elab ka sammal kaks isesugust arenemispõlve läbi.

Ülesanded ja küsimused. 1. Külva niiskele mullale käolina karbikeste tolmu ja vaatle mõne aja pärast selle mulla pinda suurekstegeva klaasiga. 2. Mis mõju avaldab sammalvaip metsaaluse mullale? Kirjelda, kuidas arendab sammal kivisel pinnal mulda, nii teistele taimedele eluaset rajades. 3. Võrdle sõnajalgu ja samblaid üksteisega.

Seened.

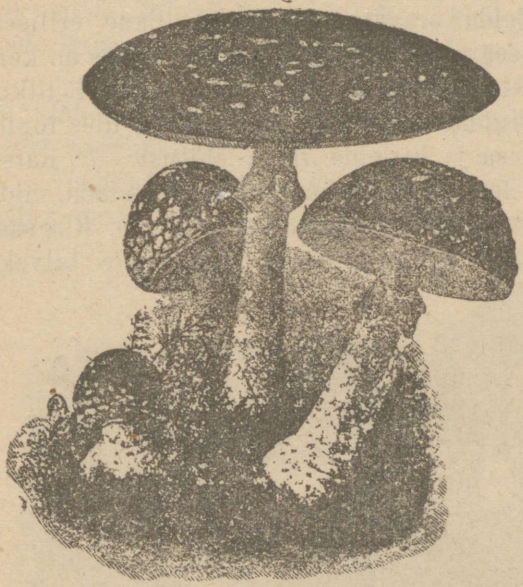
Vaatlused. 1. Nimeta, missuguseid seeni oled sa näinud. Kirjelda neid. 2. Vaatle ja kirjelda mõne seene arenemist mullas peituvast seenkoest kuni valminud seene lagunemiseni. 3. Mis iseärasused on mulla-aladel, kus seened kasvavad? 4. Vaatle mitmesuguste seente kübarate aluse ehitust ja kirjelda, mille poolest nad lahku lähevad. 5. Pane valminud seene kübara alla paber ja vaata, mis pudeneb sealt paberile. 6. Vaatle luubiga leiva hallitust ja karusmarja jahukastet. 7. Katsu selgitada tungalterade tekkimist rukkipeades.

Senini tundmaõpitud taimed olid varustatud leheroheliseg a ja võisid iseseisvalt valmistada orgaanilisi aineid, saada õhust süsinikku ja sünnitada selle ühendusi. Seentes aga puudub leheroheline ja sel põhjusel tarvitavad nad enda toitmiseks teist teed. Suurem osa seeni asub mädanevail taimejäänuseil ja ammutab sealt orgaanilisi aineid juba valmis kujul. Seesugused seened kannavad mädarikkude nime.

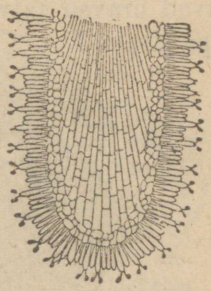
Vaatame lähemalt kärbseseent. (185. joon.) Kraabime tema lähedalt mulla ettevaatlikult ära. Mulla põues on palju peeni valgeid risti-rästi põimitud niidikesi — see on kärbseseene seenkude. Seenkoe kohalt maa pealt leiame väga mitmesuguses vanaduses seeni. Vaatame mõnda õige noort kärbseseene mullas peituvat mügarat, siis leiame, et tema ülemine ots isesuguses valges kotikeses pesitseb. Suuremate seente juures näeme, et see esialgne mügar on seene kübaraks ja seene kännuks arenenud, kuna katkenud kotikese riismed punase kübara peal siin ja seal veel leiduvad; osa rebenenud kotikesest on varre külge jäänud. Kotike kaitseb noori seeni mullast välja tungimisel. Kübara alt leiame kodaratena seatud liistukesi, millede küljes väikesed pulgakesed asetsevad ja millede otsas eosed valmivad. (186. joon.)

Valminud eoseid kannab tuul laiali. Headesse tingimustesse sattudes hakkavad eosed kasvama ja arendavad enestest uue seenkoe, millele jällegi uued kübarad (kübarseen), nn. seenviljad, kasvavad. Seenkude ongi see osa, mis mädanevaist aineist toitu ammutab. Kärbseseened kui ka teised seened kasvavad mulla põue peidetud seenkoel arvurikaste peredena. Kärbseseen on väga mürgine taim.

Paljudel kübarseentel ei ole kübara all liistukesi, vaid torukesed, milledes eosed valmivad, nagu näit. haavaseenel. Haavaseened on söödavad ja sisaldavad endis palju lämmastikurikkaid aineid, nagu üldse kõik kübarseened.



185. joon. Kärbseseen.



186. joon. Eostega pulgake seene kübara-aluse liistult.

Vanal niiskel leival ja mädaneval puuviljal kasvab haruline lihtsa ehitusega hallitusseen.

Rukkipeades leiduvad tungalterad on ühe seene seenvili. Ka karusmarjadel arenev karusmarja jahukaste on seen, mis viimasel ajal meie maal neid marju on rikkunud. Vilja- ja paljudel taimelehtedel leiame roosteplekkisid; need on jälle roosteseente nähtused.

Viimased ülesloetud seened kasvavad ja arenevad elusatel taimedel ja toidavad end nende mahladest. Seesuguseid teiste taimede elumahladest elutsevaid seeni nimetatakse söödikseenteks ehk parasiitseenteks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Vormi savist või plastiliinist mitmesugused kübarseened. 2. Joonista värvides sagedamini metsa all

leiduvaid seeni. 3. Kirjelda, missuguseid seeni tarvitatakse teie pool toiduks; kuidas neid valmistatakse? 4. Vaatle, missugused loomad tarvitavad seeni toiduks ja missuguseid nimelt.

Orav.

Vaatlused. 1. Kirjelda oravat väliselt. 2. Pane eriliselt tähele saba ja jalgade iseärasusi. 3. Missuguses suhtes on kere ja saba pikkus. 4. Vaatle oravat maapinnal ja puudel liikumisel. 5. Pane tähele, kuidas ta puud mööda alla ja üles ronib. 6. Katsu leida orava pesa ja kirjelda tema ehitust. 7. Katsu pesa all maas ja pesast leiduvate riismete järele otsustada, mida orav toiduks pruugib. 8. Millal poegivad oravad? 9. Kus saadavad oravad talve mööda, mida koguvad nad omale talveks tagavaraks?



187. joon. Orav.

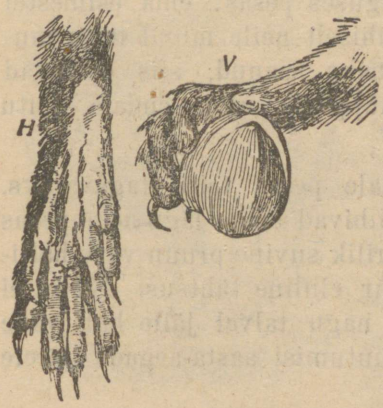
Orav on väike puudel elutsev metsaelanik. (187. joon.) Kogu ta keha on kohanenud puult puule hüppamiseks ning oksal istumiseks. Ilma vaevata võib ta puude tüvesid mööda üles ronida; sama hästi võib ta rippuda oksal, mis vaevalt tema raskust suudab kanda.

Tema tagumised j ä s e m e d on õige tugevad; neil on viis varvast teravate küüntega. Tagumiste jalgade abil võib ta õige

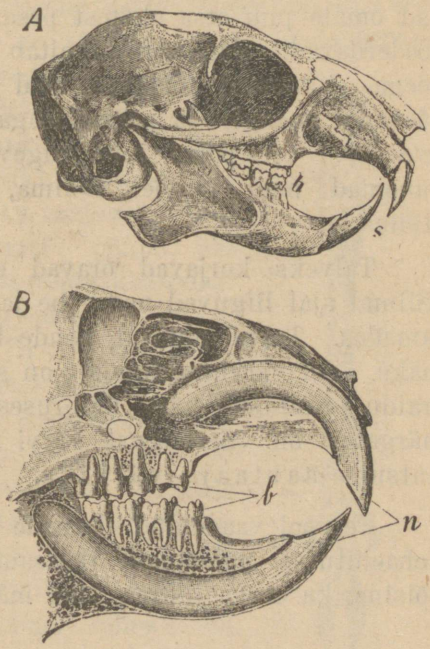
pikki ning hoogsaid hüppeid teha (kuni 5 meetrit). Hüppamisel on talle pikk lai karvarikas saba tüüriks. Esimesed neljavarbalised jalad on nõrgemad ning lühemad. Ka need on teravate küüntega varustatud. Mõlema jäsemetepaari varbad on pikad; nendega hoiab ta okstest kinni. (188. joon.) Peale selle võib orav, tagumistel jalgadel oma lühikese kerega istudes, esimeste käppade vahel toitu hoida ning seda nagu kätega suhu panna.

Orav saab kogu oma toidu metsast. Ta korjab siin seks pähklaid, tammetõrusid, okaspuude seemneid, pungi, puukoort, noori kasvusid jne.

Hambad on kohanenud kõva toidu närimiseks. (189. joon.) Lõikhambaid on tal kummaski lõuas kaks, mis sügavasti lõua-



188. joon. Orava jalad. *V* — esimene jalg pähklaga, millesse loom lõhe on hammustanud; *H* — tagumine jalg altpoolt vaadatuna.



189. joon. Orava pealuu. n — lõikhambad; b — purihambad.

luus asetsevad. Neil on peitli kuju. Närimisel kuluvad lõikhambad vahet pidamata, kuid selle peale vaatamata jääb nende pikkus endiseks. Säherdune nähtus on tingitud sellest, et nad alt kogu elu vältusel järjest juurde võrsuvad. Kui orav mõni aeg nii elab, et tal midagi ei ole närida, siis võrsuvad lõikham-

bad sel määral, et loomal raskeks läheb suud avada. Teravaks jäävad nad närimisel sel põhjusel, et nende välimine külg kõvast hambavaabast, sisemine aga harilikust luukoest on. Luukude, nagu pehmem osa, kulub kiiremini kui välimine vaap. Kihvade kohal on lõualuudes tühi ruum. Purihambad on karedate pindadega. Lõualuud võivad liikuda ette- ja kahele poole. Selle juures jahvatavad purihambad nagu veskikivid toitu peeneks. Orav on närija loom.

Vaenlasi on oraval palju; kuid nende eest on ta oma ergu kuulmise ning terava nägemisega kaitstud. Kõrvalestad lõpevad oraval karvatutiga.

Kevaditi elavad isane ja emaloom paaris. Ühiselt ehitavad nad omale puu otsa okstest pesa, mille seest pehmete ainetega vooderdavad. Emaloom sünnitab suve jooksul paaril korral 4—8 poega. Vanemad toidavad neid alguses pesas: ema esimestel päevadel imetades ja pärast isaga ühiselt neile muud toitu muretsedes. On pojad juba tugevamaks saanud, siis õpetavad vanemad neid puudel ronima, hüppama ning endale toitu otsima.

Talveks korjavad oravad omale pessa toitu tagavaraks. Külmal ajal liiguvad nad vähe ja viibivad enam jagu aega pesas lamades. Talvel muutub nende harilik suvine pruun värv hallimaks. Sel värvimuutumisel on suur eluline tähtsus. Suvel ei eraldu pruunikas värv ümbrusest, nagu talvel jälle hall vähe märgatav on. Seesugust värvi muutumist aasta-aegade järele kutsume aastaaja-värviks.

Eespool vaadeldud loomade juures märkasime, et paljude kehaehituses kajastusid tähtsamad elutingimused. Sedasama võisime ka orava juures täiel määral tähele panna.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kirjelda orava hammaste ehituse iseärasusi. 2. Kuidas muudab orav aasta-aegade järele värvi? 3. Kes on orava vaenlased? 4. Kuidas paljuneb orav? 5. Kas võime oravat toitmise järele taim- või loomtoitlaseks pidada? 6. Katsu jalutuskäigul värskel lumel leida orava jälgi; joonista nad üles. 7. Vaatle, kuidas orav pähklaid avab, kuidas käbidest seemneid välja võtab. Joonista orav käbinärimisel üles. 9. Võrdle oravat ja jänest.

Hirv.

Vaatlused. 1. Tuletage meelde, missugustes metsades olete hirve näinud; pärige ka külast vanematelt inimestelt, kus nad on hirve näinud. 2. Kirjelda hirve suurust, suvist ja talvist keha värvi, jalgade ehitust, võrreldes esimeste ja tagumiste pikkust. 3. Selgita, millega kaitsevad isa- ja emahirv end vaenlaste eest. 4. Vaadelge, mida tarvitavad hirved toiduks, pärige selle üle metsavahtidelt ja vanematelt põllumeestelt järele. 5. Katsuge vanematelt inimestelt teada saada, millal nad esimesi hirvi oma küla paigus on hakanud nägema. 6. Katsu selgitada, kuidas elavad hirved, kas karjas koos või üksikult.

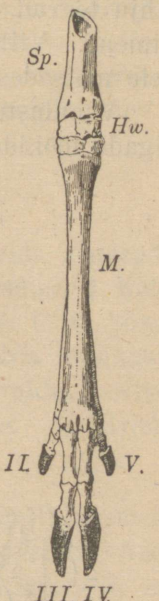
Hirved armastavad elada valgusrikastes metsades, kus esineb tihe alusmets. Alusmets on sünnis varju- ja toidupaik hirvedele.



190. joon. Hirved.

Hirv on üks meie suurematest metsa elanikkudest, kes alles 19. aastasajal levis lõunast põhja üle terve meie kodumaa. (190. joon.)

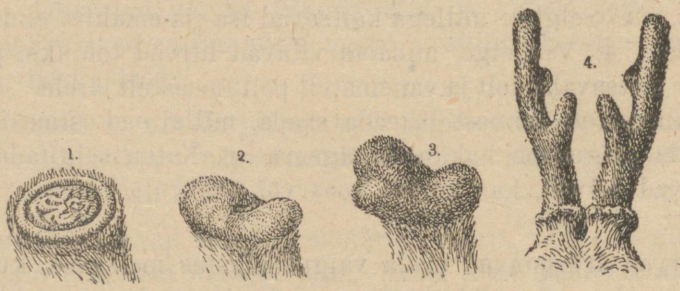
Ta on umbes 1 meetri pikkune, kõrge, peenikeste jalgadega loom. Jalad on varustatud teravate kõvade sõrgadega. (191. joon.) Keha on roostepunase kareda harjaskarvaga kaetud. Talvel aga muutub karvkuub pikemaks, pehmemaks ja omandab roheka või hallikasmusta ilme. Silmad on suured, liikuvad kõrvad pikad ja põgenemisjooksul tahapoole sihitud. Haistmine on terav. Teravate meelte peale vaatamata on keha ehitus kohanenud kiireks liikumiseks.



191. joon. Hirve jalg. II.—V. varbad sõrgadega.

Hirve armsamateks peatusaladeks on, nagu algul nägime, mets, eriti metsa veeru alad, kus läheduses viljapõllud ja lopsakad

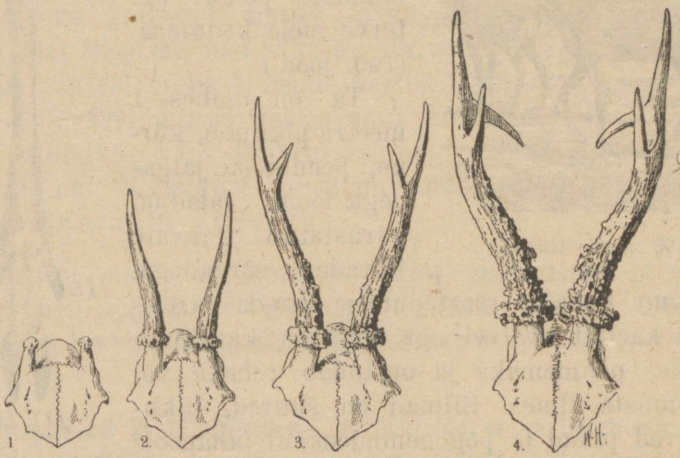
heinamaad. Siin rapsib ta rohtu, lehti, pungi ja puude noori kasvusid. Toidul käib ta õhtuti, öösiti ja vara hommikul. Toidu seedimine toimub samuti kui veistelgi. Ta mäletseb toidu kahel korral läbi. Talvel toituvad hirved pea ainuüksi puude noorte kasvude ja pungadega, mispoolest nad noorele metsale tunduvat



192. joon. Sarvepunga arenemine

kahju teevad. Hirvedel on palju vaenlasi: rebased, hundid ja inimene. Viimasel ajal on hirved metsiku küttimise tagajärjel meie metsadest pea täielikult hävitatud.

Vaenlaste vastu võitleb emahirv oma tugevate teravasõraliste jalgade löökidega. Isaloomadel on selleks veel sarved. Esimesel



193. joon. Mitmesuguse vanadusega hirvede sarved.

eluaastal kasvab isalooma otsale kaks lühikest sarvenutti, nõndanimetatud „sarvepungad“. (192. joon.) Sarved vahelduvad aastast aastasse. Äralangenud sarvede asemele võrsuvad „sarvepungadelt“ uued. Järgneval aastal omandab sarv ühe haru lisaks.

Neljandast aastast peale jääb vahelduvate sarvede harude arv püsivaks. On toit hea, siis uuenevad sarved lühikese ajaga. (193. joon.) Isad peavad isekeskis sagedasti suuri võitlusi, mille tagajärjel mõni surnuna võitluseväljale jääb.

Kõige tähtsamaks vaenlase eest pääsmise vahendiks on hirvele siiski teravad meeled ja väledad jalad.

Maikuus sünnitab emahirv kaks, harvemini kolm vasikat, keda oma piimaga imetab. Hirv elab 12—16 a.

Meie kodumaa metsades elutses hirve lähem sugulane, metsade ilu ja uhkus — põder, kes segaste aegade mõistmata küttimise tõttu siit pea täielikult on kadunud. Hirved ja põdrad tuleks igal pool kaitse alla võtta, et hoida neid täielikult hävimast.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle hirve ja veist. 2. Võrdle eriti nende sarvi. 3. Miks on hirve nina niiske? Võrdle põtra ja hirve. 4. Kuidas mõjub toidu rohkus sarvede vahetamise aja ja kujunemise kiiruse peale? 5. Joonista hirve jäljed lumelt oma kaustikusse. 6. Vormi savist või plastiliinist hirve sarved. 7. Kirjelda hirve hammaste ehitust. 8. Mis kasu, kahju saame hirvedest? 9. Miks on tarvilik hirvi ja põtru kaitse alla võtta?

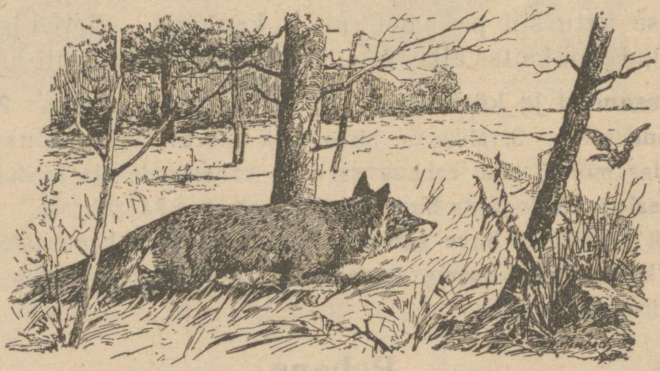
Rebane.

Vaatlused. 1. Kus elutseb rebane? 2. Kirjelda kinnipüütud rebast: tema üldist kuju, värvi, eriti jalgu ja saba. 3. Katsu omale selgitada, mida tarvitab rebane toiduna? 4. Uuri, kas on rebane öise või päevase eluviisiga loom? 5. Kirjelda üksikasjalikult rebase hammastikku ja otsusta, missuguse toidu tarvitaja ta on. 6. Katsu kirjeldada rebase pesa — koobast. 7. Kirjelda rebasejahti. 8. Kuidas paljuneb rebane?

Rebane elutseb kõrgepinnalises metsas, peaasjalikult metsa veertel. (194. joon.) Täiskasvanud rebane on keskmise koera suurune. Koon on tal teravam kui koeral, jalad lühikesed, mis ühtlasi tunnistuseks, et ta halvemini jookseb kui koer ja hunt. Päeval on ta silmatera piklik, öösi muutub see sõõrjaks. Karvakuub muutub aasta-aegade järele, kuid üldiselt on ta kollakaspruun, hallika jumega.

Rebane on väga kaval loom. Kust teda sagedasti peletatakse, sealt hoidub ta eemale. Ainult hädakorral püüab ta oma vaenlastega avalikus jooksus võistelda. Tal on ülierk kuulmine

ja haistmine. Juba kaugelt luurab ta nende varal oma saagi või vaenlase välja. Toiduks püütavaid loomi laseb rebane endale õige lähedale või hiilib ise nende juurde ja rabab siis hüppelt nagu kasski. Ta püüab jäneseid, mets- kui ka kodulindusid, iseäranis rohkesti aga hiiri, kes tema peatoidu moodustavad. Sagedasti võib rebase kõhust leida kümnete kaupa hiiri. Ta ei anna armu ka linnupesadele. Nii on ta Hiiumaa sisejärvedel hävitanud igal kevadel pea kõik partide pesad. Meie teame, et hiired peaasjalikult öösiti oma peidu-urgastest



194. joon. Rebane.

saagil käivad. Seda silmas pidades on ka rebane neid küttimas öösiti; sellekohast eluviisi ilmutas ka silmatera muutumine valguse hulga järele. Selle peale vaatamata, et rebase peatoiduks on suuremad loomad, ei põlga ta toidu puudusel ka putukaid ja limulisi; hea meelega sööb ta ka mitmesugust puuvilja ja marju. Nii on rebane kõiksööja, kuid tähtsam toidu-üksus on siiski lihatoit.

Pelju- ja poegade kasvatuse paigaks kraabib rebane omale kõrgemaisse künkaisse koopad. Sagedamini kasutab ta aga määra koopaid ja suurte puude juurte õõnsaid aluseid, harva ka õõnsaid puid. Koopal on harilikult mitu väljakäigu-suud. Kui tabamishädaoht suureks muutub, edaspidiseks koopasse jäämiseks lootused kahanevad, siis katsub rebane mõnda vaba käiku mööda tähelepanematult eemale lipsata.

Emarebane sünnitab kevadel 5—8 poega, kes alguses, nagu koera ja kassi pojadki, pimedad on. Alguses imetab ta neid oma piimaga. Hiljemini toovad vanemad neile toiduks väikesi

loomi, neid poolelusalt koju taludes. Uimastatud ohvrite kallal harjutavad noored rebased end küttimiskunstis. Muil aastaaegadel elutsevad rebased üksikult.

Rebane on osalt kasulik, osalt kahjulik metsaloom. Tähtsam vaenlane on temale inimene, kes teda naha saamiseks kütib.

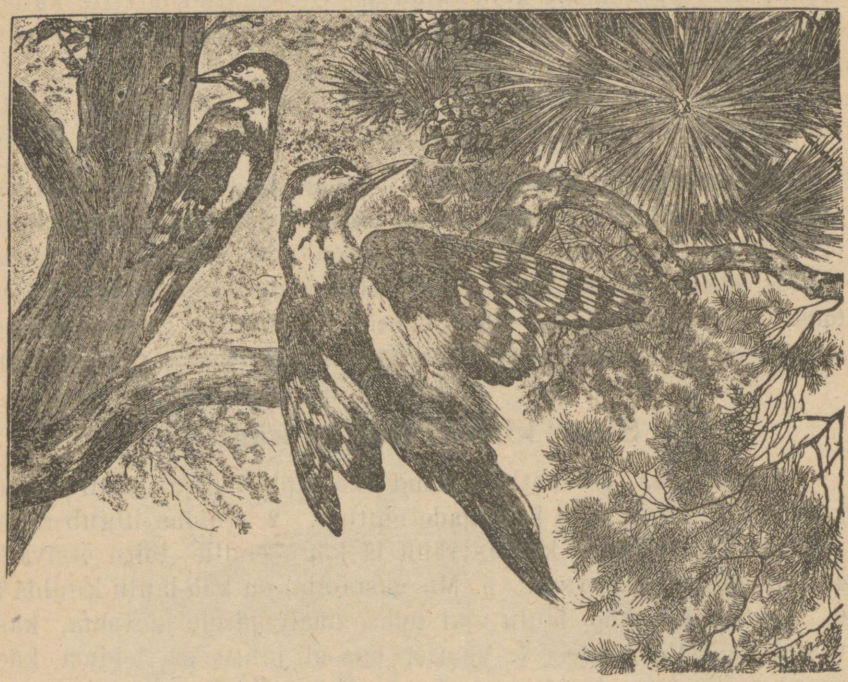
Ülesanded ja küsimused. 1. Missuguste koduloomadega on rebasel sarnasust? 2. Milles seisab kahju, mida rebane põllumehele ja kütile teeb? 3. Mis kasu toob rebane põllumehele? 4. Tuleta meelde, missugused loomad varemini käsiteldud loomist tarvitasid segatoitu. 5. Joonista rebase jäljed lumelt. 6. Kirjelda lähemalt rebase elamiskohti. 7. Tuleta meelde, mida räägib rahvas rebasest (muinaslood).

Suur kirju rähn ja kägu.

Vaatlused. 1. Vaatle topitud eksemplari najal rähni ja käo keha kuju, värvi, noka ja jalgade ehitust. 2. Kuidas liigub rähn puudel? 3. Vaatle, kuidas rähn ja kägu endile toitu otsivad. 4. Kuidas nad lendavad? 5. Mis aasta-ajal on käo laulu kuulda? 6. Tee metsas käo laulu ajal tema häält järele ja vaata, kas vastab ta selle peale. 7. Vaatle, kas ei juhtu sa leidma käo poega mõne teise linnu pesast. 9. Katsu leida rähni pesa ja kirjelda seda lähemalt. 9. Katsu selgusele jõuda, missuguseid tõukusid ja putukaid hävitavad kägu ja rähn.

