Mineralogia käsiraamat.

Kiwiriigi tundmaõppimiseks

Eesti õpekeelega koolidele ja iseõppijatele kirja pannud

J. Kalkun,
kooliõpetaja Tallinnas.

II. täiendatud trükk.

Tallinnas, 1918.
G. Pihlaka raamatukaupluse kirjastus.

Eesti Kirjanduse Selts.

Koolikirjandus nr. 4.

Mineralogia käsiraamat.

Kiwiriigi tundmaõppimiseks

Eesti õpekeelega koolidele ja iseõppijatele kirja pannud

J. Kalkun,
kooliõpetaja Tallinnas.

II. täiendatud trükk.

Tallinnas, 1918.
G. Pihlaka raamatukaupluse kirjastus.

„Ühiselu“ trükk, Tallinnas.

EB57/1106 – EB68/33

Eesti NSV Teaduslik Raamatukogu II Teaduste Akadeemia

Eessõna.

Eesti õpekeelega koolidel puudusid tänini kohased looduseõpetuse-raamatud. Kunderi looduseõpetuse-raamatud on, nagu see keeles, milles sarnast ainet weel pole käsitatud, teisiti olla ei wõigi, suurte puudustega ilmunud; pealegi on nad nüüdsete teadmiste kohta üsna wananenud. — Eelseiswa raamatuga loodab raamatu kirjutaja osaltki seda auku täita, mis kiwiriigi tundmaõppimist Eesti keeles takistas. Seega ei taha raamatu kirjutaja muidugi mitte oma tööd lõpulikult ümarguseks woolituks tunnistada, waid on tema trükki andmisel ikkagi selles arwamises olnud, et temas paljugi puudub, mis tõsise teadusliku töö täiesti kordaläinuks teeb. Käesolew töö on igatahes esimene julgem samm sihi raiumiseks, paksu, pimedasse laande, ja sealjuures on wäga loomulik, et hilisematel järeltulijatel nii mõndagi arwustada, parandada ning korraldada jääb.

Raamatu kokkuseadmise kohta on Kunderi eeltööl ikkagi oma jagu tähtsust olnud. Kordaläinud Eestikeelsed nimetused on Kunderi looduseõpetusest uuesse raamatusse üle läinud. Allikateks on peale oma eluajal kogutud teadmiste ainult paremaid sellekohaseid saksa- ja wenekeelseid õperaamatuid tarwitatud. Nimetada oleks nendest: А. Нечаевъ, Минералогія и геологія; Э. Гофманъ, Руководство къ минералогіи; J. Kunder, Kiwide riik; Л. Э. Севрукъ, Начальный курсъ естествовѣдѣнія; С. Ковалевскій, Учебникъ химіи: Н. П. Нечаевъ и Н. И. Лавровъ, Методическій учебникъ химіи; A. Pinner. Anorganische Chemie ja sellesama kirjaniku — Organische Chemie.

Kust kohast looduseõpetust koolis kõige sündsam oleks alustada, see on wäga waieldaw küsimus, pole aga iseenesest kuigi tähtis. Kõige tähtsam juhtmõtte looduseõpetuse käsitamisel oleks: Tee aine õpilastele huwitawaks. Kõige mõnusam abinõu selleks on: wangista õpilaste tähelepanemist nähtustega otsekohe loodusewallast.

Looduseõpetuse siht koolides peab olema õpilasi harjutada, et nad loodusenähtusi oma jõul hakkaksid tähele panema, nende üle järele mõtleks ja neid kasutaks. Niisugune siht aga ei luba õpetuse käiku õpeaine kindla läbiwõtmise-korra külge kõita. Kooliõpetajale jäägu igakord wabadus terwe aine läbiwõtmist oma käe järele korraldada. Selle poolest wõiwad mõõduandwaks saada uurimise-jalutuskäigud, korjandused, kogud jne.

Kiwiriigi tundmaõppimine ilma kiwikoguta on ülesanne, mis ka wilunud koolimehel puudulikult korda läheb. Et aga wähegi kõlbulised

kiwidekogud wõrdlemisi nii kallid on, et nende muretsemine mitmelgi koolil, kus looduseõpetust käsitatakse, üle jõu läheb, siis on eesolew raamat ühe üsna hea ja mitte wäga kalli wenekeelse kiwide-atlase, nimelt „Минералогическій атласъ Др. Ад. Зауэра, изд. кн. маг. Б. Б. Думнова въ Москвѣ“ peale toetatud: üksikute mineralide juures on atlase tahwlid ja minerali numbrid kätte juhatatud.

Mis raamatu kirjutajat ainet peaasjaliselt selles korras sundis läbi wõtma, nagu raamat seda sisaldab, oli see olukord, et Wene kui ka Eesti koolides, kus looduseõpetust õpetatakse, õpilastel igasugused keemialised eelteadmised puuduwad. Keemiat aga, kui aineõpetuse olulist põhja, ei wõi siin lihtsalt wälja jätta. Kiwiriik on ju muidu surnud, aga juba esimesed keemialised katsed sütitawad õpilastes kustutamata teadusehimu, kui nad näewad, et ainetes, mida nad surnuteks pidasid, huwitawad salajõud tegewad on. Keemialiste tundmiste omandamiseks oli seega tarwis üleüldiste õpetuste järele keemia põhjusmõistete peale üle minna. Selle jätkuks on iseenesest mõistetawalt tähtsamate algainete ja nende ühenduste läbiharutamine.

Mineralide läbiwõtmisel pole karbonadid, sulfadid jne. mitte isesalkadeks jagatud, sest see oleks mineralide suguluse-sideme soolaalundite poolest katkestanud. Üksikute sulfatide kui ka karbonatide wastawus polegi selle all kannatanud, sest tarwilikutel kordadel on tähelepanemist selle peale juhitud. Silikadid seisawad katkestamata reas. Et metallurgia, kui üks mineralogialine raskusepunkt, raamatu lõpuosasse on paigutatud, tuleb sellest, et lõpupoole laste arusaamine rohkem on küpsenud.

Kõige kuiwem koht terwes mineralogias wõiks ehk kristallografia olla. Kui aga kooliõpetaja esimesi kristalliserimisekatseid õpilastega tegelikult läbi tegemata ei jäta ja lapsi pärast weel juhatab omale papist kristallide mudelisi walmistama, siis ärkab õpilastes wististi tarwiline õppimisehimu ja huwitus ja selle peatüki wastu. Wõib olla ka, et kristallografia-õpetuste wõimata raske käsitus, nagu see tõepoolest tänini igast õperaamatust niihästi õppijatele kui ka õpetajatele wastu wahib, põhjust on annud kristallografia peale üleüldiselt wiltu waadata. Eelolewas raamatus on kristallografia osas püütud kõike kõrwale hoida, mis kristallografiat keeruliseks teeb. Hea tahtmise juures wõiks see õpetus ilma wälimise abita ka oma jõul õppijale arusaadaw olla. Kristallografiat üleüldse wälja jätta, tähendaks head kiwide äratundmise ja nende wahel wahetegemise abinõu käest ära anda.

Loomariik wõtab oma ehitusematerjali peaasjaliselt taimeriigist. Taimeriik saab aga oma algusmaterjali kiwiriigist. Sellepärast kalduwad uuemad waated looduseteadlaste keskel selle poole, et üleüldse kohasem on looduseõpetust mineralogiaga alata. Eelseisaw käsiraamat on just selles sihis kokku seatud, et looduseõpetust tarbekorral temaga algada.

Juulikuu 23. päewal 1911.

J. Kalkun, kooliõp. Tallinnas.

Raamatu sisu.

Lehek.

Sissejuhatus . . . . . 1—2

Mineralide omadustest.

Olluse kolmest olekust . . . . . 3—5
Ainete tihedus . . . . . 5—6
Kristalliwormid ja nende tekkimine . . . . . 7—17
Lõhkewus . . . . . 17—18
Kõwadus . . . . . 18—19
Sitkus . . . . . 19—20

Mineralidest aluliselt.

Aineline kokkuseade . . . . . 20—22
Põllumuld . . . . . 22—24
Keemia põhjusmõisted . . . . . 24—38

Tähtsamad olgained ja mineralid.