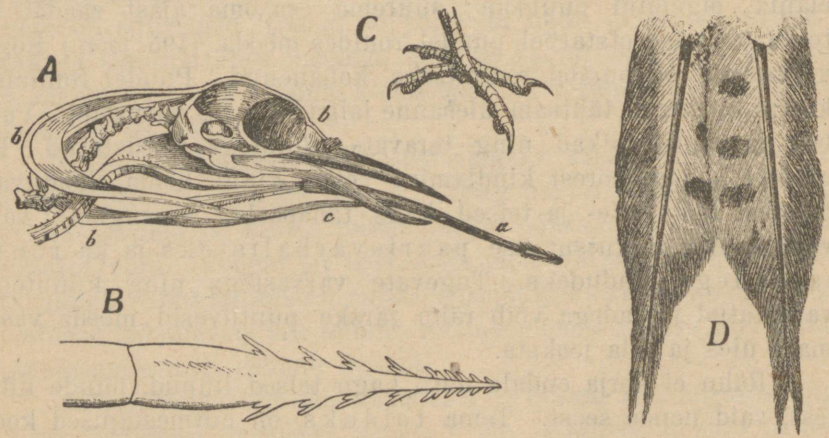
Kirju rähn on, nagu imetajaist loomadest orav, eht metsaelanik, õigemini puuloom; suurema osa oma ajast saadab ta toidu otsimise otstarbel puudel ronides mööda. (195. joon.) Kogu kehaehitus on puudel ronimiseks kohanenud. Puudel ronimise korral on kõige tähtsam ülesanne jalgadel, eriti varvastel. Varbad on rähnil pikad ning teravate küüntega varustatud. Et okstest ja puukoorest kindlamini võiks kinni hoida, hoiduvad nendest kaks ette- ja teised kaks tahapoole. Seesuguste varvastega linde kutsutakse *paarisvarbalisteks* ja ka *ronijalgadega* lindudeks. Tugevate varvastega ning küüntega varustatud jalgadega võib rähn järske puutüvesid mööda väsimata üles ja alla jooksta.

Rähn ei korja endale toitu, nagu teised linnud, puude küljest, vaid nende seest. Tema *toiduks* on mitmesugused koores ja puutüves pesitsevad tõugud. Nende päevavalgele toomi-



195. joon. Kirjud rähnad puutüvel.

seks on rähnil terav peitlitaoline nokk. Tõukude asupaika üles otsides koputab ta nokaga siit ning sealt puutüve. Niipea kui ta selgusele jõuab, et puu koputatavast kohast alt urbne on,



196. joon. A — pea keele aparaadiga; B — keele ots; C — jalg; D — saba suled.

lõhub ta tugevate nokahoopidega sinna prao või augu. Vast uuristatud lõhest toob rähn oma nõelterava vastaskisudega varustatud keelega tõugud välja. Keelt tarvitab ta tõukude õngitsemiseks kahel viisil: suuremad pistab ta läbi, neid keelele nagu orale võttes, vähemad jäävad lihtsalt kleepivale keelele (196. joon.) kinni.

Puu uuristamise juures on õige kõvad sabasuled rähnile tugitooliks. Neile toetudes võib ta puud nokaga õige hoogsasti raiuda.

Maad mööda liigub rähn hoopis kohmakalt, lendab aga kaunikesti.

Lapilisel puukoorel pakub kirju kuub talle head kaitset. Isastel on kiird (lagipea) punane.

Nagu rähn oma toidu puust saab, nõnda saab ta siit ka pesaruumi. Pesa jaoks uuristab rähn kas ise puutüvesse õõned või valib selleks õõnsad tüved. (197. joon.) Kevadel muneb emalind pehmele pesapõhjale 5—6 valge koorega muna, mida nad isalinnuga vaheldamisi hauvad. Rähnid on pesahoidjad linnud.



197. joon. Kirju rähni pesa. Puutüve piki-läbilõik.

Et rähnidel meie metsades läbi aasta tõukusid küllalt leidub, siis ei rända nad talveks lõunasse.

Rähn on metsapidamisele kasulik lind.

Teistest puudel ronijatest lindudest on eriti huvitav kägu. (198. joon.) Tema jalad on samuti, nagu rähnilgi, paarisvarbalised ning ronimiseks kohanenud.

Kuna rähn puudes pesitsevaid kahjulikke tõukusid püüab, hävitab ablas kägu lugemata hulga mitmesuguste liblikate tõuke, mis metsataimi väljastpoolt rikuvad. Eriti palju nopib kägu puudelt karvaseid tõuke, keda teised putukasööjad linnud ei söö. Sellepärast leiame käo lahtilõigatud kõhuseintest alati palju okkaid, ja rahvas arvab, et käol kõhus karvad kasvavad, ehk jälle, et ta odraokkaid kõhtu on ajanud.

Käo huvitavaks iseärasuseks on see, et ta pesa ei punu ning oma munad teiste väikeste putukasööjate metslindude pesa-

desse (igasse pesasse ainult ühe) muneb. Nii siis jätab ta oma munade haudumise kui ka poegade toitmise mure teiste lindude hooleks. Ekslik oleks arvata, et kägu võõrastesse pesadesse munetud munad täiesti silmast laseks — ta peab nende saatust mõni aeg veel peale munemist silmas. Võõrastesse pesadesse munemise põhjuseks on linnuteadlaste arvates kahesugune asja-



198. joon. Kägu.

olu. Kägu muneb ühe kevade jooksul kuni 15—20 muna, umbes iga kolme päeva takka ühe. Esiteks, munemisaja pikkuse pärast läheksid esimesed munad halvaks, ja teiseks, seesuguse suure perekonna väljahaudumine ning toitmine käiks käole vist üle jõu. Selle pärast annabki ta siis oma lapsed üksikult kasulastena kasvatada oma vähemate naabrite pesadesse.

Käopoeg kasvab kiiremini ning tõukab sagedasti mõne kasuvanemate poja pesast välja. Selle peale vaatamata kasvatavad need teda kui oma last.

Kui sügisel tõugud ära kaovad, rändab ka kägu lõuna poole uuele söödamaale.

Ülesanded ja küsimused. 1. Miks võib rähn talveks meie metsadesse jääda, kuna aga kägu peab ära rändama? 2. Miks otsib emakägu putukasööjate lindude pesad oma poja kasvukohaks. 3. Vormi plastiliinist käo ja rähni pea. 4. Mis kasu toovad need kaks lindu meie metsadele? 5. Tuleta meelde, mida teab rahvas käost ja rähnist rääkida.

Müürikull.

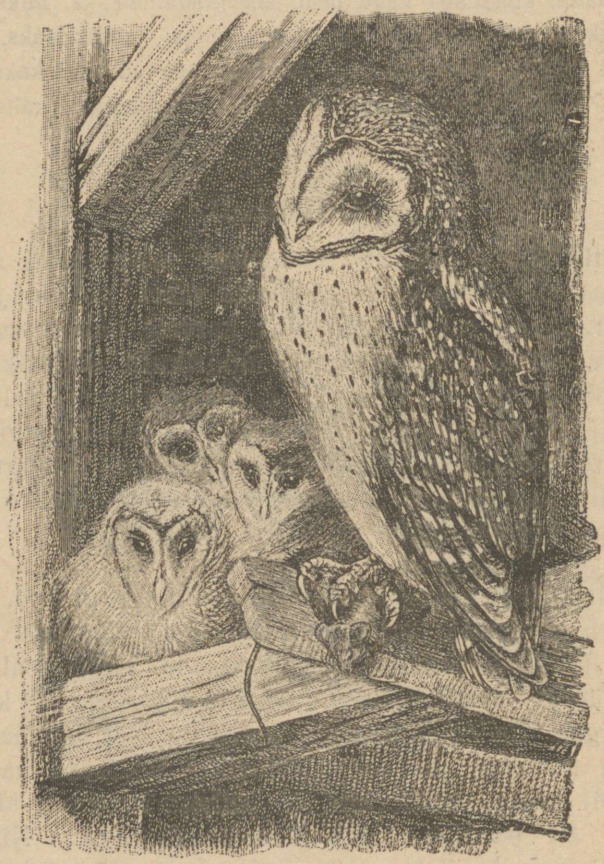
Vaatlused. 1. Vaatle täistopitud müürikullil tema suurust, keha vormi, selle katet, katte värvi, nokka, jalgu ning kõrvu. 2. Katsu vahet teha keha katvate sulerühmade vahel. 3. Selgita, mille poolest erineb müürikulli sulestik varemini tundmaõpitud lindude omast? 4. Pane tähele, millal lendab müürikull. Missugune on tema lend? 5. Katsu selgitada, mida tarvitab ta toiduks. 6. Vaatle tähelepanelikult isesuguseid rulle müürikulli peatusekoha lähedal. 7. Vaatle müürikulli pesa ja mune ning kirjelda neid.

Müürikull on pehme koheva sulestikuga suur lind. (199. joon.) Ta elutseb metsades; eriti armsaks peatusepaigaks on temale varemed ja üksildased metsa heinamaade küünid ning õõnsad puud. Päeval suiguvad need linnud siin kergel unel kuskil varjatud nurgas. Raske on neid siin märgata, sest tumehall sulestik ei eraldu ümbruse pinnast. Videvikul lendavad nad saagile. Valgeil öil kestab püük läbi öö päikese tõusuni; ainult väga pimedail öil peatuvad nad kottpimedal ajal. Nii on siis müürikull öise eluviisiga lind, mille kohaselt tal paljud kehalised omadused on kujunenud.

Kere koguga võrreldes on neil väga suur pea. Pea lamedal esipoolel on silmad, mis otse ette vaatavad, kuna suuremal osal lindudel silmad kahel pool pead asetuvad. Silmad on pimedas nägemise kohastumisvõimega nagu kassilgi. Päevane valgus on müürikulli silmadele liiga ere. Tema silmi piirab kohev kiirtena seatud sulevõre.

Müürikulli lend on siidpehme koheva sulestiku tõttu täitsa hääletu. Kohevat sulestikku võib ta, nagu teisedki varemini

vaadeldud linnud, sabanukil asuvas näärmes valmiva võidega. Selle peale vaatamata on tema sulestik väga niiskusetundlik. Müürikulli toiduks on peaasjalikult hiired ja väikesed linnud



199. joon. Müürikull oma pesa juures.

ning putukad. Sellele röövelu-viisile vastavalt on ka tema nokk ja jalad ehitatud.

Pealisnoka algul on vahenahk ja ninasõõrmed; viimased on sulestiku katte all. Pealisnokk on tugevasti kõverasse koolutatud ja ulatub sirpjalt üle alusnoka. Kummagi nokapoole servad on nugavahedad.

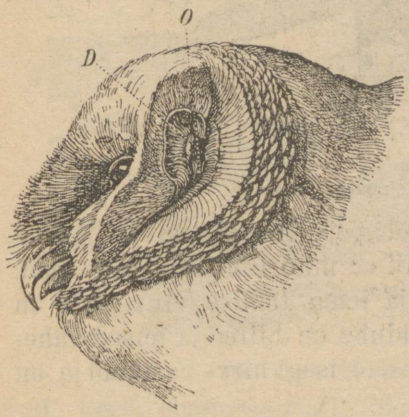
Lühikesed jalad lõpevad tugevate küüntega. (200. joon.) Jalad liigestuvad kere tagumise osaga ja selle tõttu näib, nagu seisaks müürikulli kere püsti. Neljast varbast võib tagumine veidi ette- ja tahapoole pöörduda. Seesuguste küünte ja nokaga haarab ta oma saaki. Videvikus kuulmatult heinamaa või põllu kohal liueldes vajub ta kui kuul alla, kui märkab rohus mõnda hiirekest või muud suupärast pala.



200. joon Müürikulli jalg.

Terava nägemise kõrval mängib püügil väga tähtsat osa ka erk kuulmine. Näo sulevõrude taga on kummalgi pool pead suur väline kõrva-auk, mida piirab kõrge lest. (201. joon.)

Enne toidu neelamist lööb müürikull selle oma nokaga surnuks ja kugistab siis tervelt alla. Ta on söölas lind. Harilikult kugistab ta oma saaki nii, et selle pea ees läheb. Seedimine on kiire. Kõik seedimata palad, nagu karvad, suled, kondid, pöörduvad rullidena kokku ja rändavad tuldud teed mööda nokast suurte sitkete klimpidena välja. (202. joon.) Müürikull hävitab suure hulga mitut liiki kahjulikke hiiri ja toob sellega põllupidajale tõsist kasu. Kahju, mida ta vähemate lindude murdmisega sünnitab, on kaugelt vähem eelnimetatud tulust.



201. joon. Müürikulli kõrv. D — kõrva lest; O — kõrva auk.



202. joon. Müürikulli klimp.

Müürikull ehitab oma pesa kas õõnsasse puusse, varemesse või küünide katuste alla. Muneb kaks korda aastas harilikult



203. joon. Kassikull kinnipüütud jänesega.

6—9 muna. Munadest väljatulevad pojad on abitud ja jäävad kauaks vanemate hoolele pessa. Nii on müürikullid pesahoidjad.

Müürikulli lähem sugulane ja tema taolise eluviisiga on kassikull. (203. joon.) Tema toiduks on hiired ja teised vähemad loomad. Ta hävitab palju jäneseid, isegi hirve vasikaid ja on selle tõttu kahjulik.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugused ühised jooned on müüri- ja kassikulli eluavaldustes? 2. Seleta, mille tõttu on müürikulli lend hääletu. 3. Kas võivad õige noored müürikullid lennata? 4. Mida teevad väikesed linnud, kui nad juhtuvad päeval nägema kohmakat müürikulli? 5. Missuguseid öökullisid võid veel kirjeldada? 6. Joonista nende noka ja varvaste pilt.

Rästik ja nastik.

Vaatlused. 1. Katsu üldjoontes kindlaks teha, kus elutsevad rästikud ja nastikud. 2. Kirjelda kummagi pikkust, keha vormi, katet, värvi ja liikumisviisi. 3. Kirjelda nende suu ja silmade ehitust. 4. Vaatle, kuidas nad toitu võtavad; milles lähevad nad üksteisest lahku toiduvõtmise viisis? 5. Kui juhtumisi leiad nende mune, siis too nad koju ja vaata, mis neist välja areneb. 6. Mis täidab neil kummalgi katsumisorgani ülesandeid? 7. Vaata, ehk leiad kuskilt „ussi" kesta; kuidas ajavad nad kesta?

Rästik elab meie kodumaal igal pool ja teda võib kergesti ära tunda sakilisest tumedamast vöödist, mis piki selga käib (204. joon.). Muude kehaosade värv on heledam: kord tume-



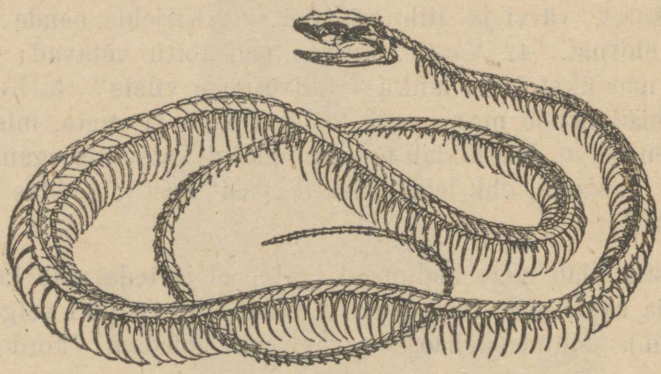
204. joon. Rästik (all) ja nastik (üleval).

hall, kord pruunikashall, olenedes ümbruse värvist, kus rästik elab.

Rästikul jalgu ei ole. Ka õla- ning niudevöö luud puuduvad. Oma keha lohistab ta loogeldes edasi, nagu sisalikki — ta roomab. Sellepärast nimetatakse teda r o o m a j a k s.

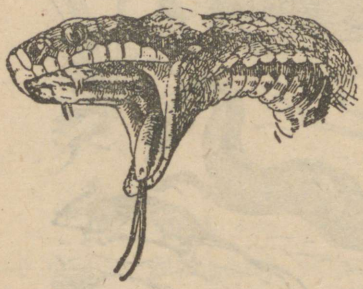
Selgroos on kuni 300 üksikut lüli (205. joon.), mis kindlasti, kuid painduvalt üksteise külge on kinnitatud. Sellepärast võib rästik mitmekujulisse kerasse tõmbuda.

Saaki käib ta öösi varitsemas; seda tunnistab tema silmatera korraldus (nagu kassil). Tema toit on hiired, konnad ja sisalikud. Oma kaheharulise keelega, mis alumise moka lohust



205. joon. Nastiku luukere.

välja käib, katsub ta kui väljasirutatud käega ja tunneb temaga asju juba teatava maa takka.

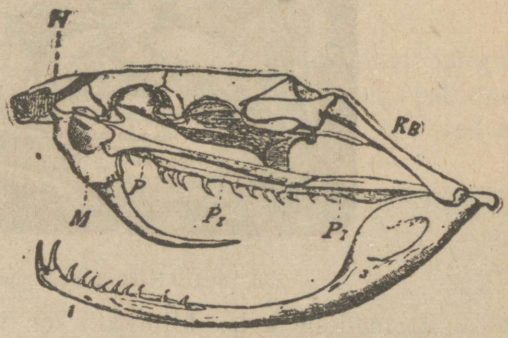


206. joon. Rästiku pea; näha mürgihambad.

Saagi surmab ta oma mürgihammastega. (206. joon.) Hammustatud loom sureb peaaegu silmapilkselt. Mürgihambad asetsevad ülemisel lõual ja on siis, kui suu kinni, konksutatud, vastu suulage. Kummalgi pool on üks paar hambaid, milledest üks tegev ja teine tagavaraks — ta vahetab mürgihambaid suve jooksul mitu korda. Peenikeste ning teravate mürgihammaste sees on toruke, mida mööda isesugusest mürgikotikesest mürki haava tungib, kui selle kotikese peale rõhutakse. Mürki valmistab eriline mürginääre. Rästiku mürk on väga kange ja mõjub ka inimese peale sagedasti surmavalt. Kõige parem on hammustatud koht ruttu välja lõigata, et mürk üle keha laiali ei saaks laguneda. Rästikust nõelatule peab andma võimalikult rohkesti viina — sellel puhul ei pane viin inimest purju. Rästiku nõelamise järele peab tingimata arsti poole pöörama.

Rästiku pea ehitus on veel selle poolest iseäralik, et ta oma suud võib väga laiali ajada. Alumine lõualuu on venivate köitmete abil teiste näoluudega seotud. Peale selle on veel alumise lõualuu parem ja pahem pool oma esiosas venitatava kõõlusega isekeskis ühendatud. Sellepärast võib rästik jämedamaid loomi ära neelata, kui ta ise on. Neelamise puhul venivad ta lõuad väga laiali. (207. joon.)

Päeval hoiab ta ennast kõrvalises kohas peidus. Ainult ilusal päikesepaistesel keskpäeval tuleb ta, iseäranis pärast õnnestanud öist küttimist, päikesepaistele soendama. Siin toimub seedimine ja kiiremini, sest rästikul on hingamise ja vere-ringvoolu korraldused samasugused kui sisalikul, — ta on vahelduva temperatuuriga loom.



207. joon. Mürgilise mao pealuu. M — ülemise lõua luud mürgihammastega; P_1P_1 — hammastega kaetud suulae-luud; H — ninaluud; 1—3 — alumine lõug.

Rästiku meeltest on nägemine ja kuulmine hästi arenenud, ja nahatunne iseäranis terav kaheharulisel keelel, mida eksikombel sagedasti tema nõelaks peetakse.

Iga suve alguses ajab rästik oma vana soomuskesta, mis kitsaks jäänud ja kasvamist takistab, maha. Selleks ajaks on vana kesta all juba uus kujunenud.

Talve saadab ta sügavas puujuurte all suikuvas olekus, talveunes mööda. Talveune põhjuseks on ka siin, nagu sisalikulgi, see asjaolu, et välise temperatuuri langemisega keha soojus nii madalale langeb, et eluks tarvilised toimetused ei toimu enam soovitava kiirusega.

Kevadel muneb emaloom nahkkestaga mune, milledest kohe noored rästikud välja tulevad. Sagedasti langeb munemise ja poegade munast välja tuleku moment ühte ja näib, nagu sünnitaks rästik elavaid poegi. Rästik on nii siis *munejapoegija*.

Rästikut nimetame maoks. Meil on veel teine madu, nastik, kes ilma mürgihammasteta. Nastiku 15—20 muna, mida ta sõnnikusse armastab muneda, haudub päike välja. (208. joon.) Nastiku toiduks on konnad, putukad ja kalad.



208. joon. Nastiku poja munast väljatulek.

Et madude keha ülipikaks on veninud, siis on sellekohaselt ka nende sisemised elundid moondunud. Nii näiteks on pikaksveninud kopsudest ainult parem pool õige pika kotina arenenud, neerudest jälle pahem.

Ülesanded ja küsimused. 1. Katsu selgusele jõuda, kuidas liigub nastik libedal klaaspinnal? 2. Miks nimetame nastikut ja rästikut külmaverelisteks loomadeks? 3. Miks ei hau nastik ise oma mune nagu linnud? 4. Katsu mõnda juhust kasutada nähtuse selgitamiseks, kui kiiresti surmab rästiku mürk hiire. 5. Kuidas surmab siil rästikut või nastikut? 6. Nimeta veel mõnda madude vaenlast. 7. Mis põhjusel suiguvad maod talveunele ja kus saadavad nad talve mööda? 8. Milles avaldub rästiku hammustamise mürgitus inimeses ja loomades? 9. Kuidas arstib rahvas rästiku haavu?

Punane metsasipelgas.

Vaatlused. 1. Vaatle okasmetsa all sipelga pesi ja kirjelda nende asukohti varju suhtes, välimist kuju ja ehitusematerjali. 2. Kirjelda punase sipelga kehaehitust. 3. Vaata, kuidas toovad sipelgad oma pessa ehitusematerjali ja toitu. 4. Vaatle nende liikumiskiirust ja katsu millimeetrites ära määrata, kui palju maad jõuab sipelgas ühe minuti jooksul edasi. 5. Aseta mõni tõuk sipelgapesale ja pane tähele, mida teevad sellega sipelgad.

6. Mida tarvitavad sipelgad toiduks? 7. Kaeva labidaga natuke sipelgapesa küljest ja kirjelda üksikasjaliselt, mida sa siis näed. 8. Pane lehetäidega oks sipelgate tee lähedale ja jälgi, mida võtavad sipelgad nendega ette. 9. Pane sipelgas oma käele ja vaata tema talitusi. 10. Vaatle sipelgapesa tegevust suvisel päikesepaistelisel ja sügisepäeval. 11. Missuguseid muid loomi oled sa sipelgapesas näinud?

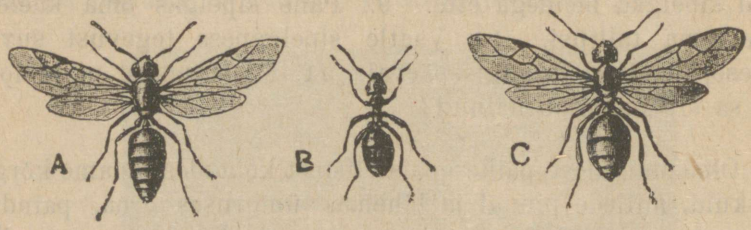
Okasmetsadest päikesepaistelistest kohtadest leiame kõrgeid kuhikuid, millede pinnal ja lähemas ümbruses õrna, painduva kehaga loomakesed liuglevad. (209. joon.) Need on punased si-



200. joon. Punane metsasipelgas. D — munad (pildi keskel); E — väikesed vastsed; F — suured vastsed; G — tuped.

pelgad ja nende kunstlikud pesad. Olgugi et nende pesa väliselt lihtne okastest ja muust peenikesest purust kokkuaetud kuhik näib olevat, on ta sisemine ehitus ometi väga keeruline. Ta jaguneb paljudeks kordadeks ja need korrapärasteks suurematekseks ja vähemateks kambriteks ning käikudeks. Osa ruume on koguni sügavamal maa sees. Värsket õhku saab see pesa maapealsete avauste ja käikude kaudu. Need avaused on ainult päeval avatud, öösiti aga kaetud. Samuti katavad sipelgad neid ka vihmaseil, jahedail ja sombus ilmadel.

Sipelgapesa elanikkudeks on vähesed tiivalised isa- ning emaloomad ja mitmed sajadtuhanded tiibadeta töölised. (210. joon.) Töölised on pooleni arenenud emad; nende hooleks on kogu pesa



210. joon. Punane metsasipelgas. A — isa; B — tööline; C — ema.

korrashoidmine, kaitsmine ja järeltuleva põlve toitmine. Töövahenditeks on neil tugevad lõuad. Perekonna kõigi kolme iserühma loomakeste keha seisab koos kolmest osast: peast, rinnast ja tagakehast.

Sipelgate toiduks on taimed kui ka loomad. Oma tugevate lõugadega järavad nad tõuke, limulisi ja söövad surnud imetajate, lindude ning teiste selgrooliste liha. Ainult viimaste luud jätavad nad järele. Sipelgad on ka suured maiasmokad. Nad lakuvad hea meelega mett, samuti noolivad nad himukalt lehetäide magusaid väljaheiteid. (211. joon.) Sagedasti koguvad sipelgad oma pesale lehetäisid ja toidavad neid siin selle eesmärgiga, et saada neist magusat „piima“. Nii on siis meie metsasipelgad karjapidajad.

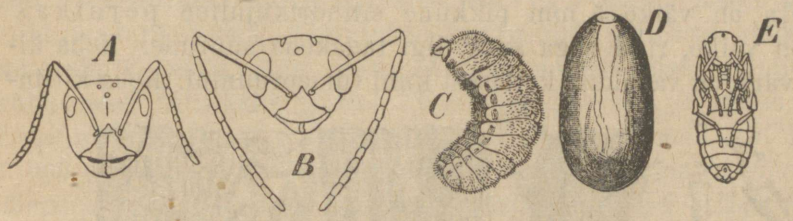


211. Sipelgas lehetäid noolimas.

Kallaletungimise- ja kaitsevahendiks on sipelgal lõuad. Nendega haarab ta oma saaki, surub tagakeha otsa haavakohale ja pritsib sinna mürki (sipelgahape), mis põletavat valu sünnitab. Sipelga vaenlased on rähn ja teiste pesade sipelgad. Viimased eraldatakse omadest haisu järele.