Hapnik . . . . . 38—44
Hapniku ühendustest üleüldiselt . . . . . 44—47
Wesinik . . . . . 47—51
Wesi . . . . . 52—55
Lämmastik 55
Lämmastiku ühendused üleüldiselt 56
Õhk . . . . . 56—58
Salpetrihape ja tema soolad . . . . . 59—60
Ammoniak . . . . . 60—61
Weewel . . . . . 61—62
Weewlihape, ta soolad ja sulfo-ühendused . . . 62—65
Süsinik . . . . . 65—66
Teemant . . . . . 66—69
Grafit ehk pliiatsikiwi . . . . . 60—70
Kiwisüsi . . . . . 70—74
Söeühendustest üleüldiselt . . . . . 74—76
Söehappe anhüdrid . . . . . 76—80
Waigud ja maaõlid . . . . . 80—83
Leek ja walgustamine . . . . . 83—86
Kloor ja teised halogenid . . . . . 86—87
Lehelise metallid 87
Mendelejewi lihtainete omaduste kordumuse seadus 88—92
Kaltsium, strontsium ja barium . . . . . 92—93
Keedusool . . . . . 93—95
Lubjapagu . . . . . 95—100
Gips . . . . . 100—10?
Teised kaltsiumi soolad looduses . . . . . 102—104
Strontsiumi ja bariumi soolad looduses . . . . 104—105

Känimuld . . . . . 105—107
Kalfsedonid . . . . . 107—108
Opalid 109
Korund . . . . . 110—111
Põllupagu . . . . . 111—114
Põllupagude pudemed . . . . . 114—115
Augiti salkkond . . . . . 116—117
Wilgukiwi . . . . . 117—118
Granatid 119
Turmalin . . . . . 120—122
Topas 122
Berüll . . . . . 122—123
Mõned wähem tähtsad silikadid, sulfadid ja woswadid 123—124
Segamineralid . . . . . 124—128
Liitkiwid . . . . . 127—130
Metallurgia . . . . . 130—135
Kuld . . . . . 135—137
Platina . . . . . 137—138
Hõbe . . . . . 138—139
Elawhõbe . . . . . 139—140
Tsink 140
Seatina . . . . . 140—147
Inglisetina 142
Raud . . . . . 142—143
Rauakiwid . . . . . 143—144
Raua wäljasulatamine . . . . . 148—152
Wask . . . . . 152—153
Wasekiwid . . . . . 153—155
Aluminium . . . . . 155—156
Sulatised ehk ligaturid . . . . . 156—158
Radium ja tulewikuwaated lahutusteadlaste ilmas 158—160

Sissejuhatus.

1. Kõik, mida wiie meele abil wõib ära tunda, nimetatakse looduseks. Looduses meie elame ja liigume, loodusest hingame wärsket õhku kopsudesse, loodusest saame toitu ja ihukatet, waba looduse ilust, mis metsade, järwede, jõgede, mägede ja orgude näol meie silmade ette astub, imeme wärsket wõimist tööks ja rõõmsat julgust elamiseks; — meie ise oleme osa loodusest ja kui ihu pärast surma mullarüppe sängitatakse, jääb see ikkagi looduse osaks.

Terwe loodus langeb kahte jakku: *eluliseks* ja *eluta looduseks*. Elawa looduse sekka kuulub kõik, mis esite wäiksena ilmub, siis toitmise läbi seestpidi kaswab, kuni täis iga kätte jõuab, — ajajooksul toitmisest hoolimata wananeb, kängu jääb ja lõpuks sureb ja kõduneb. Niisugust korda näeme iga taimekese, linnupoja, looma ja inimese juures; — nad kuuluwad seega elulise looduse sekka.

2. Et elulise looduse esitajatel toidu muretsemiseks, sissewõtmiseks ja kehajagudeks muutmiseks mitmesugusid liikmerakendusi — nõndanimetatud *elundid* ehk *organid* — tarwis läheb, siis nimetatakse elulist loodust ka *elundiliseks* ehk *organiliseks looduseks*. Ka eluta looduses tuleb kaswamist ette, kuid see sünnib wälispidiselt; nimelt liitub selle juures kord korra peale, kus suurusel kindlat piiri ees ei ole ja kängujäämist, surma ega kõdunemist ei märgata. Eluta loodus ei tarwita oma kaswamiseks elundisi; sellepärast nimetatakse eluta loodust *anorganiliseks*, s. o. *mitte-elundiliseks looduseks*.

Eluline loodus langeb kaheks riigiks: looma- ja taimeriigiks. Harilikult on loomariigi esitajatel waba liikumise- ehk kohawahetamise-wõimalus, kuna taimeriigi esitajatel see wõimalus puudub. Kindlat wahet see tundemärk aga weel ei tee, sest leidub loomi, kellel ka kohawahetamise-wõimalus puudub, kuna mõned taimeriigi esitajad wabalt kohta wahetawad. Kindlamad wahed tulewad elulise looduse otsekohesel läbiharutamisel awalikuks. Eluta loodus esitab end ainsa — kiwiriigina. Õpetust loomariigist nimetatakse zoologiaks, õpetust taimeriigist — botanikaks ja õpetust kiwiriigist — mineralogiaks. Mineralideks laiemas mõttes nimetatakse kõiki kiwiriigi üksikuid esitajaid.

Mineralide omadustest.

Olluse kolmest olekust.

3. Loodusekehade sisu on aine, üleüldise nimega ollus. Ained leiduwad looduses kas tardunud, wedelas wõi gaasitaolises olekus.

Tardunud olekus on aine, kui ta osakesed kindlaste üksteise küljes kinni on. Niisugustel ainetel on kindel kehaworm ehk tegumood, mis keha liikumise läbi ei muutu. Tardunud olekus on näit. kiwid, suurem hulk metallisid, puu, luu, waha jne.

Wedelatel ainetel kindlat kehawormi ei ole. Nende osakesed ripuwad nii lõdwalt üksteise küljes, et nad oma enese raskusest laiali wajuwad ja nende kogu omale selle nõu wormi wõtab, milles teda hoitakse. Niisugused ained on wesi, elawhõbe, õli jne.

Gaasitaolises olekus ainete osad kipuwad üksteisest eemale. Sellepärast ei saa naljalt kinnist nõu gaasiga teatawa kõrguseni täita. Ka üsna pisukene osa gaasi täidab suure ehk wäikse nõu ühetasa ja ühetiheduselt. Niisugune aine on näituseks õhk.

4. Et tardunud kehad ja wedelikud olluse kogusid esitawad, on igapäewasest elust igaühele selge. Wähem silmapaistew on, et ka gaasid ollusekogud on.

Olluse silmapaistwam omadus on, et ta ruumi tarwitab. On miski keha ruumi oma alla wõtnud, siis ei saa teine

seda ruumi enam tarwitada. Tahame meie laua peal kiwi selle ruumi sisse paigutada, kus raamat on, siis lükkab kiwi raamatu eest ära. On meil taldriku peal weega ääreni täidetud klaas ja laseme kiwi klaasi, siis tõrjub kiwi klaasist wett wälja, et ise sinna ruumi leida. Seda ainete omadust, et kaks ainet mitte ühel ajal ühte ja sedasama ruumi oma alla ei saa wõtta, nimetatakse ainete läbitungimatuseks.

Aine läbitungimatus ongi see, mille abil meie kergesti tõendada wõime, et ka gaasid olluse kogud on. Walame wee klaasist wälja, siis näib ta tühi olewat. Ta pole aga tühi, waid õhk täidab teda, kuid jääb meie silmale nägemataks, sest et ta üsna läbipaistew on. Keerame pealt näha tühja klaasi kummuli ja wajutame ta weewaagnasse wee sisse, siis näeme, et wesi klaasi sisse minna ei saa, sest sees olew õhk on läbitungimata. Keerame klaasi wee all natuke wiltu, siis tuleb klaasi alt õhk mullide näol wälja ja tõuseb oma kerguse pärast wee pinnale, kuna wesi klaasi wäljatõrjutud õhu asemele läheb. Kui pudel wee all weega täidetakse, kordub seesama nähtus.

Wajutame kummuli olewa klaastrehtri wee sisse, siis saab wesi kohe trehtrisse tõusta, sest üsna märgatawalt woolab õhk trehtri ülemise peenikese toru läbi wälja. Wee tõusmine trehtrisse jääb aga silmapilk seisma, kui me trehtri toru ülemise otsa sõrmega kinni matame.

Kõik need katsed näitawad selgesti, et ka õhk läbitungimata, seega—aine on. Õhu ainelisest olemasolemisest annawad meile weel mitmedki igapäewase elu nähtused märku. Wehime meie käega ehk jookseme, siis tunneb keha õhu wastuseismist tuulewooluna. Tuul on liikuw ehk woolaw õhk. Ta rõhumine paneb weski rattaid weerema, nagu woolawa wee rõhumine; ta ajab merel purjelaewu edasi, kuid ta pea-otstarbe on suuri õhu purjelaewu — pilwesid — merelt maale ajada, et nendes kosutawat märga janutawatele wiljapõldudele saata. Linnud toetawad ennast tiibadega õhu peale ja kiiguwad seal, nagu osawad turnijad, kätega endid turnipuudele toetades.