Sipelgad paljunduvad munade kaudu. Augustikuul lendavad isad ja emad pesast välja. Pesast väljas lennul olles hävivad isased sipelgad. Töölised toovad pesa ligidale mahalaskunud emad pesa sisemistesse ruumidesse munema ja murravad

nüüd nende tiivad ära. Magunaseemne suurustest munadest tulevad mõne päeva pärast silmadeta ja jaluta tõugud välja. Töölised hoolitsevad kõigiti nende abitute olevuste toitmise ja kaitse eest. Paari nädala pärast kattuvad nad tupega — nad n u k k u v a d. Kolm nädalat püsivad tuped n u k u r a h u s. (212. joon.) Töölised avavad siis tuped ja neist tulevad täiskasvanud loomakesed välja, kes nii oma täieliku moondumise on läbi käinud. Alguses hooldavad neid siiski veel töölised. Sagedasti peavad inimesed neid suuri pikki „mune“, mis tõeliselt sipelga tuped on, munadeks.



212. joon. Punane metsasipelgas. A — töölise pea; B — isase pea; C — vastne; D — tupp; E — nukk.

Sipelga tõukude ja nukkudega söödetakse toalinde ja kuldkalu akvaariumides. Sipelgaid piirituses leotades saadakse leotis, mida tarvitatakse arstimisvahendiks. Sipelgaid tuleks mitmesuguste tõukude ja mädanevate raibete hävitamise tõttu metsa politseiks pidada. Sipelgate pesad on paigaks, kus paljud metsaputukad omale päriselanikkude kõrval peljupaika ja toitmisala leiavad.

Talveks matavad sipelgad oma pesa käigud hoolega kinni ja suiguvad pikale talveunele koondunult pesa sügavamaisse osadesse.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle sipelgaid mesilasega. 2. Miks peab sipelga vastseid toitma? 3. Pane mõni surnud hiir sipelgapesa lähedale ja pane tähele, mida teevad temaga sipelgad. 4. Too selle hiire luukere loodusloo-kogusse. 5. Valmista savist või plastiliinist sipelgapesa. 6. Nimeta taimi, millede õied on kaitstud roomajate meemaiaste putukate eest. 7. Miks nimetame sipelgaid ühiskondlikkudeks putukateks?

Kuuse kooreürask.

Vaatlused. 1. Vaatle kuusepuu-halgudel koore alust, eriti õõnsaid harunevaid käike. 2. Katsu samasuguseid käike leida metsas kasvavate põdurate kuuskede koore alt. 3. Vaatle nendes käikudes leiduvaid loomi. Kirjelda neid. 4. Joonista nende käikude pilt.

Puudel elutsejaist ja puust toituvaist putukaist on kuuse kooreürask kõige suurem kahjur. Oma nime on ta sellest saanud, et tema tõugud kuuse koore all elutsevad ja sellest toituvad.

Ta on väike 5 mm pikkune silindrikujuline põrnikas. Pea on väike, rind väga suur, ligi tagakeha suurune. Keha üldine värv on vahelduv kollasest kuni tumepruunini. Keha kitiin-



213. joon. Kooreürask.
a — kooreürask; b — vastne (loomulik suurus ja suurendus); c — nukk; e — jalg; f — kobija; d — käpp; g — käigud.

katted on karedad, kärnilised. Väikesel peal, mis terveni rinna varjul, on nuiataolised katsumissarved — kobijad. Lõuad on tal iseäranis tugevad. Kuuse kooreüraskid lendavad oma talvi-

sest koorealusest pesitusurkast kevadistel soojadel vaiksetel päevadel välja. (213. joon.) Sel ajal hõljuvad nad tihedalt metsa all suuremates salkades. Peale seda väljalendu valguvad nad laiali üksikult munemispaika otsima. Harilikult jäävad nad peatama kuidagi vigastatud kuuskedele, harvemini tervetele puudele. Tugevate lõugadega purevad nad koore läbi ning uuristavad tüve pinda mööda koore alla nn. emakäigu. Tööl tekkivad purud surutakse jalgadega käigust välja. Käik ulatub harilikult mähiringini. Ema paneb emakäigu külgedele kuni 100 muna. Munadest välja tulevad vastsed on silmadeta ja jalutud, kuid tugevate lõugadega. Nad puurivad emakäigu kõrvale omad käigud. Kooreüraski tõuke kutsume röövikuteks. Käigu lõpul nukkuvad röövikud. Nukkudest kujunenud põrnikad lendavad enne sügist välja ning asetavad oma munad teistele puudele, kuhu need talvekski jäävad. Kooreüraskite arv on mõne puu koore all väga suur. Nii on üksikuil kordadel neid siit kuni 20.000 eksemplari leitud. Kooreüraskite eest on metsa võimatu täieliselt hoida. Osalist kaitset teostatakse metsa puhastamise teel: metsast kõrvaldatakse kõik vigased puud ja risu; samuti ei või jätta puusüldi kauaks metsa seisma. Sagedasti jäetakse aga üksikud vanad vigased kuused „püügipuudeks“ metsa. Sügisel võetakse nad maha, kooritakse ära ning eraldatud koor hävitatakse tules kõigi neis leiduvate kooreüraskitega ja nende munadega.

Teiseks okasmetsa kahjuriks on männi siidikedrik. Selle liblika tõugud laastavad männi noori kasvusid ja okkaid.

Ülesanded ja küsimused. 1. Otsi kuuselt ja männilt põrnikaid ning liblikaid ja vaata, mis määral on nad oma ümbruse värvist eraldatavad. 2. Selgita, kas on leitud loomakesed metsale kasulikud või kahjulikud. 3. Katsu selgitada, mis moodi nad talve üle elavad, kus talvitavad. 4. Kuula metsnikkudelt, mida teavad nad oma metskonna kahjulikkude putukate tegevusest jutustada. 5. Kuidas võitlevad metsnikud nende kahjurite vastu?

Mets.

Vaatlused. 1. Kirjelda, missugused puud moodustavad teie lähema metsa. 2. Pane tähele, missugused iseärasused on kuusiku, männiku, segametsa ja kaasiku alusmetsas. 3. Vaatle

hoolega metsa-aluse mulla koosseisu. 4. Kirjelda, missugusteks rodudeks (rinneteks) langeb teie lähem mets. 5. Missuguseid loomi oled lähemas metsas tähele pannud? millega nad end toidavad? 6. Kirjelda, missugust mõju avaldab mõne puu mahalangemine tema all kasvava taimestiku peale. 7. Kirjelda, kuidas kasvatatakse ja korraldatakse noort metsa. 8. Miks jäetakse raiesmikule seemnepuud?

Süveneme vaadeldes näit. männimetsa sisemisse elusse. Seemned, mis metsa-alusele niiskele mullale sattunud, hakka-



214. joon. Metsa-aluse võsa 27-aastane mänd, kõrgus 45 sm, jämedus 1 sm.

vad idanema. Kuid peagi närbuvad ja hävivad noored taimed varjus — valguse puudusel. Edasi arenevad ainult need noored männikesed, mis seemnena mõne lagedama koha peale sattusid, nagu mõne mahalangenud vana puu asemele, kus noorele taimele jätkub kosutavat päikese valgust. Noor metsavõsa katab

lageda koha õige pea, olgugi et ta kasvamine valguse nappuse pärast õige aeglane on. Alusmetsa noorte puude võra (kroon) on harilikult lai. (214. joon.) Laia võraga puu suudab kasinat valgust rohkem kinni püüda.

Jõuab aga noor võsa suurema valguse kätte, milleks enamail juhuseil vana metsa maharaiumine või mahalangemine kaasa aitab, siis hakkavad kõik ta üksikud liikmed kiiremini sirguma, kasvama. Peagi ulatuvad nende võrad kokku ja takistavad valguse läbipääsmist allapoole. Siin hakkavad noored männid juba isekeskis üksteise pärast kannatama. Nad püüavad üksteisest üle kõrgemaks kasvada; kes teistest tugevam, jõuab ette, saab rohkem valgust, kuna aeglasemalt kasvajad, nõrgemad jäävad varju, närbuvad ja kuivavad viimaks päris ära. (215. joon.) Järelejäävad männid poetavad, üksteise võidu pikemaks kasvades, alumised, varjujäänud oksad maha, millede jäljedki tüve uute aastaringide pealekasvamise tagajärjel kaovad. Mida kõrgemaks ja vanemaks saab mets, seda vähemaks jääb ruum, ja omavaheline võistlus valguse järele läheb uue hooga edasi. Need, kes aga teistest üle jõudsid, paisuvad jämedamaks, võra läheb tugevamaks, kuna mahajäädjad vähese valguse pärast närbuma hakkavad ja jällegi hävivad, ära kuivavad. Nii valmib sellest võitlusest suur mets, mis meie majapidamises kõrge väärtusega.



215. joon. Võistlevad männid

Metsa alust katab õhem või paksem mustmulla-, huumusekiht. Lehtmetsa all on ta paksem, okasmetsa all õhem. Huumus sünnib mädanevaist lehtedest ja muudest taime kõdu-

vaist osadest. Vihmussid kohendavad seda musta jõurikast segu. Huumusest ja mädanevailt lehtedelt ammutavad seened oma elujõu — nad peituvad oma seenkudedega selles kihis. Samal rindel esineb ka sammal. Järgmiselt rindelt leiame sõnajalgu, karukoldi, kanarbikku, mustikaid ja teisi madalaid taimi. Igaüks neist esineb enam-vähem kindla ilmega aluspõhjal ja teatud valgustusega alal. Kõrgemalt rindelt leiame toomingaid, lodjapuid, kadakaid ja teisi alusmetsa taimi. Ülemise, kõrgema rinde moodustavad täisealises metsas suured hõredavõralised palgipuud. Muutub mingil põhjusel üks neist metsa rindeist, muutuvad enamail juhuseil ka teised.

Mida mitmekesisemad kõik need rinded oma koosseisu poolest, seda arvurikkam on ka loomastik, kes metsast omale toitu ammutab ja siin kaitset leiab. On ju taimtoitlaste loomade seas palju niisuguseid, kes end ainult teatavat liiki taimedega toidavad (kuuse kooreürask). Sellepärast on taimtoitlaste loomade hulk männikus ja kuusikus vähem kui segametsas, kus ka lehtpuud kuuskede ja mändide kõrval esinevad.

Kiskjate loomade arv metsas oleneb eeskätt eelnimetatud taimtoitlaste loomade hulgast: mida rohkem on metsas hiiri, seda soodsam on müürikullidel toitu saada; sellest olenedes võib müürikullide arv kasvada, ja vastupidi. Nagu näeme, olenevad teatava metsaala kiskjad seal leiduvatest taimtoitlastest, need omakorda jälle sama metsa taimestikust. Nii on terve metsa loomastik tingitud oma elus taimedest. Teiselt poolt oleneb taimestik samas alas kiskjate hulgast. Ei oleks antud metsas kiskjaid, siis kasvaks takistamata taimtoitlaste hulk, kes vastava taimestiku peagi hävitaks.

Loomad otsivad metsas otsekohese kaitse kõrval veel kaudset varju. Nii on paljude metsa elanikkude värv lähema ümbrusega ühtesulav. Puukoorest elutsevad liblikad on harilikult koore värvi (männi siidikedrik). Neid on raske koore peal tähele panna. RööVikud, kes lehti purevad, on tavaliselt rohelised. Orava kuub jälle on koore värvi. Maod, kes kuivanud lehtede vahel roomavad, on nende lehtede laadi kirjud. Metsa loomi kogupildis vaadates näeme, et mets neile kõigile kindla pitseri on peale vajutanud. Suurem osa neist võib ainult metsas elada — ühes metsa hävimisega kaob ka see loomastik. Ei saa kujutella, et kooreürask, rähn ja orav metsata alal võiksid elada.

Metsast ei leia loomad endale ainult suvel toitu ja varjupaika, vaid ka talvel võrdlemisi sooja talvekorterit. Paljud poevad sambla alla ja ka sügavamale mulla sisse. Teistele on parajaks suikumiskohaks vanade puude koorealune ja puuriidad. Mitte ainult metsa enese loomad ei leia siit sooja varju külma eest, vaid ka paljud nurmede loomad tulevad siia ajutiselt külma- ja tuulepelgu.

Eespool nägime, et mets jaguneb paljudesse astmetesse — rinnetesse. Igamadalamal oleva rinde taimestik kasutab selle valguseosa, mis ülemistest üle jäi. Mets on nii taimede ja hulga teiste elavate olevuste ühing. (216. joon.)



216. joon. Kuusik.

Mets avaldab ka mõju oma ümbruse peale. Metsa all on niiskem, suvel jahedam ja talvel pehmem kliima kui lagedal maal.

Metsarikkal maal on jõgedes vesi alati enam-vähem ühesuguse kõrgusega ja jõed veerikkamad kui lagedal. On tähele pandud, et peale metsade maharaiumist ka jõgedes vesi palju madalamaks jäi. Metsarikastes kohtades ei ole ka tormid nii suure jõuga kui lagedal maal.

Meie ajal on metsad suurel hulgal maha võetud. Ülejäänud metsade eest peab aga inimene tõsist hoolt kandma. See hoolekanne avaldub kõige pealt kavakindlas metsa raiumises.

Mets jaotatakse näiteks 60—80—100 alaks, milledest iga aasta üks ala maha võetakse. Seesugust raiumisviisi tarvitades on alati täiskasvanud mets kasutada. Viimase ala maharaiumise ajal on sellel alal, millest raiumine algas, juba 60—80—100-aastane mets.

Peale kavakindla maharaiumise aitab metsa kaitseks tublisti kaasa karja eemalhoidmine, iseäranis noorest metsast. Kari sööb noorte puude lehti ning oksi, närib koort ning tallab noori taimi maha ja sünnitab noorele metsale sedaviisi väga palju kahju; sellepärast ei tohi loomi mingil tingimusel karjatada noores metsas, mille vanadus alla 15 aasta. Ka kuivikuid („rädi“) tuleb metsa alt ära koristada, et nende kaudu paljud haigused tervete puude külge ei saaks minna.

Ülesanded ja küsimused. 1. Pange metsas vaatlusekäigul tähele, missugune on varjus kasvavate noorte puude pikkus ja jämedus võrreldult sama vanade ja sama liiki puude pikkusega ja jämedusega, mis lagedal kohal üksikult kasvavad. 2. Määra metsa-aluse võsa üksikute puukeste vanadus ära. 3. Määra värskete kändude järele raiesmikul mahavõetud metsa vanadus ära. 4. Mida mõistetakse sõna „ürgmetsa“ all? 5. Miks peab metsa alt rädi ära korjatama? 6. Miks ei või karja noorde metsa lasta? 7. Mis mõju avaldab mets ümbruskonna jõgede peale? 8. Kuidas hoiab mets niiskust eneses? 9. Milleks tarvitatakse metsa meil?

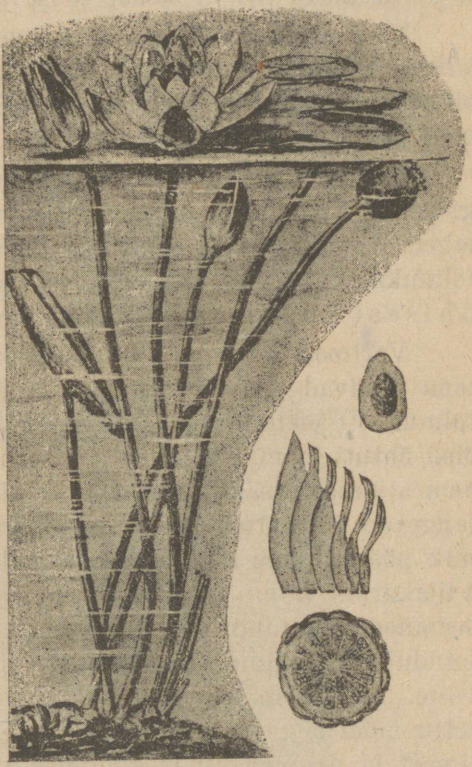
Vees.

Valge vesiroos.

Vaatlused. 1. Iseloomusta vett, milles esinevad valged vesiroosid. 2. Vaatle vesiroosi lehtede ja õite seisu madala ja kõrge vee puhul. 3. Katsu selgitada, millal on valge vesiroosi õied öö-päeva vältusel suletud, millal avatud. 4. Selgita, miks on poolavatud õied vähe silmapaistvad. 5. Tee lehe ja õite vartest mõnesugused läbilõigud ja vaata lõikepinda suurekstegeva klaasiga. 6. Mõõda lehevarte pikkuse järele vee sügavust. 7. Katsu juurida valge vesiroosi juurikas mudaselt põhjalt välja, kirjelda teda ning joonista ta oma kaustikusse. 8. Kirjelda juurikalt algavaid noori lehti. 9. Selgita tolmukate ja kroonlehtede kuju-

nemise sugulust vesiroosi õies. 10. Kirjelda vesiroosi vilja ja tema seemnete levitamise viisi.

Seisvates ja aeglaselt voolavates vetes, mille kaldaid piirab roog ehk kõrgastik, leidub ka uhkeid valgeid vesiroose. (217. joon.) Vee all mudasel põhjal lebab vesiroosi käevarre-jämedune varsjuurikas. Vara kevadel võrsuvad selle varre ladvapungast lehed ja õiepungad. Kui lehed alles noored ja vee all, siis on nad torusse rullitud. Rullitult on nad kevadise vee kõva voolu rebimise eest kaitstud. Kui leheroots vee pinnani jõuab, siis laotab lehelaba end lahti ja jääb peal vee ujuma. Leht ujub vee pinnal ka siis, kui ta varrelt eraldatud. Ujumisvõimeline on leht selle tõttu, et tema labas palju tühja õhuruumi. Mida enam kevadine vesi langeb, seda laiemale valguvad vesiroosi suured südajad lehelabad vesipeeglil. Kahaneb aga vesi vesiroosi asukohast täielikult ära, siis närbuvad ka kevadel kujunenud nõrgarootsulised lehed. Niiskel maapinnal elab aga vesiroos edasi, kuid arendab juurikalt kõvarootsulised vähemad lehed, mis rootsu toetusel vabalt õhus hõljuvad. Nii võib siis vesiroos kujuneda ajutiseks maismaa taimeks. Lehelaba pind on kumer ja kaetud vahaja korraga. Lehed on väga sitked. Lehelabale langev vesi koguneb siin ümmarikuks tilgaks ja veereb maha. Vesiroosil toimub auramine ja hingamine lehe pealmise pinna kaudu. Maismaa-taimedel sünnivad need nähtused laba alumise pinna kaudu. Peale labade on vesiroosi rootsudki varustatud



217. joon. Valge vesiroos. Paremal pool: seeme, tolmukad ja kroonlehed ning vilja lõik.

õhuruumidega. Siin on need ruumid pikkadeks torudeks kujunenud, millede kaudu taime veealused osad õhuga varustatakse. (Võrdle põldosjaga.) Et vesiroosi leherootsudes tõesti torukesed on, seda võime kindlaks teha, puhudes läbi rootsutüki vette. Vette asetatud rootsu otsast tõusevad sel puhul õhumullid.

Noored õienupud on alguses vee all ning kaetud nelja tupplehega. Õitsevalmid nupud ulatuvad oma sitketel rootsudel vee pinnale, asetudes lehtede vahele. Siia pöörduvad tupplehed tagasi ja valge õis puhkeb täies ilus.

Õit lähemalt silmitsedes leiame välisservast sissepoole tungides, et kroonlehed mitmes ringis seisavad. Sisemised kroonlehed on välistest kitsamad ja lähevad ilma terava piirita üle tolmukateks. Nii on siis vesiroosi tolmukad ja kroonlehed ühisest sugemest, kumbki isesihis kujunenud elundid.

Veiroosi õites puudub mesi, ja putukad, kes siin külalistena viibivad, saavad külakostiks ainult kergesti lõhnavat õietolmu. Et õietolm on niiskusetundlik, siis sulguvad vesiroosi õied õhtuti ja niiskel ilmal. Kroonlehed ja tolmukad toetuvad oma alumise otsaga ümmarikule sigimikule. Tolmumise järele langevad õie katted ja tolmukad ära. Magunavilja taoline sigimik pöördub vee alla tagasi ja jääb siia kuni vilja valmimiseni. Viljakarbis valmivad seemned on pakitud limasesse koesse. On seemned valminud, siis mädaneb vilja kest ära, seesolev lima pundub ja valgub, katkestades vilja seina, ühes seemnetega vette. See seemnetega täidetud limatomp võib oma kerguse tõttu mõni aeg vees vabalt ujuda. Lõpuks vabanevad seemned limast ja vajuvad uutes kohtades põhja. Veelinnud jälle kannavad seemneid oma nokal ja jalgadel koguni uutesse vetesse; nii on nad vesiroosi seemnete levitamise teguriteks.

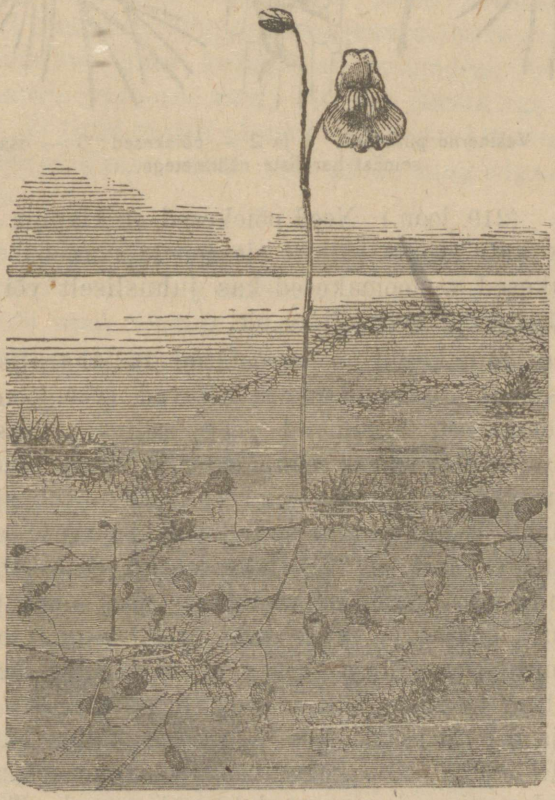
Valge vesiroosi kõrval esineb meil vaikseis vetes kollane vesikupp.

Ülesanded ja küsimused. 1. Joonista valge vesiroosi lehtede, õite ja juurika pilt. 2. Joonista valge vesiroosi õie läbilõik. 3. Joonista kroonlehtede pilt: järjekord õie veerelt keskele. 4. Joonista valge vesiroosi õie plaan. 5. Kirjelda vesiroosi sigimikku väliselt ja sisemiselt. 6. Katsu selgitada vesiroosi vilja valmimise ja levitamise nähtusi. 7. Võrdle valget vesiroosi ja kollast vesikuppu.

Vesihernes.

Vaatlused. 1. Katsu juunist augustini vaikses seisvas vees leida veepinnast kitsaste lehekestega ja kollaste õitega esinevat taime. 2. Pane tähele väikesi ivakesi tema vartel ja selgita, mis ülesanne neil on. 3. Vaatle, kas sellel taimel on juuri.

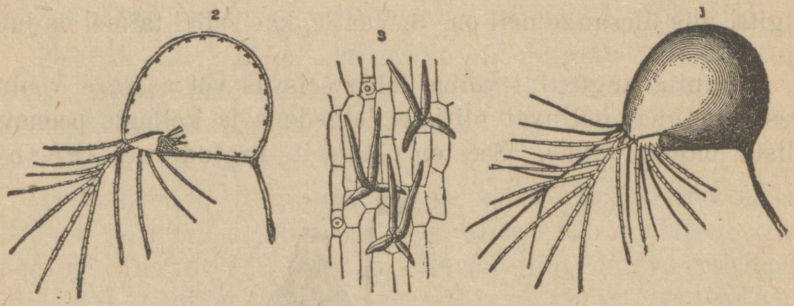
Juunist augustini võime leida seisvas või aeglase vooluga vees veepinnal hõljuvat niitjate lehtedega ja kollaste peenevarreliste õitega taime. See on üldiselt tuntud vesihernes.



218. joon. Vesihernes.

(218. joon.) Ta esineb järvedes, jõe koolmetes, vesisel sool lompides ning tiikides. Enne ja pärast õitsemist on ta vee all ja ei ole märgatav. Õitseajal ulatub ainult õis oma pika niitja varrega vee peale ja osutab vaatlejale vesiherne asukohti. Juu-

red puuduvad sellel taimel. Toitu ammutab ta veest ja valguselt peaasjalikult lehtede varal, millede kogupind niitja kuju tõttu väga suur on. Peale selle saab vesihernes toitu veel isesuguste hernetaoliste põiekeste abil, mida me ta vartelt õige suurel hulgal



219. joon. Vesiherne püünised. 1 ja 2 — põiekesed; 3 — osa põiekese seinast haruliste näärmetega.

võime leida. (219. joon.) Need põiekesed on klapiga kaetud avausega, mille kate ainult väljast sissepoole avaneb. Põiekesesse poevad tillukesed veeloomakesed kas juhusliselt või peljupaika otsides. Väljapääsu neil siit ei ole.

Põiekese seinakesed on varustatud neljaharuliste näärmekestega, mis lihalahustavaid mahlu eritavad. (219. joon., 3.) Vangi sattunud loomakesed lämbuvad peagi selles püünises. Nende riismed lahustuvad põiekese mahlades ja põiekese pind imeb saadud lihalahuse (munavalged) taimesse. Nii toitub siis vesihernes lihatoiduga. Teda kutsume selle tõttu lihatoitlaseks taimeks. Katsete varal on kindlaks tehtud, et vesihernes võib kaotada lämmastiku-ühendusi sisaldavas vees oma püünised ja leppida ainult lehtede ja varte varal veest saadud toiduga. Nii on siis loomulikkudes tingimustes kasvavale vesihernele põiekestega püütud loomade liha lämmastiku-ühenduste saamiseks.

Õitseaja eel täituvad need põiekesed õhuga ohtramalt kui muidu, mille tõttu siis kogu vesihernes vee pinnale kerkib. Kollased õied asetsevad veepinnal kõrgel varrel. Tupp kui ka kroon on kahehuulelised ning kumbki neist koostub kahest poolest. Õis on kannusega. Tolmukaid on kaks, emakaid ainult üks. Putukate ligimeelitamiseks sisaldavad vesiherne õied rikkalikult mett. Putuka raskusel vajub õie alumine huul alla. Nüüd puutub emakasuudme üks haru putuka selga. Oli see

putukas varemini juba vesiherne õiel, siis on ta koos õietolmuga. Niipea kui suudme haru putuka selga puutus, tõmbub ta tagasi ning mõlemad harud klapsavad kokku. Alles nüüd puutub putukas oma koonu ja seljaga selle õie tolmu. Selle iseärasuse tõttu on vesihernes oma tolmuga tolmumise, s. o. isetolmumise vastu kaitstud. Seemned valmivad sügisel hiljapoole.

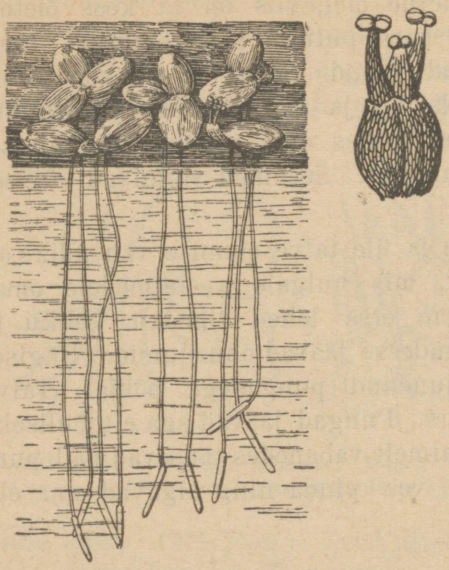
Tähtsamaks paljunemise ja üle talve elamise vahendiks on vesihernele nn. „talipungad", mis hulgale veetaimedele omased. Sügisel koolduvad varre otsa lehed tihedalt kokku ja moodustavad „punga". Pungadesse jäävad õhuruumid. Sügisel vajub vesihernes ühes kujunenud pungadega põhja. Talve jooksul kõduneb vesiherne vars. Pungad jäävad aga elujõuliseks ja värskeks. Kevadel vanalt taimelt vabanedes tõusevad nad pungas oleva õhupallikese varal vee pinda ning algavad oma elu uue taimena.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kirjelda õitsvat ja sügisel põhjavajumiseks valmist vesihernest üksikasjaliselt ning võrdle neid isekeskis. 2. Katsu luubi varal selgitada, missugused loomad on vesiherne põiekestesse langenud. 3. Võrdle sõstrate ja vesiherne paljunemise viise.

Vesiläätsed ja vesikiud.

Vaatlused. 1. Kirjelda seisvate vete pinnal ujuvaid väikesi läätsekujulisi rohelisi taimi. 2. Pane neid juuni- või juulikuul teatud kindel arv veekaussi ja katsu selgusele jõuda, kas ei kasva nende arv ja kuidas. 3. Vaatle nende juurt. 4. Kergita vesiläätsi õhukesele veel ujuvale korgile nii, et ta juur ikka vette ulatuks. Pane tähele, missugust mõju avaldab see tema kasvu peale. 5. Vaatle suurekstegeva klaasiga vesiläätse juure otsa. 6. Võta veealustelt kividelt ja veepinnalt rohelist kõntsa ja katsu luubiga teda üksikasjalisemalt vaadata.

Vististi on igaüks tähele pannud turba- ja linaleo-aukudel kui ka mõne muu vaikse vee pinnal isesugust läätsekestest koostuvat rohelist vaipa. Need on vesiläätsed (220. joon.), ühed lihtsamad taimekesed. Veepinnal ujub neil läätsjas kehake, mida leheks peetakse, kuid ta on ennemini laiaks kas-



220. joon. Vesiläätsed. Kõrval õis. Juurte otstes kübarad.

vanud vars. Vette ulatub varrelt peenike niitjas juur, mille otsal on paljale silmale märgatav tupp — k ü b a r. Asetame vesiläätsekese õhukesele veel ujuvale korgikesele nii, et juur korgist läbi vette ripub. Olgugi et vesi juurt endiselt piirab, närbub siiski vesilääts. Sellest katsest näeme, et vesiläätse juur ei ole küllaldaseks toidu ammutamise vahendiks, vaid toitumine toimub kogu taime alumise pinna varal. Nii on siis juur vesiläätsele rohkem tasakaalu-elundiks. Vesiläätsed paljunevad lihtsa pooldumise teel. Sellega on ka seletatav, kuis mõni vähem veekogu üle öö läätse vaibaga kattub. Väga harva võib vesiläätsi õitsemas leida. Tema õied on lihtsad: lehe pinnal on kaks tolmukat ja üks emakas ilma tupeta ning kroonita. Tolmumine toimub vee pinnal jooksvate putukate varal.

Talve veedab vesilääts vee põhjale vajununa. Sügisel kahaneb vesiläätse kehas õhuhulk, sinna koguneb rohkesti tärklisetagavarasid ja lääts vajub oma suurenenud raskuse tõttu põhja. Talve jooksul kulub tärklis taime eluavalduste jõuna ära.

Kevadel, kui vesi jääst vabaneb ning soojaks läheb, tõuseb talve jooksul kõhnemaks jäänud vesilääts uuesti veepinnale. Nagu nägime, on vesilääts lihtsam varemini vaadeldud taimedest; lehed puudusid tal, ja juur on peaasjalikult tasakaalu-elundiks. Kõik elutalitused toimuvad rohelise läätse varre varal.

Veest endale mädanevaid aineid toiduks ammutades, puhastab vesilääts seisvat vett. Veealustelt asjadelt kui ka vee pinnalt leiame isesugust rohelist kõntsa. Suurekstegeva klaasiga vaadates leiame sealt suurel hulgal rohelisi kiude. Need pole muud kui rohelised k i u d v e t i k a d. Kiudvetikad on tai-

med, milledel nii juured kui ka lehed ja õied puuduvad. Nende keha seisab koos ainsast rohelisest niidist, mis sagedasti ühte otsa pidi veealustele asjadele kinnitub. Vesikiud paljunevad peaasjalikult pooldudes nagu vesiläätsedki. Kõigil veetaimedel on tähtis ülesanne vee värskendamise küsimuses. Teame ju, et rohelised taimed eraldavad päikese valgusel ühe sarnastamissaadusena hapnikku. Veetaimede kaudu vabastatav hapnik jääb vette ja täiendab seda õhukogu, mida vee-elanikud hingamisel hapniku-tagavaradest ära tarvitasid. Ühtlasi lahustavad nad sama sarnastamise varal hingamisel vette kogunenud süsihaput gaasi. Nii püsib siis veekogude vesi nende kääbustaimede kaastegevusel eluks kõlvulisena. Peale selle on need tillukesed taimekesed paljudele veeloomadele toiduks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Pane vesikiude toasseisnud veega klaasi. Sea klaas nende taimedega päikese kätte. Vaata, mis muutused toimuvad vesikiudude lähemas ümbruses. 2. Kuhu sattuvad vesikiud talvel? 3. Katsu mikroskoobi või luubi varal veetilgast leida veel mõnd vesikiudude laadilist taime.

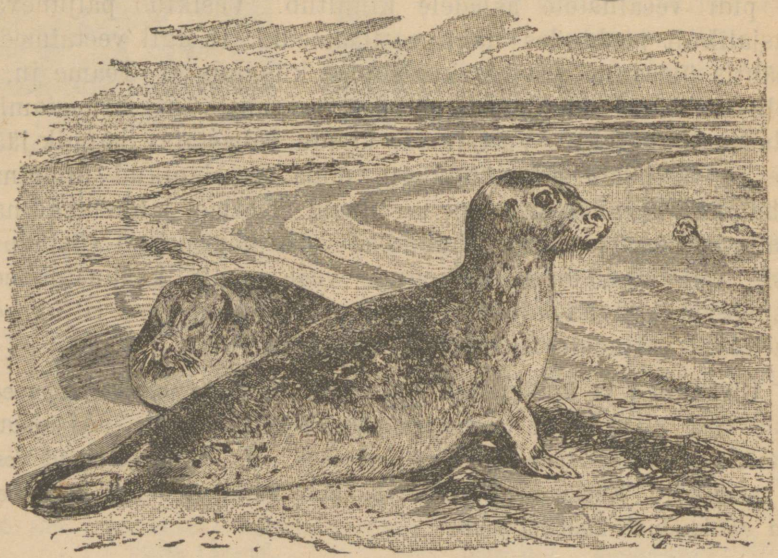
Hüljes.

Vaatlused. 1. Kirjelda hüljest tema harilikus elukohas. 2. Kirjelda hülge keha ehituse iseärasusi. 3. Missugust toitu pruugib hüljes? 4. Mida saadakse hüljestest?

Hüljes, kuni 2 meetri pikkune loom, on täieline vee-elanik. (221. joon.) Ta elutseb Atlandi ookeani põhjapoolsetes rannavetes. Meie kodumaa rannal on ta sagedasti esinev merekodanik. Suurema osa ajast viibib hüljes vees. Selle eluviisi kohaselt on ka tema kere süstjas. Ümmarik pea on lühikese paindumata kaela varal kerega ühendatud. Keha katteks on tihe libe karvkuub. Kõik need omadused hõlbustavad temal vees liikumist.

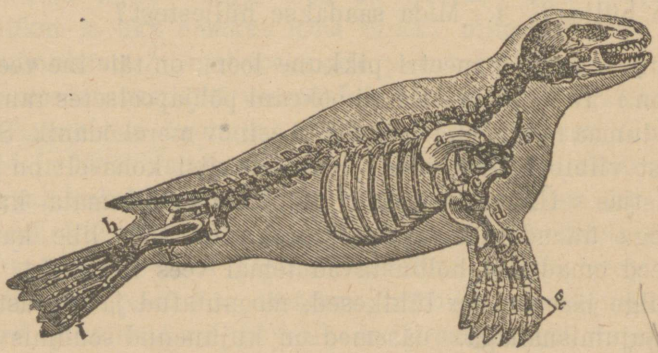
Hülge jäsemed on lühikesed, moonutatud ja varvaste vahel leiduva ujumisnahaga. Jäsemed on kujunenud sõudmisvahenditeks. Jalgade ehituse ja talituse järele kutsume hülgeid *sõudjalalisteks*. (222. joon.) Sama hästi kui vee peal, ujub hüljes ka vee all. Vee alla minnes suleb ta oma nina ja kõrva-augud naha voldiga. Maismaal on tema liigutused kohmakad ja abitud. Hülge ümmarikul peal puuduvad välised kõrvalestad. Kummalgi suu serval on tugevad tundekarvad. Hülge hammastik

sarnaneb kiskjate loomade omaga, ainult kihvad on väiksemad kuid kõigi hammaste kroonide tipud on ülivahedad. (223. joon.)



221. joon. Hülged.

Hammastiku järele otsustades toitub hüljes lihaga. Ja tõesti, tema toiduks on kalad, vähid ja muud vähemad mereloomad.

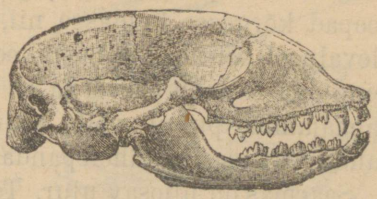


222. joon. Hülge luukere. g — esimeste jäsemete luustik.

Hüljes hävitab palju kalu, sest seedimine on tal kiire ja toidu püüdmises on ta ütlemata väle. Ka nägemine, kuulmine ning haistmine etendavad toidupüüdmisel tähtsat osa.

Hüljes hingab kopsudega ja sellepärast peab ta aeg-ajalt vee pinnale tõusma. Puhkama ronib hüljes kas kaldale või jää-

pankadele. Samuti tuleb hüljes siia poegima. Kuivale ronides toetub ta esimestele jäsemetele ja lohistab keha tagumist osa järele.



223. joon. Hülge pealuu hammastikuga.

Vaenlaste eest püüab ta alati vette pelgu jõuda. Tema suuremad vaenlased on inimesed ja jääkarud. Külma eest kaitseb hüljest paks naha-alune pekikord. Harilikult elavad üks isa ja 7—10 emahüljest koos. Poegimine sünnib veebruari lõpul ehk märtsi algul. Harilikult sünnib hülgel 1—2 poega, kes õige pea iseseisvaks arenevad. Emahüljes imetab poegi oma piimaga. Meie kodumaal on hülged kalameestele tähtsaks sissetulekuallikaks, eriti väikestel saartel. Neid kütitakse naha ja rasva saamiseks. Kuid kõik see tulu ei tasu seda kahju, mida hülged valmistavad kalade hulgalise hävitamisega ja kalavõrkude lõhkumisega. Grööniimaa ja paljude teiste põhjamaade ranna elanikkudele on hüljes ülikasulik loom. Temast saadakse kõik, mis nende inimeste lihtsaks eluks tarvis läheb: nahk ülikondadeks, liha ja veri toiduks, rasvast saadud traan joogiks ning viletsa hurtsiku valgustuseõliks jne.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kirjelda hülgeküttide talitusi ja võtteid hülgejahil. 2. Võrdle hüljest ja kassi toitumise suhtes. 3. Kirjelda hülge liigutusi maismaal. 4. Kas on hülgel kuub kaitsevärviline?

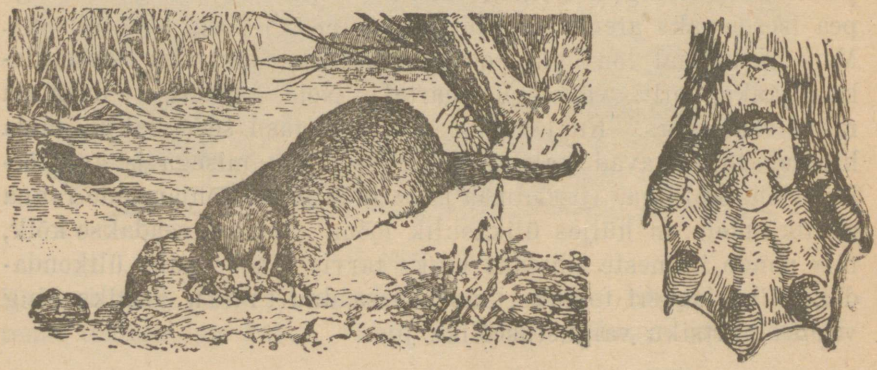
Saarmas.

Vaatlused. 1. Pane tähele jões ja järvedes kohtade iseloomu, kus saarmad esinevad. 2. Kirjelda täistopitud saarma keha kuju, värvi, pea ja hammastiku ehitust ning jalgade iseärasusi. 3. Mida tarvitab saarmas toiduks? 4. Kirjelda kalade hävitamise nähtusi väikeses tiigis, kus saarmas öösi söömal käinud. 5. Selgita, kuidas ja kui kiiresti ujub saarmas. 6. Kirjelda saarma ehitusi jõe ja järve kaldas. 7. Millega püütakse saarmaid? 8. Mis eesmärgiga püütakse saarmaid?

Meie kodumaa kalarikkad tiigid, jõed ja järved on saarmale paremaks asumaaks. (224. joon.) Ta eelistab madalate per-

vedega vetele niisuguseid, kus kõrged kaldad; samuti peatub ta harva lagedate kallastega kohas. Metsavõsaga kaetud perv pakub talle paremat peljupaika. Saarmad uuristavad omale koopad kõrgesse kaldasse nii, et koopa laiem osa veepinnast ülevalpool seisab. Sellest koopa osast viib üks käik vee alla, teine aga avaneb pervel ja on koopale õhu värskendamise toruks. Tagaajamise puhul võib saarmas oma urkast veealuse käigu kaudu varitsejale tähelepandamatult ära põgeneda.

Saarmas on üliosav ujur. Tema $^3/_4$ meetri pikkune sale keha lõpeb tugeva tüürsabaga. Samuti on teravaküünelised varbad ujumis-

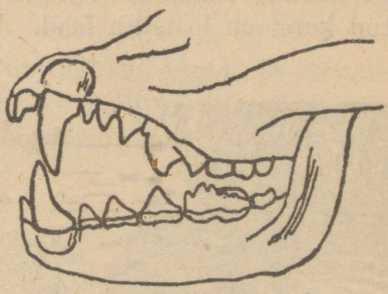


224. joon. Saarmas. Paremal pool: käpp.

lestaga ühendatud ning headeks aerudeks loomale. Saarmas ujub nii kiiresti, et meie magedate vete kõige kiiremad kaladki temaga ujumisvälеduses ei suuda võistelda. Tema kehakate on vees elamiseks kohanenud. Tihe kare pealiskarv, mille all pehme udukarv, katab kogu keha ja hoidub tihedalt vastu nahka. Nii on keha pind ühel hoobil libe vees liuglemiseks ja teiseks hea soojusehoidjaga kaetud. Soe kasukas on saarmale väga tarvilik, sest ta elab ju kogu talve meie vetes. Päeviti peatub saarmas oma urkas. Õhtul peale päikese loodenemist läheb ta ettevaatlikult liikudes saagile.

Saarma toiduks on kalad. Ta on suurim röövel meie kalatiikides. On ta mõnda kala märganud, siis ujub ta sellele kiiresti järele ja haarab oma teravate hammaste vahele. Saarma hammastik sarnaneb koera ja kassi hammastega. (225.

joon.) Eriti teravad ja tugevad on kihvad ja esimene purihammas kummaski lõuapooles. Saagile järele ujudes liigub saarmas vabalt, kas kõhuli, küljeli või selili sõudes. Vees viibides on tema kitsad ninasõõrmed suletud. Aeg-ajalt tuleb ta vee peale hingama. Kui mingisugust hädaohtu varitsemas ei ole, siis ujub ta harilikult nina vee peal. Nägemine on tal vees sama terav kui õhuski. Samuti erk on saarmal ka haistmine ja kuulmine.



225 joon. Saarma hammastik.

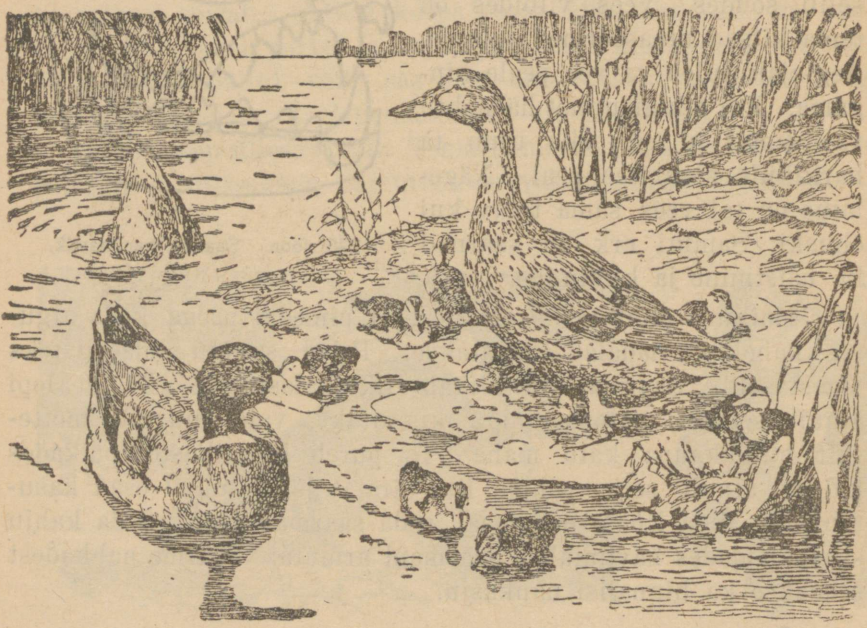
Maikuus sünnitab saarmas 2—4 pimedat poega, keda alguses kaheksa nädalat imetatakse. Pojad saavad täisealisteks 3-aastaselt. Saarmas on ülikahjulik kalastusele. Ta ei lepi ainult sellega, et oma nälga kustutaks, vaid murrab mõttetult hulgakaupa kalu maha. Ta pureb kalarikastes paikades kaladel ainult selja pehme liha ära ja jätab muud osad kasutamata. Mida kärp maismaal, seda saarmas vees. Seda kahju silmas pidades hävitatakse saarmaid armuta. Saarma nahkadest saadakse ka hinnalisi nahkasju.

Ülesanded ja küsimused: 1. Hinda, mis tulu on vees elutsevale loomale sellest, et pea lühikese kaela varal kerega ühendub. 2. Miks rändab saarmas vahel maismaal? 3. Kas liigub ta siin niisama meisterlikult kui vees või ei? 4. Kas sööb saarmas oma saaki vees või pervel? 5. Miks on saarmas piiratud vetes kahjulikum kui jões? 6. Kirjelda saarma püügiriistu? 7. Joonista oma kaustikusse saarma hammastik ja sõudjalg.

Sinikael.

Vaatlused. 1. Tuleta meelde, kus oled näinud esinema sinikaela ja teisi metsparte. 2. Kirjelda täistopitud eksemplaril pardi keha ehitust üksikasjaliselt. 3. Märgi isase ja emase sinikaela värvi ja suuruse vahe. 4. Vaatle sinikaela ehk koduparti kõndimisel, ujumisel, lennul ja toidu otsimisel. 5. Kirjelda parti tema sulestiku puhastamisel. 6. Mille poolest erinevad noored pardid vanadest? 7. Kas on sinikaelad pesahoidjad?

Sinikael ehk harilik part on igakülgselt veel elamiseks kohanenud lind. (226. joon.) Tema lamedal, veidi kokkusurutud kerel on lootsiku laad. Vee peal püsib ta hästi arenenud



226. joon. Sinikael.

õhukottide, paksu nahaaluse rasvakihi ning tiheda, rasvaga võitud, veele läbipääsmata sulestiku abil. Suurema osa elust saadavad sinikaelad veel mööda; nad ujuvad vee peal kui ka vee all väga osavasti, sagedasti suiguvadki siin.

Et pardi keha kevadises ja sügiseses jahedas vees liialt ära ei jahtuks, selleks on kattesulgede kuue all, eriti kõhtmisel küljel, veel pehme, palju õhku sisaldav udusulestik. Säherdune kahekordne sulgkuub hoiab sinikaela keha ligidal alaliselt sooja õhukihi. Selle tõttu võime sinikaelu näha mõnikord kevadel vees, kus jäätükidki veel ära ei ole sulanud.

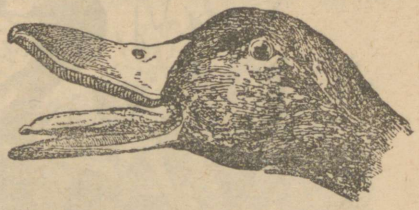
Aerudeks on sinikaelale tugevad, keha tagumisele otsale nihutatud jalad. Tahapoole pööratud varvas on kidur, kolm ettepoole sihitud varvast ühinevad isekeskis ujumisnahaga — lestaga. (227. joon.) Maad mööda kõnnivad pardid õige saa-

matult, taarudes ühelt küljelt teisele. Lendavad võrdlemisi hästi. Et nende tiivad kaunis lühikesed on, siis peavad nad lennul nendega väga sagedasti vehkima, — sellest siis see lennu põrin.

Keskus, kus part alaliselt viibib, on soo, jõgede ja järvede roostik ning kõrgastik. Tema pruunika lapilise sulestiku värv ei eralda teda sellest kollakashaabjast ümbrusest.



227. joon. Pardi lestjalg



228. joon. Pardi nokk.

Toiduks on pardile mitmesugused vees elutsevad loomakesed, nagu ussid, veeputukad, konnad, kalad jne. Ta tarvitab ka taimtoitu. Toitu püüab sinikael oma laia nokaga, mille äärtel serviti seatud sarvlehekesed, nagu kurnaga. (228. joon.) Pika kaelaga ulatab part noka kaunis sügavale vette ja songib temaga madala vee kuni põhjani läbi. Koguni sogasest veest leiab ta kergesti toitu. See on võimalik sellepärast, et ta pealisnokk ülitundliku vahanahaga kaetud on. Selle naha varal märkab sinikael iga väiksematki liikumist vees ja haarab põgeneva loomakese otsekohe nokka. Noka servas olevate sarvlehekeste varal hoiab ta ka libedaid toidupalasid kinni.

Sügisel, kui veed kinni külmavad, läheb sinikaelal raskeks toitu leida, ja ta rändab lõuna poole, kuid mitte väga kaugele. Sagedasti jäävad nad peatuma ka meie juurde suuremate allikate vetele, mis kinni ei külma.

Kevadel muneb emapart, kelle sulestik värvivaesem on kui isasel, 10—16 muna maa peale punutud lihtsasse pessa. Munast välja tulevad udusulestikuga pojad võivad otsekohe vanematele järele jooksta ning ise toitu otsida. Noored linnud hakkavad alles siis, kui neil katte-, hoo- ning tüürsuled võrsuvad, lennuharjutusi tegema.

Sinikaela pojad on pesapõgenejad.

Inimene on sinikaela juba väga vanal ajal kodustanud kodupardiks maitsva liha ja sulgede saamiseks.

Järvedel ja suurematel jõgedel roostikus elutseb t a n u -



229. joon. Tanupütt.

p ü t t. Tema asub alalõpmata veel. Ta ehitab isegi oma pesa roost ja mädanevast rohust veele, kõrkjate vahele (ujuv pesa). (229. joon.)