5. Soojusekraadi ehk temperaturi tõstmise läbi wõib tardunud keha wedelaks ja wedelat gaasisarnaseks muuta. Kulda wõib, näituseks, tules sulatada, kuna sula kuld wäga suure kuuma käes rohelise auruna ära aurab. Wee juures wõib juba waba looduse temperaturi mitmesugusel kõrgusel kõiki kolme olekut tähele panna. Tardunud wett nimetame jääks ehk lumeks, gaasisarnast wett — wee-auruks, wedelat wett nimetatakse lihtsalt weeks. — Tuntakse wäga wähe kehasid, mida pole jõutud sulaks muuta. Muidugi mõista ei wõi neidki kehasid üleüldse sulamataks pidada, waid uskuda wõib, et need kehad sulawad, kui korda läheb soojust tarwilise kraadini tõsta. Kui kõrgete soojusekraadidega rehkendada tuleb, wõime mõista, kui tähele paneme, et, näituseks, pehme raud Celsiuse järele 1500—1600-kraadilist, platina aga 1775-kraadilist soojust selleks nõuab, et wedelaks muutuda.

Gaasisarnaseid kehasid wõib jahutamise ja suure rõhumise abil wedelateks ja wedelaid tardunuteks muuta. Ka õhku, mis looduses ainult gaasitaolises olekus leidub, on uuemal ajal korda läinud wedelaks muuta. Nagu wäga kõrgete temperaturikraadide kättesaamine raskustega ühendatud on, niisamuti on ka wäga madalate temperaturikraadide nõutamisega täbar lugu. Kõige madalamad külmad, mis tänini kunstlikul teel kätte on saadud, ulatawad 260°—270° alla nulli. Külmawõimaluse lõpuks ehk tõsiseks nullpunktiks arwatakse 273° C. alla nulli olewat.

Mineraliks kitsamas mõttes nimetatakse ühelaadilist keha, mis looduses tardunud wõi wedelas olekus leidub. Gaasid, kunstlikul teel walmistatud tardunud ja wedelad ained ning elulise looduse kehad tulewad mineralide hulgast wälja arwata. Mineralide juures tuleb nende wälimust ja nende sisu tähele panna.

Ainete tihedus.

6. Mida kaaluda wõib, on ollus ehk aine. Raskus on olluse teine üleüldine omadus. Raskus on mõõduks olluse rohkusele, ainete raskuse wõrdlemise läbi leitakse aga mõõt

olluse tihedusele. Mineralide äratundmiseks on ainete tihedus üks tähtsamatest tundemärkidest.

Kui me kaks ruumi poolest ühesuurust keha ära kaalume ja leiame, et üks keha raskem on kui teine, siis võime järeldada, et olluse osakesed raskemas kehas tihedamini koos seisawad; edasi, et ühe keha aine teise keha ainest nii mitu korda tihedam on, kui mitu korda ta teisest raskem.

Kui me ühe aine tiheduse üksuseks arwame, siis võime teiste ainete tihedust arwude läbi awaldada, nagu me olluse rohkustki arwude waral awaldame — mingi kaalupommi raskust üksuseks wõttes ja seda puudaks, naelaks wõi loodiks nimetades. Üleüldselt on tardunud ja wedelate ainete tiheduse mõõduüksuseks tarwitusele wõetud puhastatud wee tihedus 4° C. soojuse juures, s. o. wee kõige suurema tiheduse korral. Arw, mis näitab, mitu korda teataw keha 0° soojuse juures rohkem kaalub, kui sellesama keharuumi osa wett 4° C. soojuse juures, nimetatakse selle keha tiheduseks.

Tiheduse määramiseks on tarwis teada: teatawa aine raskus ja sellesama aine keharuumi osa puhastatud wee raskus. On esimene näit. 6, teine 2, siis on teatawa aine tihedus $\frac{6}{2} = 3$.

Ainete tiheduse hõlpsamaks kätteleidmiseks tarwitatakse hüdrostatika seadust, mis Archimedese seaduse nime all tuntud on. Selle looduseseaduse järele kaotab iga keha wee sees niipalju oma raskusest, kui palju see wesi kaalub, mis ta oma asemelt ära tõrjub. Tarwis on seega keha, mille tihedust teada tahetakse saada, enne kuiwalt kaaluda, siis peene jõhwi otsas puhastatud wee sisse riputatult. Kui palju keha siis oma raskusest kaotab, niipalju kaalub teatawa kehaga ruumi poolest ühesuurune (äratõrjutud) osa wett. Sõna „tihedus“ lühendamise-märgiks tarwitame edaspidi täht t. — Ütleme näituseks, et mäekristalli tükk õhus 3,67 grammi, puhastatud wee sees aga 2,29 gr. kaalub, siis on mäekristalli $t. = \frac{3,67}{3,67-2,29} = \frac{3.67}{1,38} = 2,65$.