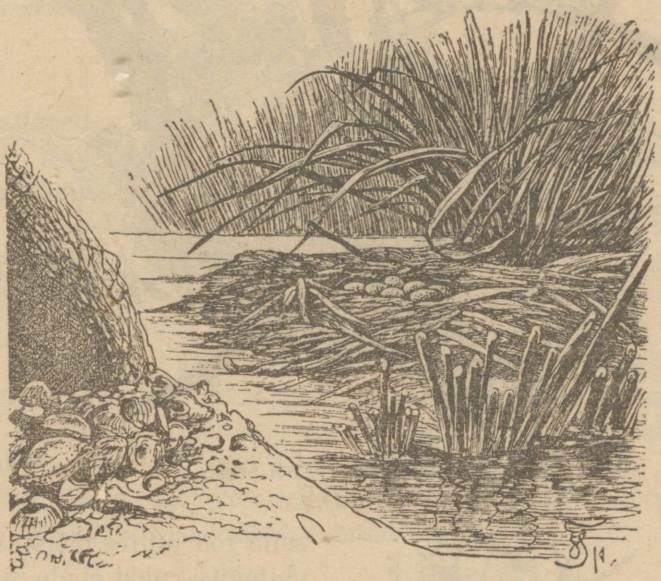
Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle pardi ja saarma ujumisvahendeid. 2. Kuidas hoiab part ujumisel oma jalgu? 3. Kuidas on sinikael külma vastu kaitstud? 4. Kuhu rändavad pardid talveks? 5. Kas kahaneb viimasel ajal metspartide arv teie pool ja mis põhjusel? 6. Kes on inimese kõrval suur vaenlane metspartidele, eriti nende pesadele.

Lindude pesad.

Vaatlused. 1. Joonista nähtud lindude pesad oma kaustikusse. 2. Kirjelda nende pesade asupaika, lähemat ümbrust

ja ehitusematerjali. 3. Katsu selgusele jõuda, kas hauvad linnud ühel või kahel haudumisajal samas pesas. 4. Märgi üles üksikute lindude haudumisaeg ja haudumise vältus. 5. Kirjelda pesas leiduvate munade värvi ja suurust.

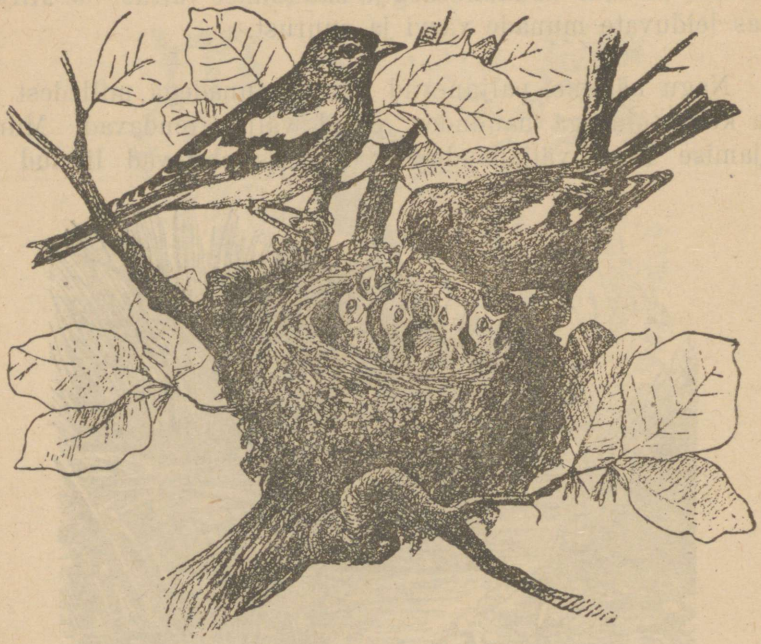
Nagu nägime, paljunevad linnud munadega, milledest nad, oma kehasoojusega haududes, pojad välja arendavad. Munade varjamise ning väljahaudumise kohaks ehitavad linnud oma



230. joon. Musta vesikana ujuv pesa.

elamisalaga kokkukõlas olevad pesad. Puudel elutsevad linnud ehitavad pesad puude otsa ja sisse (rähn, metstuvi), veel elutsevad — randa või koguni veele; näit. tanupüttide ja musta vesikana pesad ujuvad veel. (230. joon.) Pesadele antakse harilikult niisugune välimus, et nad ümbrusest välja ei paistaks. (231. ja 232. joon.) Selleks tarvitatakse lähema ümbrusega kokkukõlas olevat materjali, nagu puudele ehitatavaiks pesadeks oksi, lehti, maa peale meisterdatud pesadeks sammalt ja rohulipli. Seest vooderdatakse pesi harilikult pehme materjaliga, mis endas rohkesti soojust hoiab (vill, karvad, suled). Pesi püütakse asetada kõrvalistesse ning rahulistesse paikadesse.

Pesad on vahel väga kunstliku ehitusega, nagu näiteks pääsukese oma. Kuid siiski ei pruugi arvata, nagu juhiks lindu



231. joon. Vindi pesa.



232. joon. Käbliku pesa.

selle töö juures mõistus. Pesaehitamis-kunst ei ole muud kui sugupõlvede vältusel looma tahtmisest olenemata arenenud instinkt ehk loomusund. Et see tõesti mehaaniline, loomusunnist juhitud toimetus on, näeme sellest, et iga linnuliik oma pesa teatava ehitusviisi ning vormi järele punub ja et noored linnud, kes omale esimest korda pesa punuvad, saavad sellega ilma ühegi juhatuseta ja harjutuseta mitte halvemini toime kui nende vanemad.

Pesasse asetatud munade värv on õige mitmesugune: valge,

värviline, kirju jne.; ka on ta pesa ehitusmaterjali värvi kui ka ümbruse tooniga teatavas kokkukõlas.

Linnud pesitavad harilikult kevadel.

Poegade pesast välja viimise järele jaotame linde pesahoidjateks ja pesapõgenejateks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kas õpetavad vanad linnud oma poegadele pesaehituse-kunsti? 2. Missugune võime juhib noori linde pesaehitusel? 3. Missuguseid linde peame pesahoidjateks, missuguseid pesapõgenejateks?

Ahven

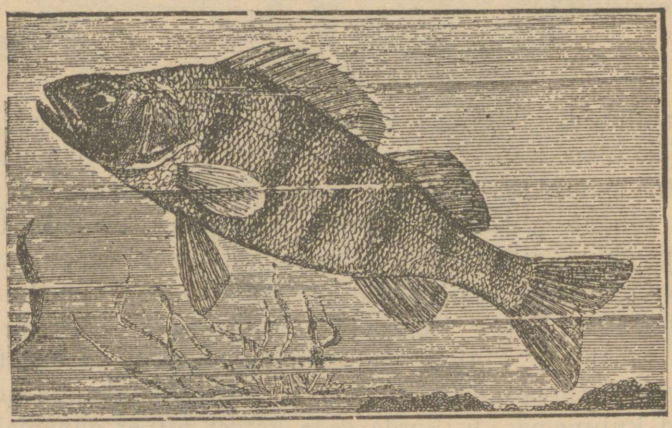
Vaatlused. 1. Vaatle ahvena keha suurust, vormi, katet, värvi ja uimi. 2. Vaatle lõugade ehitust ja hammastikku. 3. Tõsta lõpusekaas üles ja vaata lõpuste ehitust. 4. Vaata, kuidas hingab ahven. 5. Kuidas võiksid sa kindlaks teha, et vees on õhku? (too klaas jahedat vett sooja tuppa). 6. Tee kindlaks, missugune ülesanne on igal ahvena uimede rühmal liikumisel. 7. Katsu vahet teha suguküpse isase ja emase ahvena vahel. 8. Pigista kuduküpsest emasest ahvenast marja taimedega varustatud akvaariumi ja vaata, kas hakkavad neist maimud kujunema. 9. Korda seda katset nii, et ennemalt emakalast marja vette pigistad ja selle peale isakalast niisa. Vaatle nüüd selle marja edaspidist kujunemist. 10. Millest toituvad ahvena maimud, millest täiskasvanud ahvenad?

Ahven elab vahet pidamata vees. Vees elamise kohaselt on tema kehaehituski kujunenud. Ahvena pikergune keha on külgede pealt tugevasti kokku surutud (233. joon.) ja läheb pea ja saba pool õhemaks ning kitsamaks. Seesugune süstjas keha tungib hõlpsasti veest läbi.

Ahvena kere katavad s o o m u s e d. Soomused on nagu katusekivid üksteise peale asetatud. Soomuseid kattev lima teeb ahvena libedaks. Libe soomuste pind kergendab ahvena kiiret liikumist.

Liikumisvahendiks on ahvenal u i m e d. Uimi on tal neli tükki paaristikku ja neli paarita. Kaks paarisuime on kahel pool rinda ja vastavad esimestele jäsemetele, kuna tagumistele jäsemetele vastav uimedepaar rinna all asub. Paarita on järg-

mised uimed: kaks seljauime, kaheharuline sabauim ja päraauguuim. Uimede luust ja krõmpsluust tugikiiri ühendab õhuke nahk. Ahvenal on suurema osa uimede tugikiired teravad, okaste laadi; need pakuvad temale kaitset röövkalade vastu, kes teda püüavad. Ahvena kiired liikumised sünnivad saba löökide abil. Paarisuimed hoiavad kala keha rõhtsihis ja võimaldavad üles- või allapoole ujumist. Lõikame tema esimese uimedepaari ära, siis vajub ahvena peapoolne ots tagumisest vägisi allapoole.



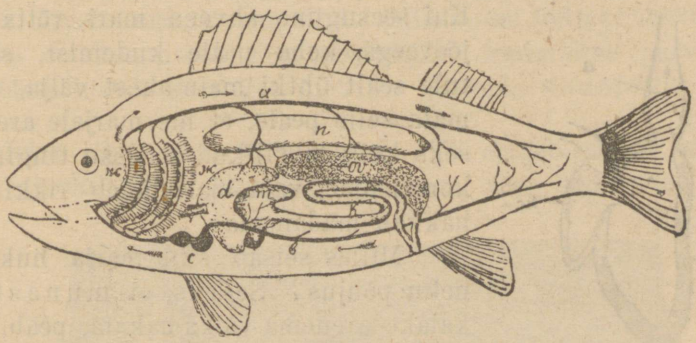
233 joon. Ahven.

Ahvena kõhukoopa seljapoolses osas asuval õhuga täidetud kotil — ujumispõiel — on ujumise aegu tähtis osa täita. Ujumispõis on selle järele, missuguses sügavuses kala asub, vähemal või suuremal määral õhuga (lämmastikuga) täidetud. Ujumispõie seintes olevate lihaste abil toimub selle kahandamine ja ühes sellega kogu ahvena keha suuruse muutmine. Ahven ei vaju põhja seepärast, et tema raskus alati selle veekihi raskusega, kus ta viibib, ühesugune on (missugune puupakk ujub vee peal ja missugune upub vette?). Ka veepinnale tõusmise ja põhjalaskumise puhul on ujumispõis ahvenale abiks (kuidas?).

Ahven hingab, nagu kõik kalad, selle õhuga, mis vees on lahustatud (kui külma vett klaasis soendada, ilmuvad klaasi seintele õhumullid). Vees on aga ahvenal hingamiseks siiski väga vähe õhku saada. (234. joon.)

Hingamisorgani sünnitavad kahel pool pead asuvad narmasloogad, mida lõpusteks nimetatakse. Lõpuseid katab pealt lõpusekaas. Lõpusest käivad veresooned läbi; sellepärast on nad elusal ahvenal punased. Hingamine toimub järgmiselt. Lõpused saavad õhku suust tulevast ja lõpuselehtede vahelt läbivoolavast veest. Ahven sunnib suuga vett lõpuselehtede vahelt läbi voolama. Lõpuselehtedes voolav veri saab siit hapnikku ja annab endast süsihaput gaasi ära.

Ahvena vere-ringvoolu korraldav elund — süda koostub ainult ühest kambrist ja eeskojast. (235. joon.) Kehast tulev süsihapu gaasiga segunud veri koondub eeskotta, läheb siit



234. joon. Ahvena sisemiste elundite kava. sk — lõpused; c — süda; a — suur tuiksoon; b — tõmbsoon; n — ujumispõis; m — kõht; k — soolikas; d — maks; ov — suguorgan, — marjavalmistaja.

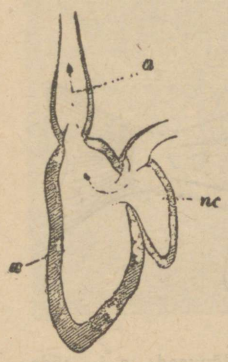
südame kambri kaudu lõpustesse ja sealt hapnikuga rikastatult üle keha laiali. Aeglase ringvoolu ja vähese hapniku saamise tõttu on kalade keha soojuse juurdetulek kasin ja keha temperatuur muutub välise vee soojuse järele. Nii on siis ka ahven muutuva temperatuuriga loom. Kuid ta ei olene ümbruse temperatuurist sellel määral kui maod ning konnad ja ujub ka talvel sügavates kohtades. (Miks tungivad kalad talvel paksu jää aegu jääaukude — lahvanduste juurde?)

Ahvena toit on kaanid ja väiksemad kalad, keda ta sagedasti vaikselt rohu varjus varitseb. Ta neelab neid tervelt alla.

Nägemine on lühike, — vees ei paista kuigi kaugele. Väljastpoolt nägemata sisekõrvad on rohkem tasakaalu elundiks kui kuulmiseks. Kaladel on veel isesugune tundeorgan — külg-

joon. Kummagi külje peal on rida soomuseid, milledel augud sees. Augukeste all naha sees on sopikesed, millede seintesse palju erguotsi ulatub. Selle joone abil tunneb kala vee sügavust ja voolu sihti.

On ahvenad täisealiseks saanud, siis asuvad nad noorpõlve soetamisele. Emakala kehas suguorganites valmivad väikesed munad. Mune on ahvenas õige palju, ja valminud munadega emaahvena keha pundub üles. Kui munad valmis saavad, siis tulevad nad looma kehast pära-augu ehk päraku kaudu välja vette. Et nad rutemini välja tuleksid, hõõrub kala keha tugevasti vastu oksi või kiva. Kehast välja tulnud munad on süldisarnases limas. Igapäevases elus on munad tuntud kalamarja ja vetteheitmine kudemise nime all. Kui seesugune ahvena mari võtta ühes jõeveega kohe peale kudemist, siis ei tule sealt ühtki maimukest välja, vaatamata selle peale, et me marjale arenemiseks kõik tarvilikud soodsad tingimused korraldame, vaid mari läheb rikki ning hakkab mädanema.



235. joon. Kala südame läbilõik. nc — eeskoda; k — kamber; a— arteeri algus.

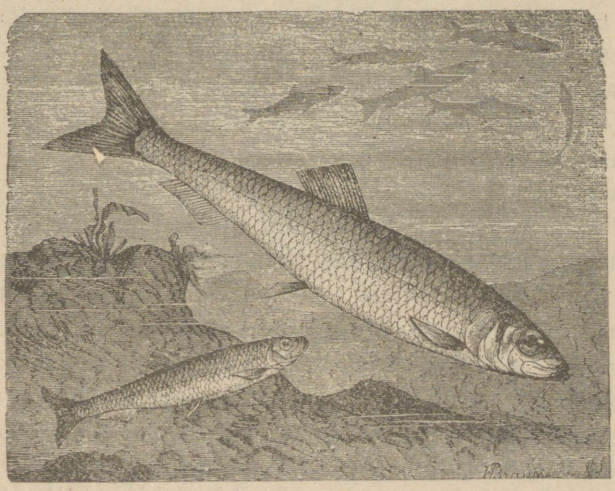
Milles seisab siin marja hukkamineku põhjus? Selleks, et munast noor kalake arenema võiks hakata, peab, nagu tähelepanelikul uurimisel on selgunud, veel isakala teda täiendama. Kudeja ema ahvena kehast vabanenud marja kohale ilmub isa-ahven, kes enda kehast piimasarnast niiska munarakkudele peale laseb. Niisk valmib isakala kehas, samuti kui mari emakalas, ja seisab koos väikestest kehakestest — seemnekehakestest. Alles siis, kui marja munake kokku saab ja ühte liitub niisa seemnega, tekib munast kala loode, millest pikapeale noor kalake välja areneb. Säärast ühteliitumist kutsutakse muna sigituseks ja seesugust lootevõimelist muna sigitatuks. Ahvenad koevad korraga 200—300 tuhat „munakest“, kuna aga paljud teised kalad neid üle miljoni sünnitavad (miks nii palju?). Sigitatud marjast tulevad soojas vees mõne päeva pärast noored ahvenad välja ja algavad iseseisvat elu. Kudemise ajaks rändavad ahvenad harilikult madalaisse, soematesse vetesse. Soojas vees arenevad munad kiiresti.

Ülesanded ja küsimused. 1. Nimeta veekogusid, kus ahven esinemas. 2. Kas on ta vete pinnal või põhjal liikuv kala. 3. Kirjelda ahvena nokkimise iseärasusi, mida oled tähele pannud õngitsemisel. 4. Vaatle ahvena soomust ja joonista selle pilt. 5. Millal koeb ahven? 6. Katsu veest leida ahvena kudu linte. 7. Millega püütakse ahvenaid jõgedest ja järvedest?

Räim.

Vaatlused. 1. Korda ahvena juures esitatud vaatlused 1, 2 ja 3. 2. Mõõda räime pikkust ja raskust. 3. Märgi, kuidas on tema soomustik ühenduses nahaga. 4. Vaatle räime sisemist ehitust. 5. Pane tähele, mille poolest on tema lõpuskaarestiku kamm ahvena omast erinev. 6. Missugust toitu pruugib räim? 7. Kes on kalameestele sõnumitoojaks kuderäime parve ühes või teises kohas ilmumise üle? 8. Kirjelda räimepüüki.

Räim elab meie Läänemeres. Ta esineb ainult meredes. Nagu ahven, nii on ka räim kohanenud vees elamisele. Räime



236. joon. 1 — räim; 2 — kilu.

kere on saledam kui ahvena oma. (236. joon.) Tal on suur pea ning avar suu. Tugevate lõpusekaante varjul asuvail lõpusekaartel on tihe kammistik, mis hingamisel lõpustest läbi valguvast

veest kõik toidupalad välja kurnab. Räime toiduks on peaasjalikult väikesed merevähikesed, kes vaevalt ühe millimeetri pikkused, ning väikesed vetikad. Ühekordseks kõhutäiteks kulub temale neid väikesi loomakesi kümneid tuhandeid. Toidu kogumiseks ujub ta suured alad viledasti läbi. Ta on osav ja kiir ujuja. Ujumispõis on räimele, nagu ahvenalegi, üles ja alla liikumise kergendamise vahendiks. Paaris-, paarita- ning sabauim on räimel pehme jõhvharulise toestikuga. Räim on kaitseta nõrk loomake. Loomulikuks kaitseks on temale keha värv, mis vee värviga ühte langeb. Seljast on ta sinikasroheline — sama värvi on ka vesi, kui tema pinnalt sügavusesse vaatame. Külgedelt ja kõhu alt on räim hõbevalge, nagu vesi, kui teda alt sügavast vastu päikest silmitseda. Räime peenike soomustik tuleb nahalt igal väiksemalgi puutumisel ära Veest väljavõetud räim ei kannata õhusviibimist — ta sureb pea silmapilkselt. Tähtsamaks meeleks on räimele, nagu ahvenalegi, külgjoon, millega ta veerõhu suurust tunneb. Nägemine on tal lühike, nagu kõigil alalistel vee-elanikkudel, sest vees ei saagi selle tiheduse tõttu kaugele näha. Räime vaenlasteks on tursad, pääsu- ja haikalad ning merelinnud. Kõige armutumad räime vaenlased on aga kaurid ja kajakad. Iseäranis maiad on kajakad parvedes kudemisele ilmuvate räimede peale. Isegi kalameestele näitavad kajakad teed seesuguse läheneva kalaparve juurde.

Arvukate vaenlaste hävitamise peale vaatamata ei näi iga-aastane püütavate räimede hulk kahanevat. Sellevastu on räimel üliküllane sigimine. Emaräim koeb korraga 40—60 tuhat muna. Räimed ilmuvad parvedes vee pealmist kihti mööda liikudes rannamerde kudemisele. Munad on raskemad kui vesi ja vajuvad põhjale. Madalas vees, kus vesi tuule käes põhjani läbi loksutatakse ja nii õhuga varustatakse, on marjal tarvilised arenemise eeltingimused. Need on soojus ja hapnikurikas vesi. Kudemine sünnib aprillis ja mais. Koetud marja hävitavad põhjal liikuvad kalad ja muud mereelukad. Õnnelikult arenenud maimud pöörduvad sügisel septembrikuul lahtisele merele tagasi.

Räim on magedalt kui ka soolatult laiemalt tuntud leivakõrvane meie kodumaal nii linnas kui maal. Teda püütakse võrkude ja nootadega.

Räime lähemad sugulased on heeringas ja kilu. Räim, heeringas ja kilu ei tungi teistele kaladele kallale ega pruugi neid toiduks, nad on rahukalad. Ahven on röövkala.

Magedates vetes esinevatest rahukaladest nimetaksime särge ja roosärge (237. joon.), kes on selle poolest eriti



237. joon. 1 — särg; 2 — roosärg; 3 — viidikad.

tähelepandavad, et nad peaasjalikult taimtoitu pruugivad. Nad söövad veetaimede noori lehti ning pungi, samuti ka peeni vetikaid. Särjed on esinemas pea kõigis kodumaa vetes.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle ahvena, räime ja särje välist kuju, kehakatet ja liikumisvahendeid. 2. Kas on rääbis, räim ning kilu üks ja sama kala, kui ei, mille poolest lähevad nad siis lahku? 3. Missuguses vahekorras on röövkalad ja rahukalad meie vetes? Kas on ühed ilma teisteta mõeldavad? 4. Nimeta röövkalu ja rahukalu teie vee-

kogust. 5. Kirjelda tundmaõpitud kalade kudemisaja nähtusi ning kudepaiku. 6. Millega püütakse neid kalu? 7. Kuidas pruugitakse neid toiduks? 8. Kuidas kutsutakse teie pool räimi teise nimetusega?

Jõevähk.

Vaatlused. 1. Kirjelda veekogu iseloomu (kalda ehitus ja taimestik), kus esinevad jõevähid. 2. Vaatle vähi keha kuju ning värvi ja pane tähele, mis määral on viimane ümbrusega kokkukõlas. 3. Kirjelda vähi suu osasid, jalgu ning „kääre". Kirjelda vähi silmi ja tundesarvi. 4. Missugusteks osadeks võib jämedais joontes vähi keha liigestada? 5. Kirjelda vähi rahulikku liikumist. Pane tähele, kuidas liigub ta kiiresti põgenedes. 7. Kirjelda vähi peljupaika. 8. Millal vahetavad vähid koort ja kuidas teevad nad seda? 9. Kuidas sigivad vähid?

Jõevähk elab jõgedes ja järvedes. (Tabel I.) Ta pesitseb kaldasse puuritud koobastes, puujuurte all ja kivide vahel. Päeval on ta harilikult siin paigal ja tuleb alles õhtu videvikus välja saagile. Ta toidab ennast mitmesuguste loomadega, nagu vihmaussidega, putukate tõukudega, konnadega, kaladega ja viimaste kuduga. Jõevähk sööb ka rohtu ja haisvat raibet. Ta keha värv on harilikult kokkukõlas ümbruse omaga: mudapõhjaga jões on vähid pruunjasmusta värvi (kaitsevärv).

Ka kõvast kitiinollusest kehakatja koorik on vähile heaks kaitseks paljude vaenlaste vastu. Koorik katab tema keha esimest osa selja ja külgede poolt nagu k i l p. Esimese kilbialuse kehaosa, pearinna külge kinnituvad viis paari käimisjalgu. Esimeste jalgade paar on varustatud suurte, kääride laadi sõrgadega, milledega vähk saaki kinni hoiab ja ennast kaitseb. Järgnevail jalgadel on väikesed käärikesed. (238. joon.)

Pearinnale järgnevat tagakeha, mida harilikult l a k a k s nimetatakse, katab pealtpoolt lüliline koorik, mille iga tagapool oleva lüli serv eespoolse alla ulatub. Laka all on hulk väikesi ujumisjalgu. Lakas on tugevad lihased, millede järsu kokkutõmbamise varal vähk tagaspidi ujub. Ujumise korral suurendavad laka löökide jõudu tema viimase lüli serval asuvad kõvad kitiinlehekesed.



Vähid.

Üleval emavähk, all isane.

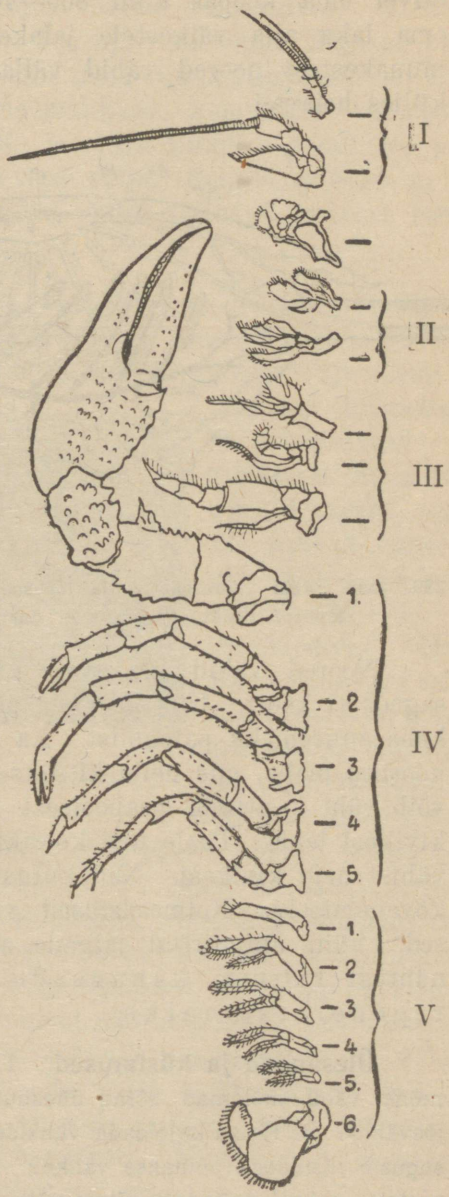
H. Laakmann'i trükk. Tartus.