Kristalliwormid ja nende tekkimine.

7. Kiwiriigi esitajad kuuluwad eluta looduse hulka. Kui me sõna „elu“ all aga liikumist tahame mõista, siis walitseb teataw elu ka kiwiriigis. Päris eluta — liikumata olekut looduses kusagil ei tunta. — Külm jämedakirjaline raudkiwitükk on endistel aegadel peenekirjaline ja weel ennem pealtnäha koguni ühetaoline olnud. Kirjuks ja jämedakirjaliseks on ta alles aegade — mitmekümne aastamiljoni jooksul järkjärgult muutudes saanud. See on selle läbi sündinud, et ühetaolised osakesed tema sees üksteist külgetõmmates salkadesse kokku astusid ja ühinesid. Üksikud osakesed raudkiwi sees on seega ühtelugu liikumas olnud, olgugi, et see liikumine nii lõpmata pikaldaselt sündis, et seda enesele waewalt ette jaksame kujutada

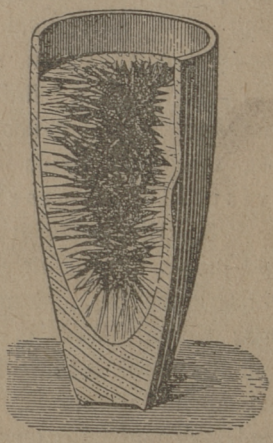
Kui me üksikuid olluse-osakeste salkasid raudkiwi sees waatleme, siis leiame, et iga salk oma jaokesi teatawa korra järele on korraldanud. Jaokesed salkades on lehekesteks wõi siledate tahkudega ja sirgete kantidega kehadeks ühinenud. Mitte üksi raudkiwi sees ei leidu niisugust arenemist. Paljudel ainetel on see omadus, et nad oma jaokesed korrapäralisteks kehadeks arendawad. Mõnikord leidub kehasid nii korrapäraliste siledate külgede ehk tahkudega ja sirgete kantidega, nagu oleks neid mõni kiwiihuja ehk -lihwija lihwinud. Niisuguseid korrapäralisi, siledate tahkudega kehasid nimetatakse kristallideks. Ihunud pole neid keegi, waid loooduses walitsew teataw kehaosakeste wastastikune liginemisetung on see, mis neid nõnda on kujutanud. Seda tungi nimetatakse kristalliserimisetungiks.

8. Niisuguste kristallide tekkimist wõib paljude mineralide juures kunstlikult sünnitada. Tardunud olekus läheb kristalliserimine liig pikkamööda, sest osakestel on liig wähe liikumise ruumi. Wedelas olekus liiguwad aine osakesed kaunis wabalt, weel wabamalt gaasitaolises olekus. Et kunstlikult kristallisid sünnitada, selleks on tarwis tardunud aine kas wedelaks wõi gaasisarnaseks muuta. Wedelas ja gaasitaolises olekus on ainete osakestel rohkem wõimalust kristalliserimise-

tungi arendawale ja korraldawale tõmbamisele järele tulla. On aine tardumise teel, siis on tarwis hoolitseda, et mitte mõni kõrwaline mõju (põrumine wõi keemine) kristalliserimisetungi tegewust ei segaks. Sellepärast peab wedel aine, mille tardumisest kristallisid soowitakse saada, wõimalikult liikumata ja rahuliste hoitama, ja tardumist peab püüdma nii pikaldaseks teha, kui wähegi wõimalik. Mida rohkem neid nõudmisi tähele pannakse, seda ilusamad kristallid saadakse. Ka ainete gaasitaolisest olekust saadakse pikaldasel segamata tardumisel kristallisid. Lumeräitsakesed on wee-kristallid, mis weeauru tardumise läbi õhus sündisid.

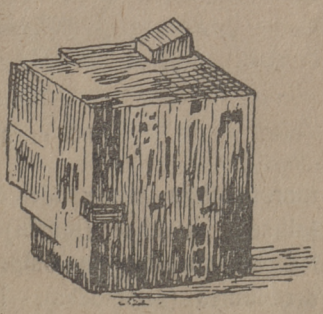
Pilt nr. 1. Lumeräitsakesed.