Jõevähil on pearinna peaosal liikuvate pulgakeste otsas kummalgi pool üks liitsilm. Peas on tal veel kaks pikka tundesarve, mis üksikutest lülikestest koos seisavad. Nendest natuke tagapool on veel üks paar lühemaid kaheharulisi tundesarvi. Tundesarved on vähile meeleriistadeks. Ka pea all asuva suu osad on lülilise ehitusega ja nii korraldatud, et vähk nendega toitu võib peenendada. Toit peendub lõplikult kõhus, mis pearinnas asub. Kõhul on kitiinvooder, milles kolm kõva, toitu peeneks hõõruvat kisu.

Vähk on veeloom ja hingab, nagu kaladki, lõpustega. (239. joon.) Need on pearinna kilbi servade all kummalgi küljel. Lõpustel on suleladva kuju, milles palju peenikesi juussooni. Lõpuste kaudu saab veri kilbi servade alust uhtvast veest hapnikku ja vabaneb süsihapust gaasist.

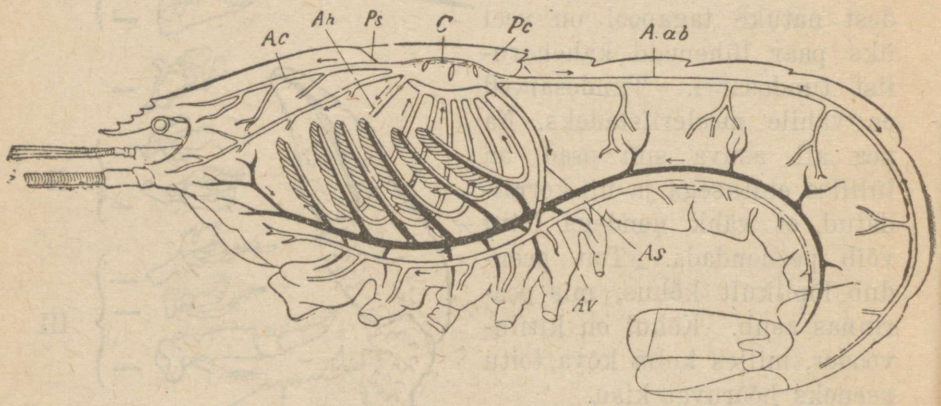
Veri on, nagu varemini vaadeldud putukatelgi, värvita. Verd paneb kehas liikuma seljapoolses osas asuv kotisarnane süda.

Ergukava seisab koos üksikutest ergusõlmedest, mis isekeskis ühendatud. Kõige suuremad neist on kurgu pealmine ja alumine sõlm.



238. joon. Jõevähi jalad ja suuosad. I — katsumissarved, II ja III — suuosad, IV — käimisjalad, V — ujumisjalad.

Vähid paljunevad m a r j a g a (munadega). Emavähk koeb talvel oma koopas kuni 300—400 munakest ja kinnitab nad oma laka alla väikestele jalakestele. Suve alguses tulevad munakestest noored vähid välja, kes end mõni aeg veel ema küljes hoiavad.



239. joon. Vähi veresoonestik ja lõpused. C — süda. Sule laadi sünnitused — lõpused. A ab, Ac ja As — tuiksooned, mustaga — tõmbsoon.

Noored vähid kasvavad kiiresti. Kasvades ajavad nad sagedasti koort. Uus koor on pehme ja ei takista noore looma keha suuremaks paisumist. Ka vanad vähid ajavad igal suvel kooriku maha, mis neile kitsaks on jäänud. Enne koore ajamist võib vähi pearinna peapoolsest osast alati väikesi ümmargusi kivikesi leida. Peale uue kooriku kõvaksmuutumist ei leia me vähist neid kivikesi. Nad kulusid uue kooriku lubjastumiseks, kõvenemiseks. Kolmeaastased vähid on juba nelja tolli pikkused. Vähi äramurtud jalgade asemele kasvavad uued. Seda nähtust kutsume k e h a o s a d e u u d u m i s e v õ i m e k s ehk r e g e n e r a t s i o o n i k s.

Ülesanded ja küsimused. 1. Millega seletada seda nähtust, et mõnel vähil mõlemad sõrad ühesuurused ei ole. 2. Millega hingavad jõevähid? 3. Katsu kirjeldada vähkide talitusi söömapala kallal. 4. Missuguste riistadega püütakse vähke? 5. Mis põhjusel on vähid viimaste aastate jooksul paljudest vetest välja surnud?

Kollaseservaline ujur.

Vaatlused. 1. Vaatle ujuri üldist kehaehitust. 2. Eriti vaata tema jalgade kuju. 3. Too ujur veenõuga koju ja pane ta klaaspurki. Pane tähele siin tema ujumisliigutusi. 4. Lase ujuri juurde purki mõni teine mardikas, kala maim või konna kulles ja vaata ujuri talitusi. 5. Ujur ilmub aegajalt vee pinnale, ulatades tagakeha otsa veest välja. Selgita, milleks on see temale tarvilik. 6. Vaatle ujuri tõugu välimust ja tema toitumisviisi.

Ujur on 3 sm pikkune alaliselt vees elutsev mardikas. (240. joon.) Ta keha on munajas, väga lame ning teravate servadega. Pea on tal lai ja lühike, silmad väikesed; ujuri suu on tugevate lõugadega. Katsumissarved on lühikesed. Kitsa rinnakilbi tagant algavad paksud kattetiivad, millede all pehmed võrktiivad — lennuaparaat. Mardika üldine värv selgmisel poolel on mustjasroheline, kõhu all aga kollakaspruun. Tiibade välisel serval on kollakas palistus, mille tõttu seda ujurit kollaseservaliseks ujuriks nimetatakse. Ujuri jalad on laiad, aerude laadiliseks kujunenud ujumisvahendid. Jalgade sõudepinda suurendavad nende servadel kasvavad kõvad karvad. Isaste ujurite esimene jalapaar on ümmarguste otsadega iminappadega, mis emastel puuduvad. Olgugi et ujurid alaliselt vees viibivad, ei hinga nad siiski vees leiduva õhuga, nagu kalad ja vähid, vaid ilmuvad aegajalt vee pinnale. Siin sirutavad nad oma tagakeha veest välja ja kehitavad selle juures natuke kattetiibu, nii et väline õhk viimaste alla pääseb. Värske õhu tagavaradega sõuab ujur uuesti sügavamale vette.



240. joon. Kollaseservaline ujur ja ta vastne.

Ujur hingab õhutorukeste ehk traheede abil. Ujurid võivad ka väljaspool vett hingata. Nad lahkuvad vahel harva

oma alalisest elukohast ja lendavad mõnda teise kohta. Akvaariumid, milledes ujureid vaadeldakse, olgu ööseks tiheda võrguga pealt kaetud.

Ujurite toiduks on kõik vähemad aeglasemad loomad, kes tema eest ei suuda põgeneda ega end kaitsta. Ta tungib koguni suuremate loomade kallale. Nii haarab ta kalu, konni, triitoneid ja teisi endast suuremaid loomi. Tugevate lõugadega pureb ta näiteks kala külge augu ja kõigist kala vabastumiskatsetest hoolimata ei lase ujur viimast lahti. Toidupuudusel tungivad nad ka üksteise kallale ja tugevamad murravad nõrgemad maha.

Kevadel muneb emaujur vee põhjale oma munad, milledest peagi vastsed arenevad. Vastsete lai pea aheneb tahapoole. Kummalgi pool pead on kuus lihtsat silma. Vastsetel puuduvad purevad suuosad ning nende lõuad moodustavad toru, mille varal nad oma saagi verest ja lihast tühjaks imevad. Osa suulisandeid on ujuri vastsel aga alatasa lahti ja kinni tõmbuvateks tangideks moondunud, milledega ta oma ohvrit kinni hoiab. See kuuejalgne t õ u k ei ole vähem röövel kui ujur ise. Tema imeb konna kulleseid, maime ja teiste veeputukate vastseid tühjaks. Oma saaki uimastab ta mürgiga, mida lõugadest haava pritsib. See mürgine vedelik mõjub koguni lahustavalt looma kudede peale ja kergendab seega ujuri tõugul viimaste väljaimemist saagi katetest. Nii algab ujuri tõugu toidu ümbertöötamise toiming, seedimine, juba enne vastavatesse seedimisriistadesse jõudmist.

Ujuri tõuk hingab, nagu täiskasvanudki loom, veepealse õhuga. Rikkalikult toitu saades ajab tõuk lühikeste ajajärkude järele nahka — kestab. Ujuri vastne poeb peale viimast kestamist kaldamudasse ja moondub tupeks — nukkub. Ujurid on täieliku moondumisega putukad.

Ülesanded ja küsimused. 1. Viska purki, kus mõned ujurid, tükk liha ning vaata nende avaldusi. 2. Vaata, kui tihti ilmub ujur ja ta tõuk vee pinnale oma õhu-tagavara värskendama. 3. Kirjelda ujuri tõugu toiduvõtmise iseärasusi. 4. Miks peame ujurit täieliku moondumisega putukaks? 5. Võrdle ujuri, mesilase, sipelga ja heinaritsika moondumisnähtusi.

Laulusääsk.

Vaatlused. 1. Vaata laulusääse üldist ehitust. 2. Vaata tema kärssa ehk imemisnokka, jalgu ja tiibu suurekstegeva klaasiga. 3. Vaata, kuidas liigub sääsk pindadel, milledele toetub, „jalad ülevalpool“. 4. Vaatle sääske lennul ja kuulata tema häält (pirinat). 5. Lase sääske oma käel niikaua imeda, kuni ta ise ära läheb, ning kirjelda tema imemistegevust. 6. Kus on rohkem sääski, kas kuival alal või veerikastes kohtades? 7. Katsu leida lähemast veelombist pildil näidatud tõuke ja tuppesid. 8. Selgita, kuidas hingavad tõugud ja nukud, kas vees oleva või välimise õhuga.

Laulusääsk on meile kõigile tuntud kui tüütu loomake. (241. joon.) Tema keha tähelepanelikult vaadates leiame selle jagunevat peaks, rinnaks ja tagakehaks. Väheldane pea ühendub rinnaga pehme nahkvoldi varal. Peal on oakujulised suured silmad, sule laadi katsumissarved ja suuosad. Suuosad on nagu kärbselgi kärsaks moondunud. Kärss ehk imemisnokk koostub neljast teravast harjasest, milledega looma või inimese nahk läbi pistetakse, ja tupest. Sääse toiduks on inimese ja loomade veri ning taimede mahlad. Isaste sääskede kärss on nõrgem kui emaste oma. Sellevastu on isastel palju suuremad sulgsed katsumissarved. Lühikesele rinnale kinnituvad võrksed tiivad. Teine paar tiibu on sääsel jäänud, nagu kärbselgi, tõm-



241. joon. Laulusääsk. 1 — ema, 2 — isa, 3 — tõuk, 4 — tupp; keskel tupest väljenev sääsk.

pideks nuiakesteks, milledega ta lennul alalist pirisemismuusikat helistab. Rinnale kinnitub ka kolm paari karvaseid jalgu, milledel käpp, säär ning reis ühes pöörlüliga. Sääse käpal on, nagu kärbsegi omal, pehmed mõhnad, millede abil loomake võib libedatel pindadel, jalad ülespoole, liikuda.

Sääski leiame rohkel arvul soode, järvede ja tiikide lähedusest, veerikkal suvel enam kui kuival. Sääsk on pooleldi õhu, pooleldi vee elanik.

Emasääsk muneb oma munad vette. Laulusääse munad on kitsakaelalised kannukesed, mis pealt kaanekesega kaetud. Munad kititakse ilaga ühiseks parveks, mis vabalt vee pinnal ujub. Mõne päeva pärast poevad siit, kaanekesi üles kergitades, laulusääse tõugud välja, kes kohe vette kaovad. Tõugud on suure pea ja silmadega, millede ees on karvatupsuga lõppevad katsumissarved. Ka lülidesse liigestatud kere külgedel on karvatupsud, üks paar igal lülil. Eelviimase lüli küljel on pikem kitsas toruke, mida laulusääse tõuk aeg-ajalt veest välja upitab. Ei ole raske arvata, et ta selle kaudu pealtvee hapnikku hingamiseks saab.

Tõugu suul puuduvad imemisseadised. Tema suuosadeks on üks paar harjastega lõugu, milledega ta vett endasse ahmib ja sellega ühes seal leiduvat toidupoolist. Tõuk ajab korda kolm kesta ja on täisealisena laulusääsest enesest tublisti suurem. Neljanda kesta heitmise järele nukkub tõuk. Tupp tuletab väliselt kirjakoma meelde. Tupe laiemalt otsalt ulatuvad kaks lühikest toru vee pinnale, millede varal nuku õhuvahetus toimub. Laulusääse nukk ei tarvita toitu, kuid varemini vaadeldud putukate nukust erineb ta sellega, et võib vabalt ujuda, end oma sabaosaga liigutades.

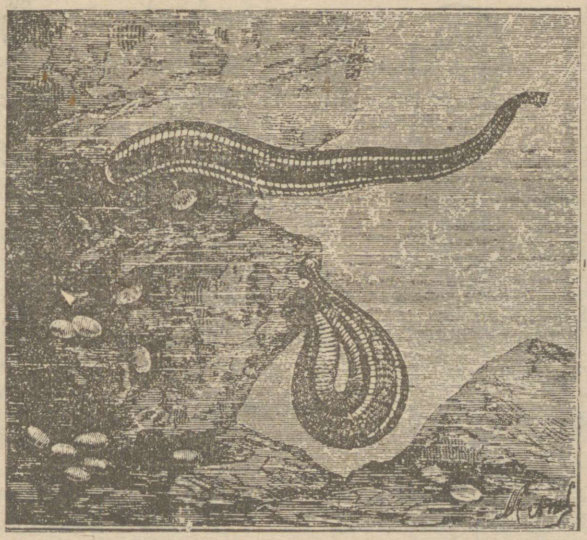
Mõne aja pärast pakatab tupe selg ja lõhest poeb välja noor sääsk, toetudes esimeste jalgadega tupele. On vesi lainel, siis hävib palju tupest ilmuvaid sääski, kes ühes oma tupega ümber kukkudes ära upuvad. Sääse moondumine vältab 3—4 nädalat. Nii elavad sääsed suve jooksul 4—5 põlve üle. Sügisel saavad sääsed otsa, ainult mõnel üksikul läheb korda talve kuskil soojas nurgas üle elada. Kevadel, kui veed soojaks lähevad, kannavad need üksikud üle talve elanud sääsed oma munad veele, kus neist peagi noored sääsed võrsuvad.

Ülesanded ja küsimused. 1. Katsu veest korjata sääse tõuke ja pane nad tuppa veekaussi ning jälgi nende arenemist. 2. Võrdle kärbse ja sääse tõuku. 3. Kas teeb sääsk häält, kui ta mõnel asjal istub?

Apteegikaan.

Vaatlused. 1. Vaatle kaani keha üldist kuju ning värvi ja võrdle seda ümbruse värviga. 2. Vaatle eriti kaani keha esimest ja tagumist otsa. 3. Vaata, kuidas liigub kaan vees, kuidas kuival maal. 4. Mida tarvitab kaan toiduks?

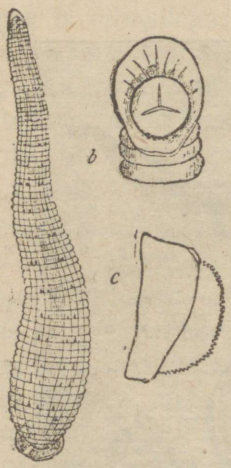
Kaanide keha langeb, nagu vihmaussi oma, hulgaks (90—100) rõngasteks. (242. joon.) Kaani keha selgmine pool on kumeram,



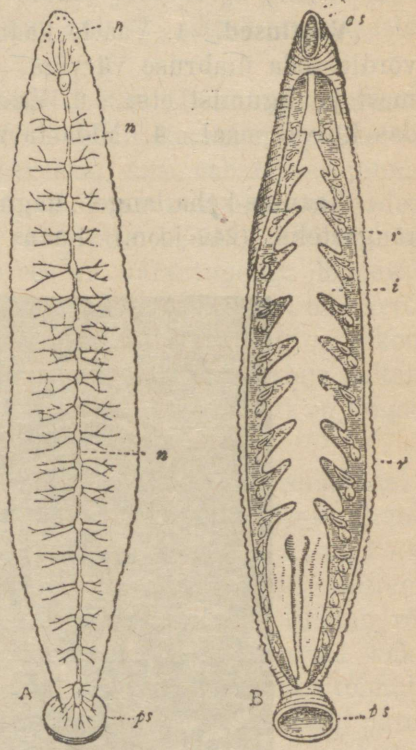
242. joon. Kaanid.

kõhtmine lamedam. Keha üldine rohekasmust värv ei ole tumedal mudasel vee põhjal, kus kaan suurema osa ajast viibib, silmatorkav. Peamine ja sabamine keha ots lõpevad imemisnapaga — kupuga, millega kaan end asjade külge imeb. Peas on tal 10 väikest silmakest. Esimeses iminapas avaneb kolmekandiline suu, mille servad saagjasteravaiks lõugadeks on arenenud. (243. joon.) Otse suust läheb sopirikkasse soolde

Kaani toiduks on imetajate ja teiste, eriti veeloomade, nagu kalade ja konnade, veri. Imemisnapaga lutsib kaan end naha külge, imeb selle suhu ja saeb oma lõugadega katki. Imemise tõttu on kaani suus nõrgem rõhumine kui saaklooma kehas ja sellepärast valgub viimase veri haavast hoogsasti kaani suhu ja siit sopilisesse soolde. (244. joon.) Kaan paisub takistamata söömisel 3—4 korda oma harilikust kogust jämedamaks. Selle kõhutäiega võib kaan väga kaua söömata läbi ajada (aasta ja enam).



243. joon. Kaan. b — peamine iminapp ja lõuad; c — lõuad (suurendatud).



244. joon. A — kaani ergukett ja n — silmad; B — sopiline sooletoru.

Kaani vaenlasteks on ujurid ja nende tõugud, vesirotid ja veelinnud. Tume kaitsevärv on temale heaks peljuvahendiks.

Kaan on alaline vee elanik. Kuid hingamine ei toimu, nagu paljudel varemini vaadeldud loomadel, lõpuste ega kopsude varal, vaid kogu pehme naha kaudu.

Juulikuul ronib kaan kaldale ja uuristub siin mudasse. Keha kattub naha näärmetes valminud paksu limaga. Sellesse limakesta muneb emaloom nööpnõela-pea suurused munad. Peale

selle kui emaloom kestast välja pugenud ja vette läinud, tõmbub see umbseks tupeks. Munast kujunenud noored valkjad kaanikesed toituvad alguses selle kesta limast. Viimaks lahkuvad ka nemad urkakesest ja lähevad vette. Kaanid kasvavad aeglaselt.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mille poolest läheb kaani keha vihmaussi omast lahku? 2. Kuidas võib kaan endasse nii palju verd imeda? 3. Missuguseks muutub kaan peale täitumist verega? 4. Missugused on siis tema liigutused?

Mõned välismaa taimed ja loomad.

Meie maitsejoogid: tee, kohv ja kakao.

Teepõõsas on pärit Indiast. (245. joon.) Metsikus olekus kasvab ta India metsades sagedasti kuni 15 m kõrgeks puuks. Ta tuletab oma munajate lehtedega meil ilutaimena esinevaid kameeliaid meelde. Lehed on tal igirohelised, libedad ning läikiva pinnaga. Valged roosikujulised aromaatsed õied ripnevad 1—2 kaupa lehtede kaenlast alla. Õies on palju tolmukaid, sagedasti üle 100. Need õied on rikkad kergesti lenduvast lõhnaõlist. Nii selles õlis kui ka taimede lehtedes on isesugust erutavat ainet teiini. Suurel hulgal mõjub see aine kahjulikult, mürgitavalt.



245. joon. Teepõõsa õites oks, all vili.

Teepõõsa lehed korjatakse okstelt ja kuivatatakse ära. Teesordid olenevad peaasjalikult sellest, millal lehed on korjatud ja kuidas nad on kuivatatud. Tähtsamal teeistanduste maal Hiinas võetakse põõsastelt lehti 3 korda aastas. Korjatud lehti lastakse natuke aega õhu käes

närbuda ja siis pannakse nad sooja vee auru ning seepeale kõrge kuumuse kätte kuivama. Nii saadakse *must tee*. Pannakse aga lehed otse peale korjamist veeauru ja siis kuuma kuivatisesse, siis valmib selle toimingu saadusena *roheline tee*. Tee lõhnastamiseks segatakse lehtede sekka hästi lõhnavaid õisi.

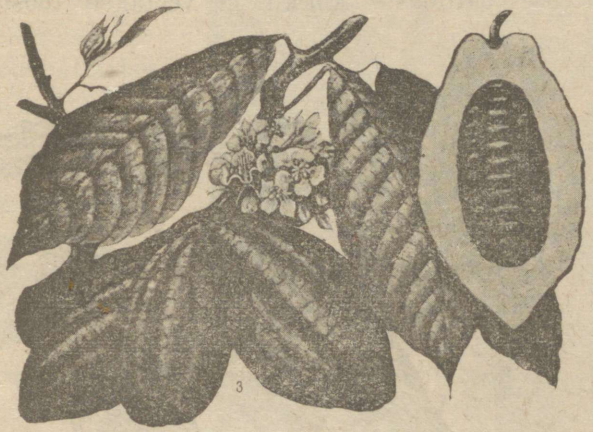
Kohvipuuke on väike igihaljas lõunamaa põõsas, pärit Abesiiniast. (246. joon.) Valgetest õitest valmivad esiti rohelised, siis punakad ja viimaks lillad ploomitaolised lihakad viljad. Kohvipuu õied puhkevad 8 kuu vältusel. Nii on sagedasti ühel puul sama aegu õisi, poolvalminud ja valminud vilja. Viljas on kaks läikiva nahaga seemet. Need on kaks külg külje vastu litsutud „uba". Mõnedes viljades on ainult üks iva, millel mõlemad küljed kumerad. Seemned sisaldavad *munavalget*, *suhkrut*, *õli*, *parkainet* ja mürki *kofeiini*. Kergesti lenduv õli annab kohvile omase lõhna. Kanges kohvis on palju kofeiini, mis mõjub erutavalt südame tegevuse peale. Et kohvi leem liig vähesel määral toitaineid sisaldab, on ta ainult *ärritav maitsejook*. Praegusel ajal on tähtsamad kohvi-istandused Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, Jaava saarel ning Araabias (Mokka kohvi).



246. joon. Kohvipuu oks õite, lehtede ja viljaga.

Kakaopuu on põlistest Ameerika metsadest pärit. (247. joon.) Praegu kasvatatakse teda igal pool, kus soe kliima. Ka tema on igihaljas taim. Kakaopuu õitseb kogu aasta otsa. Õied on kollakaspunased ja väga arvurikkad. Õitega ühte aegu valmib puudel ka vili. Paljudest õitest ei kujune peale õitsemist vilja. On selgunud, et 3000 õiest keskmiselt ainult üks viljavõimelisena edasi areneb. Õied kasvavad okstel kobaras. Kurgilaadi-

lises viljas on naha all hapukas viljaliha ja selle keskel, südames palju oataolisi seemneid. Puult võetud viljades on need seemned kibedad; puistatakse aga oad viljast välja ja lastakse neid mõni päev hunnikus seista, käärida, siis omandavad nad hea maigu. Seesugustena saadetakse nad vabrikusse, vabastatakse kestast, kõrvetatakse ja jahvatatakse peeneks. Sellest



247. joon. Kakaopuu oks õite ja viljaga, paremal pool avatud vili.

kakaopudrust pigistatakse nüüd teatud hulk rasva, „kakaovõid“ välja, millest seepi ja salvi valmistatakse. Õlipressimisest ülejäänud puru jahvatatakse uuesti ja läkitatakse kakaojahuna müügile. Kakaost saadakse suhkru ja vanilli juurdelisamisel šokolaadi. Kakao sisaldab, nagu tee ja kohv, ainet, mis erutavalt mõjub. Et kakao oad suurel hulgal tärklist, õli ja munavalget sisaldavad, siis ei ole kakao ja šokolaad ainult maitse-, vaid ka väärtuslised toiduained. Kakaod, teed ja kohvi tuleb hoida kinnistes nõudes, sest muidu lendub neis ainetes leiduv kerge taimõli ära.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missugust mõju avaldab kange tee ja kohv õhtul inimese peale? 2. Miks nimetame kohvi ja teed maitsejoogiks, kakaod aga toidupooliseks peame?

Tehnikas kasutatavad taimed.

Puuvilla-põõsas on suurte mitmehõlmaliste lehtedega ja kollaste õitega taim. (248. joon.) Vili on kupar, mis küpseks saades pakatab. Pakatanud kuprast tuleb villatutt nähtavale, mis muud ei ole kui hernetera suuruse seemne lennuaparaat (võrdle papli viljaga). Villakiudude pikkus on 3—5 sm. Selle villa saamiseks kasvatataksegi puuvilla-põõsaid suurte istandustena Indias, Hiinas, Egiptuses ja Ameerikas. Siin kogutakse nende põõsaste seemned suurtesse pallidesse kokku ja veetakse tööstusemaadele



248. joon. Puuvilla-põõsa oks õite ja viljaga; 2 — üksik seeme.

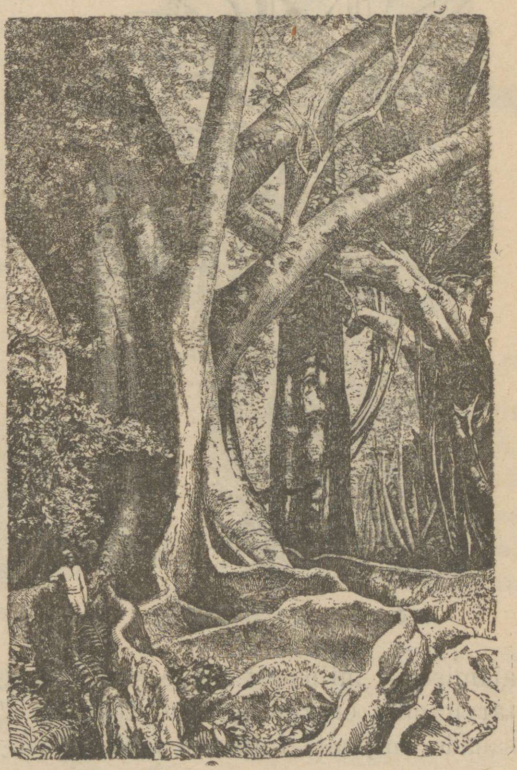
vabrikutesse ümbertöötamisele. Puuvillast saadakse väärtuslist riiet. Tööstuses tarvitatavat puuvilla saadakse ka mitmelt teiselt taimelt. Puuvilla laadi viljaga on meie soodel kasvav villpea.

Kautšuk on piimataoline mahl, mida paljudest taimedest saadakse. Sagedamini saadakse teda kautšukipuult, mis Brasiiliast pärit. Kautšuki saamiseks lõigatakse selle puu koorde haavad, mis kuni puuosani ulatuvad. Haavadest imbub piimjat vedelikku välja, mida nõudesse kogutakse. Selle mahlaga kaetakse laiade laudade pind, ja siis hoitakse laudu tule ees.

Laudade võidmist ja tulel paistmist toimetatakse mitmel korral. Viimaks jääb laua pinnale sitke paks kautšukikord; mahlas leiduv vesi aga auras tulel paistmisel ära.

Nüüd lõigatakse kautšuk tükkideks ja võetakse laudadelt ära. Kautšukit pruugitakse kummiasjade valmistamiseks Väävli ja mõne teise ainega ümber töötades saadakse kautšukist kõva eboniit, millest paljusid tarbeasju valmistatakse (nööbid, elektritarbed, kammid jne.).

Ka India hiiglakummipuu, mis mõõduandva üksusena sealsetes ürgmetsades esineb, on tööstusele suureks kautšuki allikaks. (249. joon.)

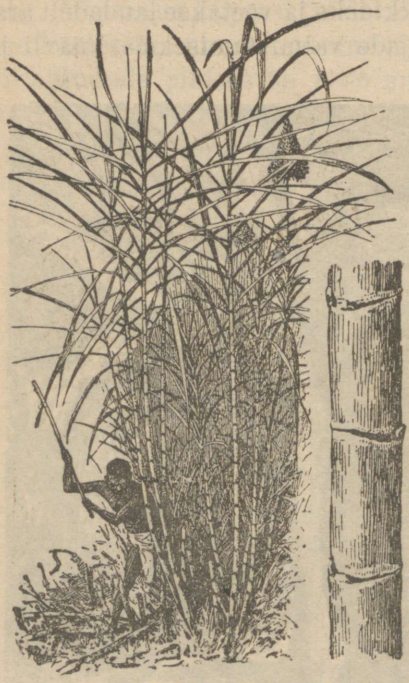


249. joon. Hiigla kummipuu.

Suhkru - pilliroog on, nagu rukiski, kõrstaim, millel palju sarnasust meie vetel esineva rooga. (250. joon.) Teda kasvatatakse pehmel mudasel põllul. Ta kasvab 4—6 meetri kõrguseks taimeks. 5 sm jämedune vars lõigatakse õige maa ligidalt juurelt maha, laasitakse lehtedest paljaks ja saetakse tükkideks. Kõrretükid aetakse raskete raudrullide vahelt läbi ja nii muljutakse neist magus mahl välja, millest ümbertöötamisel pilliroo-suhkrut saadakse. Tampimisest ülejäänud suhkrurikkaid riismeid pruugitakse rummi ajamiseks.

Riis on kaera laadi, pöörisega (lakaga) taim. (251. joon.) Ta on rukki kõrguse kõrrega. Riis on sootaim ja sellepärast hoitakse riisi põllud kunstlikult madala vee all. Üksikud mäeriisi sordid võivad ka vähem niisutatud põllul kasvada. Riisi-

terad rabatakse suurtes masinates pöörisest välja. Riis on oma saagiannilt üks kõige tulusam teravili. Riisiteri tarvitatakse riisitärklise valmistamiseks ja piiritust sisaldavate jookide



250. joon. Suhkru-pilliroog.



251. joon. Vees kasvav riis.

ajamiseks, milledest kõige kuulsam arak. Kuid kõige laiemat tarvitamist on riis leidnud toiduna. Ta on Hiinas ja Indias sadade miljonite inimeste toiduks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle jäneselille ja puuvilla vilja levitamise vahendeid papli ja paju vilja lennukitega. 2. Kirjelda asju, mida kautšukist valmistatakse. 3. Võrdle suhkru pilliroogu ja riisi isekeskis ja varemini tuntud kõrsviljadega.

Tuttavad lõunamaa puuviljad.

Lõunamaa puuviljad on kindel rühm viljasid, mida meile harilikult Vahemere maadelt veetakse. Laiemalt on neist meile tuntud apelsiin ja sidrun. Et talv Vahemere maadel soe

on, siis jäävad siin need puud kogu aastaks lehte. Olgugi et neid taimi juba enam kui 2000 aastat Kreekamaal ja Itaalias haritakse, on nende mõlemi arvatav kodumaa Aasias. Apelsiini õied on valged ja hästi lõhnavad. (252. joon.) Õitest saadakse õli, mida pruugitakse lõhnavate vedelikkude valmistamiseks. Viiepesaline sigimik paisub ja kasvab nahkja kattega marjaks. Valminud marjas on seemned mahlaka viljaliha südames. Olgugi et apelsiinid alles aprillis



252. joon. Apelsiini oks õite ja viljaga. Üksik õis.



253. joon. Viigipuu oks õisikuga ja noore viljaga. b — õisiku lõik; c — emakatega õied; d — tolmukatega õis; e — seemne lõik; f — seeme.

täiesti valmivad, korjatakse neid väljaveoks juba veebruaris puudelt. Teel valmivad nad edasi ja on nii ka veo halbustele vastupanevamad.

Mandariinid on vähemad apelsiinid, millede kodumaaks Hiinamaa, kuid ka neid kasvatatakse Vahemere ääres.

Sidruni vili on hapukas ja tema mahlast saadakse janukustutavaid jooke. Sidruni vilja koored lähevad toitude juurde maitseainena.

Viigipuu on Vahemere rannas tuntud nahkjate viiehõlmaliste

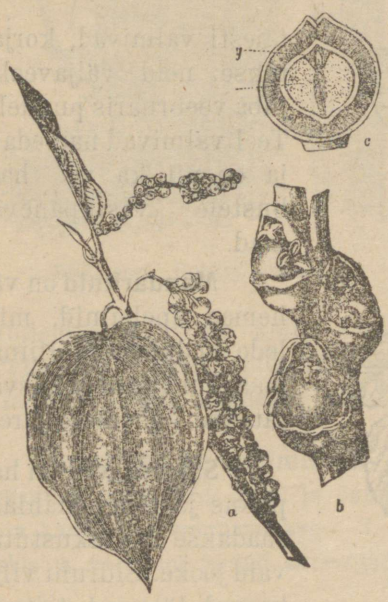
lehtedega puuke. (253. joon.) Viigipuu vili on terve õisiku välisseina moodustus ja temas leiduvad seemned on igaüks eriõie sigimikust kujunenud. Lõikame noore viigimarja katki, siis leiame tema õõnest palju õiekesi. Viigimarju tarvitatakse mitmel pool leiva asemel. Meile tulevad nad harilikult kuivatatult ja rohuski nööridele lükitud võrudena.

Teistest Vahemere marjadest oleksid nimetada veel rosinad ja mandlid.

Ülesanded ja küsimused. 1. Missuguste kodumaa puuviljadega võid võrrelda apelsiini ja sidruni vilja? 2. Mille poolest viigipuu vili apelsiini omast erineb? 3. Võrdle viigimarja aiamaasika viljaga.

Harilikumad maitseaine-taimed.

Piprapõõsas kasvab Indias ja Sunda saartel. (254. joon.) Ta ronib oma nõrga varrega, nagu meie humalgi, teiste puude najal üles. Istandustes seatakse temale tugikepid. Munakujuliste lehtede vastas on õisik. Tolmukatega ja emakatega õied on kumbki ise põõsastel ehk jälle ühel ja samal põõsal, kuid lahus. Valminud peades on hernesuurused marjad, mis alguses rohelised, hiljemini punased ja lõpuks kollased. Kui noppida valmimata marju, siis kortsub kuivatamisel nende liha seemne peal. Nii saadakse must pipar. Korjatakse aga täiesti küpseks saanud marju ja vabastatakse nad viljalihast, siis on meil tegemist valge pipraga.



254. joon. Piprapõõsa oks viljade ja lehtedega; b — õied; c — vilja lõik.

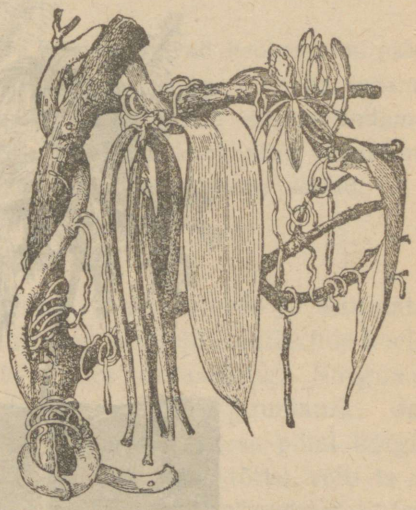
Loorberipuu kasvab ka meil klaasmajades, kuid tema päris-maa on Vahemere ümbrus. (255. joon.) Tema marju ja nahkjaid lehti pruugitakse toitude tegemisel maitseandjaks. Muinas-Kreeka-

maalt päritud pruugina kestab igal pool komme anda spordivõistlustel võitjana esinevale harrastajale loorberidest pärg.

Vanill on Mehhiko ja Kesk-Ameerika põlismetsa põõsastaim, mis oma oksi tugede najal valguse poole ulatab. Tema õite tolmutamist toimetavad väikesed linnud, kes vanilli õitest mett võtmas käivad. (256. joon.) Praegu haritakse vanilli pal-



255. joon. Loorberipuu oks õite, lehtede ja viljadega.



256. joon. Vanilli oks viljaga.

judes palav-vöö maades kultuurtaimena. Tema viljast saadakse lõhnavat maitseainet.

Kaneelipuud esinevad Tseiloni saarel. Neid ei lasta suurteks puudeks kasvadagi. On nad umbes nelja sentimeetri jämeduseks saanud, siis kooritakse nende okstelt ja tüvelt koor ära. Kuivades kokkutõmbunud kooretükid omandavad kaneelile omase tuntud punaka värvi. Need koored ongi turule läkitatav kaneel.

Ülesanded ja küsimused. 1. Milleks kasutatakse toitude juurde pipart, loorberilehti, kaneeli ja vanilli. 2. Tuleta mõnda kodumaal

tubades kasvatatavat taime meelde, mis neile taimedele sarnane näib olevat.

Kookospalm.

Kookospalm on ranna ja saarte taim. Ühtlase kõrge tüve otsas on suurtest lõhestatud sulglehtedest võra, mis palju varju annab. Tolmukatega ja emakatega õied on mõlemad ühel ja samal palmil. Nad ripnevad lehtede kaenlast välja. Kookospalmi vili on pea suurune pähkel. Tema koor koostub pehmest välisest ja kivikõvast sisemisest osast. Kõva kooreosa all on



257. joon. Kookospalm ja vähem saagopalm.

pähkli õõnes tuum, mis seest piimasarnase vedelikuga täidetud. Tuuma lihavad osad kui ka piim kuluvad noorele taimele idanemisel toiduks. Kookospalmi pähklid sattuvad kergesti merde ja kantakse veevooludel sagedasti kaugele elutamata korallisaartele.

Palav-vöö elanikkudele on kookospalm esimese järgu tähtsusega taim. Pähkli pehme tuumaga ja selle piimaga toituvad

paljud miljonid ranna ja saarte elanikke. Välistest pähklikoore osadest saadakse linakiu taolist kookoskiudu, millest vaipu, harju ja köisi välja töötatakse. Kõva koor on pärismaalastele jooginõudeks, kuna aga Euroopa vabrikud temast nööpe valmistavad. Kuivatatud kookospähkleid veetakse välja õlide ajamiseks, milledest ümbertöötamisel seepi ja küünlaid saadakse.

Aasia ja Aafrika kõrbedes on igapäevase „leiva“ andjaks datlipalm. Peale toidupoolise saab kõrve elanik datlipalmilt ka varju ja ehitusmaterjali oma hurtsiku jaoks.

Palmid on üheidulehelised taimed. Nad kasvavad ainsa ladvapungaga. Nende tüvi on enamail juhuseil tervel pikkusel ühtlase jämedusega. (257. joon.)

Ülesanded ja küsimused. 1. Kuidas levivad kookospalmi pähklid elustamata saartele? 2. Mis asi on nn „kokoss“, mida sadamatöölistelt sagedasti linna poisid saavad? 3. Tuleta mõnda kodumaa üheidulehelist taime meelde. 4. Mille poolest on kookosõlist valmistatud seebid paremad kui harilikud loomarasvadest valmistatud seebid.

Orang-utan.

Orang-utan (lugeda: órangútan) elab Borneo ja Suumatra saartel. (258. joon.) Tema nimi tähendab sealsete elanikkude keeles „metsa mees“. Ta on roostekat värvi pika karvastikuga. Kõrgus on tal ligi kaks meetrit. Orang-utan on täielik puuelanik. Jalgade kui ka käte esimene sõrm on nagu inimese pöial kõigile teistele sõrmedele vastu pööratav. Selle omaduse tõttu võib ta nii jalgade kui kätega puude okstest kinni hoida; sellepärast kutsutakse teda sagedasti „neljakäeliseks“. (259. joon.) Puudel ronimist kergendab talle tugev haardsaba, millega ta nagu kätega oksa ümbert kinni võib hakata. Jalad on kätest tublisti lühemad ja maad mööda komberdab orang-utan edasi ka kätele toetudes. Tihedas troopika metsas on metsa läbipääsmatuse tõttu maad mööda pea võimatu liikuda. Kõrgete puude latvades oksalt oksale liikuda on palju vabam. Ja sellel omasugusel õhuteel on orang-utan meisterlikum ronija. Näo üldlaadi ja kogu keha iseärasuste poolest tuletab orang-utan inimest meelde. Ka oma vaimlise arenemise poolest seisab ta inimesele väga lähedal. Suuremaks lahkuminekuks inimesega võrreldes on tal inimesetaolise kurgu häälepaelastiku puudumine. Lõualuudes

on orang-utanil nagu inimeselgi 32 hammast, milledest silmahambad hästi tugevad ja suured. Puude vili, lehed, putukad ja linnumunad on nende „metsameeste“ harilikuks toiduks. Taimtoitlasena sünnitab orang-utan oma külaskäikudega inimese istandustele tõsist kahju.



258. joon. Orang-utan.



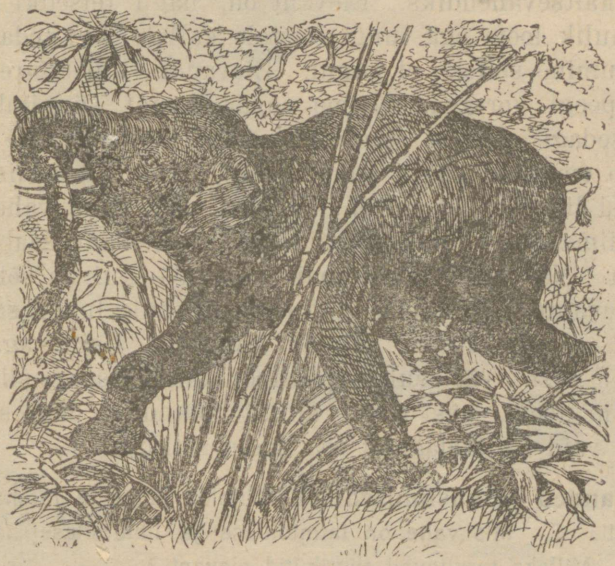
259. joon. Orang-utani käe ja jala labad.

Orang-utanid, isa- ja emaloom elavad paariti koos. Perekonnas esinevate poegade eest hoolitsevad mõlemad vanemad. Isaloom ehitab mõne puu võrasse lihtsa pesa, kuhu ei küüni tiigrid ja lõvid noori poegi tülitama. Neid loomi peletab isaloom ka oma võimsa möirgamisega, mille kõla suurendavad kurgu häälepõied. Orang-utan on suurem ahv. Peale selle esinevad palav-vöös paljud teised ahvid, nagu gorilla, šimpanse ja roheline merikass. Ahvid on palav-vöö iseloomulikumad elanikud.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kirjelda neid iseärasusi, mis kinos nähtud ahvide liikumises puult puule oled näinud. 2. Mille poolest erinevad ahvi jalad inimese jalgadest? 3. Mida oled kuulnud sellest, kuis ahvid inimese talitusi järele aimavad? 4. Kirjelda tsirkuses või looma-aias nähtud ahvi.

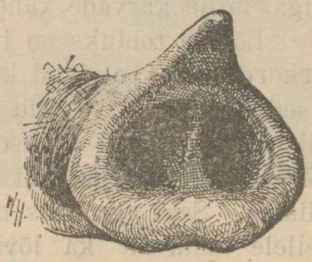
Elevant.

Indias, Indo-Hiinas, Suumatral ja teistel naabruses olevatel saartel kui ka Aafrikas elutsevad elevandid. Nad on kõige suuremad maismaa imetajad (260. joon.); kõrgus on neil kuni 3,5 m. Elevant on pea ainuke loom, kes oma suure raskuse varal vabalt võib troopika metsa tihnikust läbi murda. Eriti korraliselt paks, pea



260. joon. Elevant.

ilma karvadeta nahk on tema ihule sellel rüselemisel heaks kaitseks. Ei anna metsatihnik võimalust nii läbi rõhuda, siis purustab elevant takistusena esinevaid puid oma tugevate pikkade kihvadega või murrab neid jälle hiiglajõulise londiga maha. Lont on pikaks veninud ülemine mokk ja nina, mille sõõrmed londi otsal avanevad. (261. joon.). Londi ots lõpeb tundliku kärsaga, millega elevant ka kõige vähemaid asju maast üles võib tõsta. Elevandid käivad harilikult 40—50-kesi salkades. Elevandi pealmises lõuas on ainult kaks lõikhammast, kaks hiiglakihva ja kaks suurt purihammast; alumises lõuas on ainult kaks lõik- ja kaks purihammast. Purihambad on laiade veskikivi taoliste mälumispin-



261. joon. Londi ots.

dadega. Juba purihamba pindade järele võib otsustada, et elevant on taimtoitlane. Oma toitu paneb ta sagedasti londiga suhu; sellega painutab ta ka suuri puid, milledelt toitu soovib võtta, kõveraks. Joogivett tõmbab elevant lonti ja pritsib sellest siis jälle suhu. Seesugune lont on elevandile sammasjalgade kõrval, mis mitme kabjaga lõpevad, sobivaks kaitsevahendiks. Elevant on, nagu teisedki taimtoitlased, rahulik loom ega tungi teistele kallale, kui teda hädaohu tagasitõrjumine selleks ei sunni. Elevandil, kui suurel loomal, on vähe poegi korraga. Kolme aasta tagant sünnitab ta ühe poja ja sedagi esimest korda 80—90-aastaselt. Peale sünnitamist lesib emaloom päeva kaks, kolm ja võib alles siis karjaga ühes edasi liikuda. Pojad ei ime ema esijalgade vahel olevast rinnast piima mitte londiga, vaid suuga. Elevanti saab kergesti kodustada. Nad on ekvaatorimail veo-, töö- kui ka sõiduloomadeks. Elevante hävitatakse ka nende kihvade luude saamiseks, mis turul „elevandiluuna“ otsitav kaup on. Ilmub aga elevantide kari riisi- või suhkrupilliroo-istandusesse, siis on ta kahjulikum loom, kes mitte ainult istandust oma söömiseks ei rüüsta, vaid ka ülejäänud osa maha sõtkub.

Ülesanded ja küsimused. 1. Kirjelda kinos ja loomaaias nähtud elevanti. 2. Mis vahe on taimtoitlase ja lihatoitlase hammastiku vahel? 3. Milleks tarvitavad tiigrikütid elevanti?

Lõvi.

Väliselt tuletab lõvi võrdlemisi vähe majakassi meelde, kuid hambad, keel, silmad ja küüned on selle omadega sarnased. Lõvi keha rindosa on kogukam kui tagumine. Isalõvil on kaelal lopsakas lakk. (Vaata: Tabel II.) Saba lõpeb karvatupsuga, mille karvade vahel terav sarvine küüs.

Lõvide toiduks on inimese kariloomad, metsast: kaelkirjakud, antiloobid kui ka teised stepi ning kõrve taimtoitlased ja kiskjad. Lõvid valivad oma küttimiskohtadeks vetele viivad teed. Nad varitsevad saaki nagu kassidki. Aladel, kus jahiloomad peaasjalikult päeval liikvel, on ka lõvi päevase eluviisiga. Seal aga, kus need loomad öösiti liikumas, muudavad sellele vastavalt ka lõvid oma eluviisi. Inimese karja peljupaikadesse tungib lõvi öösiti, kõrgetest aedtõketest üle hüpates.



Lõvid.

Üleval isalõvi, all ema poegadega.

H. Laakmann'i trükk, Tartus

On lõvi oma saagi käppade vahele haaranud, siis murrab ta selle kaelaluu oma tugevate lõugadega. Murtud looma kannab lõvi lõugades hoides oma asupaika. Siin pureb ta kontidelt liha hammastega ära ja lakub vere ja närimisest kontidele jäänud lihalibled kareda keelega viimaseni. Lõvi on kõrve kuningas. Öösi, kui ta hääl läbi rahulise suikumise rõkkab, värisevad kõik loomad, isegi inimene. Ainult inimene on tema tõsisem vaenlane. Lõvi karvkuub sulab oma värvis kõrve kollaka ümbrusega kokku ja teeb ka varitsetava silmale tähelepandamatuks.

Emalõvi toob aastas 2—6 poega, kes juba ilmale tulles nägijad on, kuid siiski õige abitud. Ema hoolitseb kõigiti nende eest. Kuueaastaselt saavad nad täisealisteks. Lõvi elab õige vanaks. Looduse majapidamisele võimaldab lõvi taimtoitlaste murdmisega teatava ringkäigu tasakaalu. Vastasel korral, kui need takistamata saaksid sigida, hävitaksid nad taimestiku pea viimase lajuni.

Lõvide sugulastest on troopika maadel tiiger palju verejanulisem loom kui lõvi. Tiiger murrab ka siis, kui ta sugugi näljane ei ole, mida aga lõvi pea kunagi ei tee. Tiigri tähtsamaks elukohaks on India.

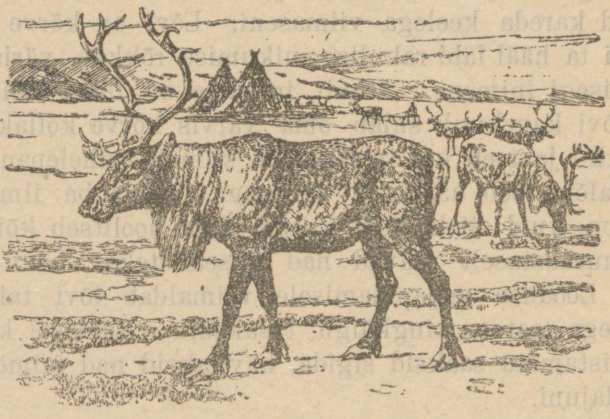
Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle lõvi kassi ja koeraga. 2. Kirjelda lõvi elamiskoha taimestiku ja loomastiku iseärasusi. 3. Mispärast valib lõvi joomakohtadele viivad teed oma saagi varitsemise alaks?

Põhjapõder ja kaamel.

Põhjapõder elab polaarmaade puudeta, lagedal tundral. (262. joon.) Tema karvkuub on, nagu hirvelgi, karmidest karvadest. Suvel on see tumedam, talveks aga muutub karv valgemaks ja tihedamaks, soetades nii loomale loomuliku sooja kasuka. Põhjapõdra peas on suured haralised sarved, mis arenevad ja vahelduvad samuti kui meie kodumaa hirve omad. Tema jalgade esimene tugevate varvaste paar on suurte sõrgadega ja hästi harkis; maani ulatuvad ka tagumised sõrgvarbad. Laia toetuspinnaga jalgade abil võib põhjapõder üle pehmete rabade ja laiade põhjatute lumeväljade vabalt jooksta, ilma sügavamale vajumata.

Tema seedimisriistad on samasuguse ehitusega kui veistelgi. Toiduks on põhjapõdrale vilets tundra taimestik suvel

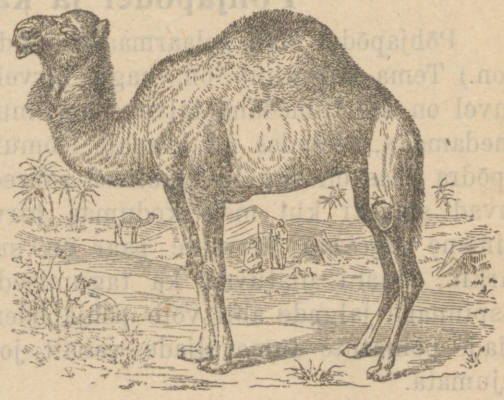
kui talvel, mil ta kuiva „põdrasammalt“ lume alt ise välja kaabib. Selle tõttu ei kogu põhjamaa elanik (eskimo) oma põdrakarjadele talveks kunagi toidu-tagavarasid. Põdrakarjad on eskimo suurem ja ainsam varandus. Ta tarvitab põtru saa-



262. joon. Põhjapõder.

nide ette rakendatult veoks ja sõiduks. Põdralt saab ta oma telgi, riided ja riistad, liha ning piima ja selle künnaputest niidi ning luudest nõelad; põdra sarvi kasutab ta kalapüügil.