Sulatatakse wähese süteleegi peal sawist potis ettewaatlikult weewlit, pannakse pott jahtuma, kuni kõwa koorik sula weewlile peale tekib, torgatakse siis kepikesega koorikust auk läbi ja walatakse sees leiduw sula weewel wälja, siis jääwad poti seinte ja kooriku alumise külje külge ilusad nõelasarnased weewlikristallid. Iseäranis hästi wõib neid näha, kui potist tükk wälja murtakse.



Pilt nr. 2. Weewlikristallid.

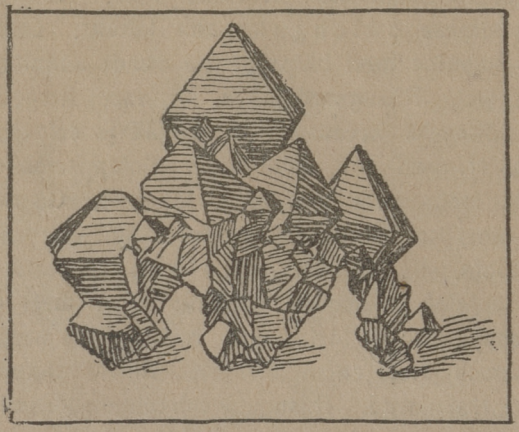
9. Tardunud ained ei muutu üksi tulel sulatamise läbi wedelaks. Mitmed ained lasewad ennast wees ehk mõnes muus sulatamisewahendis wedelaks teha. Niiwiisi saadud segu nimetatakse sulanguks ehk lahuks. Lahkudest on kristallide saamine weel hõlpsam kui nende sünnitamine tulel sulatamise teel. Niisugused ained, mis wees kergeste lahunewad, on näituseks keedusool, maarjajää ja salpeter. Tähele on panna, et wesi ehk mõni teine sulatamisewahend teatud ainet mitte määramata mõõdul ei lahunda. On mingisugust tardunud ainet wedelikus lahundatud, kuni see ainet enam edasi ei sulata, siis öeldakse, et sulang ehk lahk on täis. Harilikult sulatab niisugune täislahk ainet weel edasi, kui wedeliku soojusekraadi tõstetakse. Sulang pole seega soojusekraadi tõstmise järele enam täislahk. Ainete lahkuwus tõuseb temperaturi tõstmisega. Niisugune lahkuwuse tõusmine on aga igal ainel isesugune; on koguni aineid, mille lahkuwus temperaturi tõstmisega wäheneb wõi hakatuses tõuseb ja pärastpoole wäheneb. — Wedelikude soojusekraadi tõstmine on aga teatawaste ainult kuni nende keemisepunktini wõimalik, kõrgemale mitte. Sellega on siis ka lahkuwuse täitmisele igal juhtumisel piir pandud. — Jahtub mingisugune temperaturi tõstmise läbi kaswaw täissulang ära, siis on mõista, et ta enam nii suurt hulka sulatatud ainet eneses ei jaksa hoida. Üleliigne osa heidetakse wälja, ja kui jahtumine aeglaselt ja segamata sünnib, siis ilmub wäljaheidetud osa ainest ilusates kristallides. Hästi pikaldane kristalliserimine, järjelikult ilusamate kristallide tekkimine sünnib selle läbi, et sulatajat wahendit lihtsalt rahulikult ära lastakse kuiwada. Üksiku kristalli kaswamine esineb selles, et endistele kordadele uus kord ainet peale liitub.



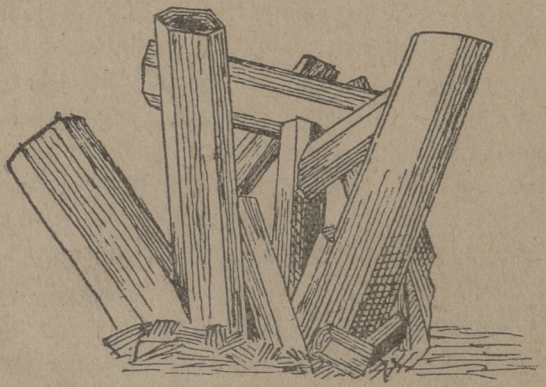
Pilt nr. 3. Keedusoola-kristallid.