Mida põhjapõder tundras, seda kaamel kõrves. Kaamel on mäletseja loom nagu veisedki ja põdrad. Tema kohmaka kere turjal on üks või kaks peaasjalikult rasvast koostuvat küüru. (263. joon.) Küürude järele jaotatakse neid ühe- ja kaheküürulisteks kaameliteks. Kõrve liiv on palav ja terav. Et seesuguse liiva mõju vähem oleks, seks on kaameli jalad isesuguste sarvunud mõhnadega tallutatud. Samasugused sarvmõhnad on ka looma rinnal, küünarnukkidel ja põlvedel. Keha katteks on pruunikas kare jõhvkuub, mis



263. joon. Ühe küüruga kaamel.

looma liivakõrves vähemärgatavaks teeb. Kaameli harilikuks toiduks on kuivad torkivad kõrvetaimed. Ainult kaamel võib neid toiduks pruukida, sest tema suu ja keel on sitke sarvnahaga kaetud. Muidugi armastab kaamel heal söömamaal mahlast rohtu toiduks võtta. Siin koguneb otsekohesest kehatalitusest ülejääv toidujõud rasvana küürudesse, kust ta pikal toiduvaesel kõrve teekonnal jõuna jällegi kasutamisele läheb. Kaamelil on võimalik ühekordsel joomisel maoseinte soppidesse suured vee-tagavarad tõmmata. Selle vee-tagavara arvel, mis jaokaupa ära tarvitub, võib ta päevade ja nädalate viisi joomata olla. Nende võimete tõttu on kaamel ainuke loom, kes kuumades liivakõrbedes juba vanast ajast peale inimese- ja kraamikandjaks on olnud. Ta on mitte ainult kiire kõndija, vaid ka hea haistja ja kuivuse tundja. Kuumade tuulte lähenemist märkab ta alati varemini kui tema peremees ja kiirendab siis oma samme peatuspaiga sihis. Kõrve elanikule pakub kaamel veel liha ja nahka ning karvu vildi valmistamiseks.

Kaamelid toidavad oma üksikult sündinud poegi oma piimaga imetades, nagu teisedki tundma õpitud mäletsejad.

Vastupidavana kõrve koormakandjana on kaamel juba ammust ajast teeninud endale kõrve laeva nime.

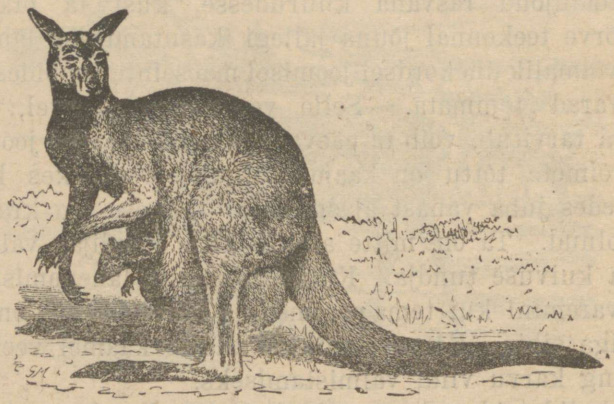
Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle kõiki tundmaõpitud mäletsejaid. 2. Miks kutsutakse kaamelit kõrve laevaks?

Hiiglakängur.

Hiiglakängur elutseb Austraalia põõsastikkudes ja lagendikkudel. (264. joon.) Tagumised jalad on tal pikad ja nendel liigub ta hüpates nii kiiresti edasi, et ratsahobusel võimatu on järele jõuda. Istudes toeb ta tagumistele jalgadele ja tugevale sabale. Nii seistes on ta mehe kõrgune. Pea ja karva poolest tuletab ta meie kodumaa hirvi meelde. Hiiglakängur on taimtoitlane. Toitu võtab ta suuga okstelt kui ka maast, mille juures temale toeks on esimesed lühikesed jäsemed, mida ta kõndimiseks ei pruugi. Et ta tõesti taimtoidust elab, seda tunnistavad ka tema hobusehammastiku laadi hambad. Toidu ümbertöötamine maos toimub ilma mälu mäletsemata.

Emakängur sünnitab väga hädiseid poegi, kelle pikkus vaevalt 2,5 sm. Need on sündides karvadeta, pimedad ja täiesti

abitud. Nad asetatakse ema tagumiste jäsemete vahel olevasse nisade alusesse kukrusse. Siin imevad pojakesed end nisa otsale ja kasvavad suudpidi selle külge. Nisale jäävad nad rippuma seniks, kuni nad oma raskuse mõjul kukrusse langevad. 6—7 kuu pärast saavad nad elujõulisemaks ja teevad



264. joon. Hiiglakängur.

katset kukrust lahkuda, kuhu nad aga edasiliikumiseks, ööseks puhkama kui ka hädaohu eest pelgu poevad. Kukru järele kutsutakse kängrut kukkurloomaks.

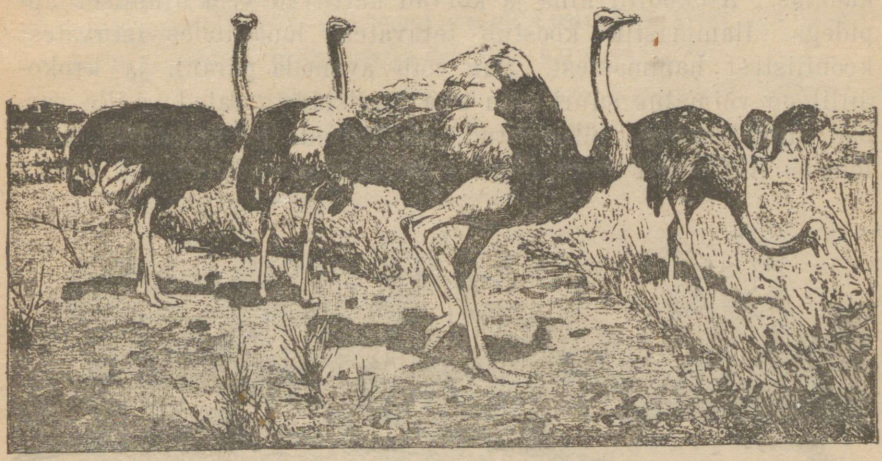
Inimeste istandustele on kängrud kui taimede sööjad ja mahasõtkujad kahjulikud tegurid. Neid kütitakse maitsva liha kui ka naha saamiseks.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mispärast kutsutakse kängrut kukkurloomaks? 2. Mida saadakse kängrutest? 3. Kirjelda kängru nahka müügil olevate mütside järele.

Aafrika jaanalind.

Jaanalind elab Aafrika ja Lääne-Aasia kõrve veertel ja steppides. (265. joon.) Keha üldise ehituse järele otsustades on ta jooksus püsiv ja kiirjooksja lind. Ta võib 2—3 meetri pikkuste sammudega edasi liikuda. Seda võimaldavad temale kõrge jooksuluuga jalad. Kõigi heade jooksurite jalad puutuvad maad vähese pinnaga; nii on ka jaanalinnu jalal ainult kaks tõmpi varvast. Varbad on, nagu kaameligi omad, sarvtaldadega, mis neile kaitseks kuuma terava liiva vastu, ka rinna all on

jaanalinnul sarvtald. Tiiva- ja sabasuled on jaanalinnul suured, kuid nii ehitatud, et nad kindlat kandepinda ei moodusta (sarnasus udusulgedega). Jaanalind ei saa lennata. Selle tõttu on tema tiivalihasedki hädiseks jäänud ja rinnakiil puudub täiesti.



265. joon. Aafrika jaanalind.

Toredate sulgede saamiseks hävitatakse aastast aastasse hulgad jaanalinde ja praegusel ajal on nad pea välja suremas. Sulgede saamiseks on paljudes kohtades jaanalinnu-kasvatused asutatud.

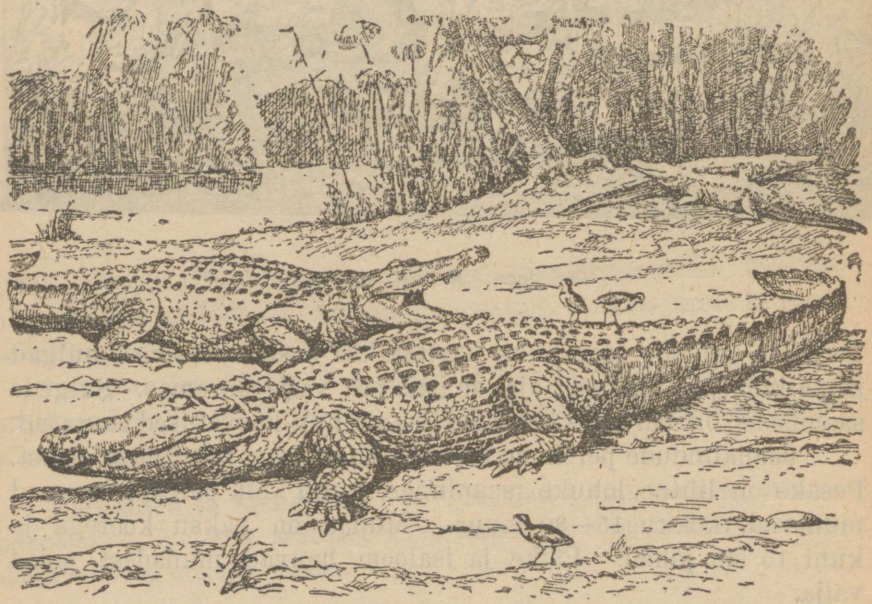
Jaanalindude perekond koostub ühest isast ja mitmest emast. Pesaks on lihtne lohuke maapinnas, kuhu kõik perekonna emad munevad, kokku 15—30 muna. Munad on paksu koorega ja kuni 15 sm pikad. Päike ja isaloom hauvad munadest pojad välja.

Söömamaal jõuguti koos liikudes on jaanalinnud valvsad hädaohtu märkama. Kõrge loom küünib oma pika kaela varal kaugele vaatama. Nägemine on jaanalinnul, nagu paljudel teistelgi lagendiku elanikkudel, üliterav. Märgatud vaenlase eest ruttavad nad kiirel jooksul pelgu otsima. Raske on ratsanikul isegi paremal traavlil põgenejale jaanalinnule järele jõuda.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle kaamelit ja jaanalindu kõrve eluks kohanemise seisukohalt. 2. Miks ei või jaanalind lennata? 3. Kirjelda jaanalinnu sulge, mida oled kübaratel näinud tarvitatavat.

Niiluse krokodill.

Niiluse krokodill tuletab väliselt suurt, kuni 6 m pikka sisalikku meelde. (266. joon.) Tema keha on kaetud suurte soomuste ja sarvplaatidega ja paljas nahk esineb ainult liikmete kaenlas. Krokodilli nina ja kõrvad kattuvad vees ujumisel lappidega. Hammastik koostub teravatest lõualuudes istuvatest koonilistest hammastest. Suu võib avaneda pärani, ja krokodillil on võimalus suuri asju alla kugistada. Jalad, mille varbad ujumisnahaga ühendatud, on lõdvad, ja krokodilli keha lohiseb liikumisel vastu maad. Pikk saba on külgedelt kokku



266. joon. Niiluse krokodill.

litsutud ja selgmise kammitaolise soomusreaga. Silmad on tera ehituse poolest, nagu kassigi silmad, öise eluviisi kohaselt kujunenud. Krokodill hingab kopsudega. Veri on tal vahelduva temperatuuriga.

Niiluse krokodill veedab päikese paistel aja liivasel kaldal, kaob aga päike pilvede taha, siis laskub ka krokodill vette, ulatades ainult nina vee peale. Tema toiduks on kalad kui ka

veel joomas käivad loomad. Suplejaid inimesigi tõmbab ta vee alla, neid oma tugevate hammastega murides.

Paremaks kaitseks on Niiluse krokodillile pronksjasroheline keha värv, mis samavärvilisest ümbrusest vaevalt silma hakkab, tugevad hambad, kõva sarvne kehakate ning osavus ujumises. Suvel, kui veed suure kuumuse käes ära auruvad, poeb krokodill mudasse ja suigub *suveunele*.

Vanad egiptlased pidasid Niiluse krokodilli pühaks loomaks ja hoidsid teda kaitse all. Nüüd on laevasõit ta Niiluse alamjooksult ära peletanud, ja ta esineb ainult selle ülemjooksul ja Kesk-Aafrika järvedes ja soodes.

Krokodill muneb 20—30 hanemunast suuremat muna perve liivale, kus päike nad välja haub. Palju mune hävib lindude ja suurte sisalikkude läbi. Pojad tulevad munadest ühe kuu pärast välja.

Maa päriselanikud saavad krokodillilt liha, rasva ja mune.

Ameerikas esinevaid krokodillide laadi loomi kutsutakse *kaimaniteks* ja India omi *gaavialideks*.

Ülesanded ja küsimused. 1. Võrdle krokodilli meie kodumaa sisalikkude ja madudega. 2. Kes haub krokodilli munadest pojad välja? 3. Tuleta geograafiast meelde, missugused linnud otsivad toitu krokodilli pealt ja liiguvad siin takistamata.

Siidiliblikas.

Siidiliblikas ehk siidikedrik tuletab välise kujuga männi siidikedrikut meelde. (267. joon.) Ta on kollakasvalge liblikas. Suuosad on tal hädised, arenemata, mille tõttu tupest tulnud liblikas oma 2—3-päevasel elueal üldse ei saa toitu võtta. Kõik eluavaldusteks tarvisminev jõud on ammutatud juba röövikueas võetud toidust. Katsumissarved on, nagu teistelgi ööliblikatel, sulgjad. Emalooma tagakeha on jämedam ja ümmarikum kui isalooma oma. Nagu kõik liblikad oma sugu alalhoidmiseks palju mune soetavad, nii muneb ka siidiliblika ema 300—500 muna. Otsekohe peale munemist sureb siidiliblikas. Siidiliblika röövik areneb ainult seal, kus võimalus on mooruspõõsal kasvada. Mooruspuu ja siidiliblika kodumaaks on India, kus neid juba aastat 6000 tagasi teati kasutada.

Euroopas on siidiliblika kasvatamine võrdlemisi hiljuti levinud.

Siidiliblika kasvataja hoiab siidiliblika munad ületalve jahedamas ruumis. Kevadel, kui mooruspuu noored lehed loob, toob siidiliblika kasvataja munad soemasse kohta. Munadest



267. joon. Siidiliblikas. — Tõuk. — Tupp.

välja tulnud röövikuile antakse värskeid lehti toiduks. Need röövikud on väga aplad. Päeva 35 pärast on nad väikese sõrme pikkused. Neljakordse kestamise järele hakkavad nad nukkuma. Kahest rööviku alusmokal olevast avausest nõrgub vedelikku välja, mis õhu käes ülisitkeks pidevaks kiuks tardub. Röövik kerib endale sellest kuni 1000 m pikkusest kiust tuppe. 14—19-päevase nukurahu järele poeb täiskasvanud siidiliblikas tupest välja, tuppe oma suust eritatava musta vedelikuga katki leotades.

Siidiliblika kasvataja laseb ainult niipalju nukke liblikaks areneda, kui palju ta järgmisel aastal munejaid emasid tarvitab. Kõik teised nukud surmatakse kuumuses poole arenemise aegu ära. Nii saadakse tuppedest soojas vees leotamisel terve pidev kiud, mis 20—30-kordseks korrutatult siidiniidina tööstusesse kudumisele ja niidina turule müügile läheb. 1 kg siidiniidi saamiseks kulub 10 kg, s. o. umbes 4000 siidiliblika-tuppe.

Ülesanded ja küsimused. 1. Tuletage meelde siidiliblikate Euroopasse toomise lugu. 2. Võrdle siidiliblikat männi siidikedrikuga ja teiste tundmaõpitud liblikatega.

Söödikloomad.

Harilik paeluss.

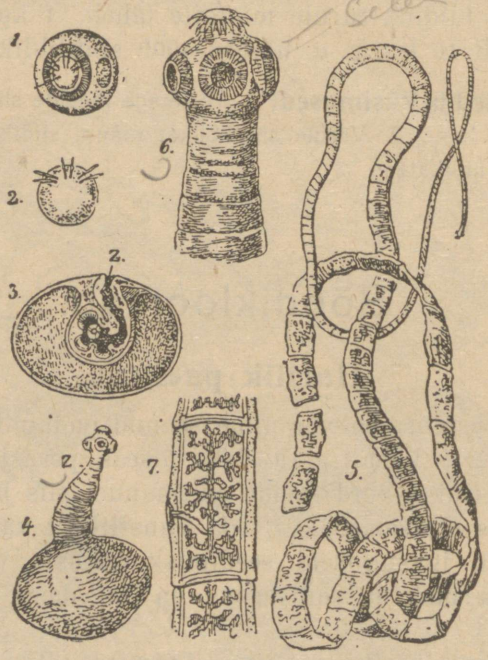
Harilik paeluss on oma nime saanud enda pikalt, lindilaadiliselt jätkuliselt kehalt. Ta elab täiseas peaasjalikult inimese peensooles. Kui ta kord soolde on asunud, siis jääb ta siia mitmeks aastaks elutsema, kui teda kunstlikult välja ei aeta. Ta sünnitab siin igasuguseid seedimiskorratusi: valud ja raskus kõhus, uneta olek ja verevaesus on sagedasti tema süü läbi tekitatud.

Kuidas võib harilik paeluss seesuguses toidu põhjaliku lahutamise töökojas, kui sooled on, karistamata elada? Tema keha on samasuguse tiheda kestnahaga kaetud kui taimeseemnedki ja see takistab seedimisvedelikka paelussi lahustamast. Et ta sooles kindlasti võiks püsida, on ta väike nööpnõela-pea suurune pea kahesuguste elunditega varustatud. Pea külgedel on neli *imemisnappa*, milledega ta end nagu suuga soolika seinte külge kinni imeb. (268. joon.) Et soole seina küljes päris kindlasti püsida, on tal kesk pead veel ring teravaid *nookusid*, mida ta soolika seina surub.

Pikk lintkeha hõljub aga vabalt sooles toidurikkas vedelikus. Kõige pealt puudub paelussil suu ja sooletoru. Teiseks puudub ka kehaõõs — ta on seest umbne. See kõik on võimalik ainult seepärast, et paelussi keha ümber on valmisseeditud toit, mida ta kogu oma keha pinnaga vastu võtab.

Paelussil puuduvad ka teised tähtsad organid, nagu vereringvoolu kava, hingamiselundid ja meeleriistad. Ta on lihtsam kõigist varemini vaadeldud loomadest.

Paelussi kasvamine ja paljunemine sünnib väga omapäraselt. Inimese kehas arenema hakkav noor loom kinnitab kõige



268. joon. Harilik paeluss; 1 — muna; 2 — loode; 3 — kerauss; 4 — sama, kuid väljapööratud peaga; 5 — täiskasvanud harilik paeluss; 7 — üks jätkudest. Kõik on suurendatult, peale 5.

pealt oma pea peensoole seina külge. Kuklalt valmivad uued kehajätkud. Mida vanem kehajätk, seda kaugemal on ta peast ja seda laiem. Jätkusid on paelussil sagedasti kuni 1000 tükki ja terve paelussi pikkus ulatub 3 meetrini. Viimastes jätkudes valmivad munad, milledega paeluss sigib. Munadega jätk tuleb paelussilt lahti ja läheb ühes inimese väljaheidetega soolest välja. Igas väljaheidetud jätkus on kuni viistuhat muna.

Et seesugustest munadest noor paeluss võiks arenema hakata, selleks peab ta sattuma uuele söömamaale, uude peremehesse. Seesuguseks peremeheks on siga, kes sagedasti

roojahunnikutes songimas käib. Paelussi munadega jätk sattub ühes roojaga sea soolde, kus ta nüüd pehkinult lahustub ja endas olevad munad vabastab. Munadest arenevad siin kiiresti isesugused ümmarikud vastsed, kes kolme paari teravate nookudega sea soole seintest läbi puurivad, verde sattuvad ja selles üle keha laiali valguvad. Nookudega jääb ta mõnda lihasesse peatama ja kasvab siin hernetera suuruseks vedelikuga täidetud põiekeseks. Ühest kohast on põie sisse pikem sopike surutud, mille põhjas suurekstegeva klaasiga vaadates tulevase paelussi pea ära tunneme. Seesuguses olekus kutsutakse paelussi vastset keraussiks, tanguks ehk soormaks (siga on tangus). Sea lihased, kuhu paelussi vastseid sea elu vältusel suuremal määral on sattunud, on neist päris kirjud.

Kui inimene seesugust haiget liha juhtub poolküpselt või toorelt sööma, siis hakkavad inimese soolde sattunud soormad siin arenema. Pea sopib enese põiest välja ja kinnitub soole seina külge ning sirgub jällegi pikaks paelussiks. Nii siis peab paeluss, et oma täit arenemiskäiku läbi teha, kahes loomas olema. Loomi, kelles ta söödikuna elab, kutsutakse peremeesteks. Paeluss on sisemine söödik.

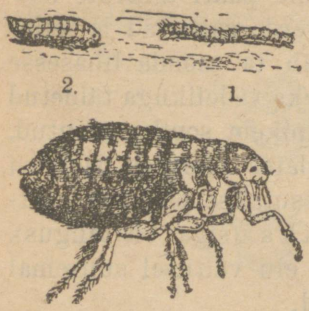
Inimese väljaheidetes on sel puhul, kui tema sooletorus täisealised paelussid asuvad, harilikult liikuvad ruutsentimeetri suurused valged liistakad. Need ongi paelussi munadega jätkud; neist järeldatakse kindlasti, et sooletorus paeluss elutseb. Tema väljaajamiseks peab kohe sammusid astutama. Sagedasti kirjutavad arstid nende uimastamiseks ja väljaajamiseks sõnajala juurikate leotist väikestes annustes.

Ülesanded ja küsimused. 1. Mõtle järele, miks peab paeluss soole seina külge kinnitatud olema. 2. Milleks on tarvilik tapetud loomi arstlikult läbi vaadata? 3. Kas on hädaohuta süüa keetmata või pooltoorest sealiha? 4. Kas on hädasti tarvis paelusse soolest välja ajada ja miks? 5. Võrdle paelussi vihmaussiga ja kaaniga. 6. Miks nimetame paelussi sisemiseks söödikuks?

Inimese välissöödikud.

Inimese kirp. Olgugi et kirp oma välimuses sääsele ja kärbsele ei sarnane, ometi on ta samasuguse suuehitusega ja moondumisega. (269. joon.) Kirp elutseb inimese pesus ja voodis,

kui neid ja eluruume küllalt puhtalt ei peeta. Ta keha pikkus ei ulatu üle ühe millimeetri. Keha värv on kirbul verimust. Kolmest lülist koostuvale rinnale kinnitub kolm paari jalgu, milledest tagumised iseäranis lihaserikkad on. Hoogsalt neid jalgu sirgeks surudes hüppab kirp hiiglasammul nagu heinaritsikaski edasi.



269. joon. Kirp (tugevasti suurendatud). 1 — tõuk; 2 — tupp.

Kirp pistab oma teravate suuosadega inimese naha läbi ja imeb haavast toruja kärsa varal verd endasse. Sisseimetud vere tõttu pundub kirbu talvjas tagakeha, mis kirbu suurema kehaosa moodustab, tublisti jämedamaks.

Kirbud panevad oma munad musta pesu voltidesse, voodi ja põranda pragudesse. Munadest välja tulnud pikad valged tõugud toituvad voodipesul olevatest vereplekkidest, ihupesus — varisevast nahakesteldusest ja teistest orgaanilistest ainetest. Kaheteistkümne päeva pärast nukkub kirbu tõuk. Tupest tuleb teise 12 päeva pärast täiskasvanud kirp välja, kes nii täieliku moondumise käigu läbi on teinud.

Voodilutikas on lameda õhukese tiivuta kehaga loomake. (270. joon.) Ta on öise eluviisiga. Öösiti poeb lutikas oma harilikust peiduurkast voodisammaste ja seina pragudest välja magajate inimeste verd imema. Ka tema keha on verimustjat värvi. Kogu voodilutika keha on peenikese kollase karvastikuga kaetud. Suu on tal pistmis-ja imemis-osadega. Haavamisel eritab voodilutika suu väga vastikult haisevat vedelikku. Lutikad munevad oma valged munad voodi ja seina pragudesse. Munadest kujunenud vastsed on vanemate laadi, ainult vähemad. Nii on lutikas mitte täieliku moondumisega putukas.



270. joon. Voodilutikas (suurendatud).

Lutikad võivad aastate kaupa nälgida ja selle tõttu on nad väga visad vastu panema nende kaotamise katsetele.

Peatäi elutseb inimese hooletult kammitud ja kasimata peas juuste vahel, kuklapoolses osas. Peatäi hoiab oma karvaste jalgade klamberkäppadega juustest kinni. Ta hoidub harilikult, kui teda ei segata, peanaha lähedal. Suu osad on kujunenud, nagu lutikal ja kirbulgi, teravateks harjasteks ja imemistoruks. Peatäi kitib oma munad, „tingud“ ehk „saerded“, juustele, naha lähedusesse. Neist munadest tulevad noored täid 5—6 päeva pärast välja, kes alles nädali kolme järele täisealiseks saavad.

Riietes esineb veel teine liik täisid, kes peatäidest suuremad ja valgemad on, — need on r i i d e t ä i d. Oma munad panevad nad riide voltide vahele, kus neist päeva 3—4 pärast noored täid kujunevad. Riidetäi on suuremaks plekilise soetõve edasikandjaks.

Kõigi nende söödikute vastu võitlemise paremaks abinõuks on sage tubade, riiete ja ihu puhastamine.

Lutikas, kirp ja täi on inimese v ä l i s e d p a r a s i i d i d, inimene — nende peremees, kellest nad oma toitu valmis kujul ammutavad.

Ülesanded ja küsimused. 1. Vaata suurekstegeva klaasiga kirpu, lutikat ja täid. 2. Kuidas annab nende söödikute esinemine peremehele endast teada?