Looduses tuleb kõiki eespoolkirjeldatud kristalliserimisewiisisid ette; sellepärast leiduwad ka paljud mineralid kristalliseritud kujul. —

Raudkiwi kirjad pole muud kui teataw aste kristalliserimise teel. Igal ainel on oma kristalliworm; sellepärast ongi kristalli-



Pilt nr. 4. Maarjajää-kristallid.



Pilt nr. 5. Salpetri-kristallid.

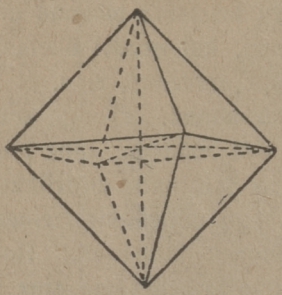
worm tähtis mineralide äratundmise märk. Keedusool kristalliserib kuudise (würfli) wormis, maarjajää oktaedrites ehk kaheksatahkudes ja salpeter kuuekandilistes sammastes ehk serwikutes (prismades). Mitmel ainel on enam kui üks kristalliserimiseworm. Õpetust kristalliwormide üle nimetatakse kristallografiaks.

10. Täielist kristalli piirawad siledad tahud (küljed), mis sümmetrialiselt on korraldatud ja kindlaste äramääratud nurkadeks ühinewad. Tahkude ühinemise kohtasid nimetatakse serwadeks, ühinemise täppeid nimetatakse tahunurkadeks.

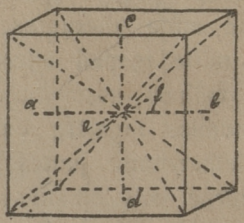
Ühe ja sellesama kristalliwormi kristallid wõiwad wäljanägemise poolest siiski lahku minna, kui nendel ühetaolised tahud mitte ühesuuruselt pole wälja arenenud, s. o. et kristall mitte igapidi ühepalju pole kaswanud. Et aga suurem wõi wähem kaswamine suurema wõi wähema aine juurdewoolamise tagajärg on (nagu seda iseäranis wedelikkudest kristalliserimise juures juhtuda wõib) ja mitte aine iseloomust ei olene, siis on niisugune lahkuminek tähtsuseta. Nurgad aga, mida tahud sünnitawad, on ühe ja sellesama aine kristallide juures needsamad, ja sellepärast kuuluwad niisugused kristallid ikkagi ühe ja sellesama kristallirea hulka. Kõiki kristalliwormisid wõib nende sümmetrialise astme järele liikidesse jagada. Sümmetrialiseks kehaks nimetatakse niisugust, millest mõttes tasapinda nii wõib läbi lõigata lasta, et ta kaheks ühewõrduwaks, kuid wastupidi korraldatud pooleks langeb. Niisugust lõikajat tasapinda nimetatakse sümmetria lõikpinnaks. Mida rohkem niisuguseid pindasid mingil kristallil on, seda kõrgemal astmel on tema sümmetrialine wäljanägemine. Sümmetria astmete järele jaotatakse kõik kristallid kuueks kristalliliigiks, mida kristallisüstemideks nimetatakse.

11. **Korrapäraline, regular- ehk tesseral-süstem** sisaldab neid kristalliwormisid, mida kolm üksteise peal loodis seiswat sümmetria-lõikpinda sümmetrialiselt wõiwad jaotada. Nendes kristallides on sedamööda parem pool pahemaga, alumine pool ülemisega ja esimene pool tagumisega wastupidi korraldatud ükswõrd. Üksteisest läbi lõigates sünnitawad sümmetrialõikpinnad ka serwasid ehk sirgeid jooni, mida kristalli telgedeks nimetatakse. Korrapäralistes kristallides on seega kolm telge. Teljed wõiwad kas kaht wastuseiswat tahunurka wõi kahe wastuseiswa tahu kesktäppeid ühendada; esimesi nimetatakse nurgatelgedeks, teisi tahutelgedeks. Korrapäraliste kristallide sümmetria on selle läbi suurendatud, et kõik kolm

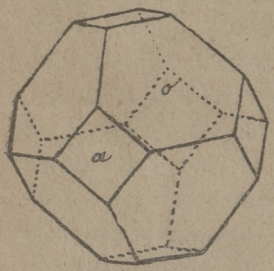
telge ühepikkused ja ühewäärilised on, nii et neid ümber wõib wahetada, ilma et kristalliworm teistmoodi paistaks olewat. Need kristallid on seega kuue külje poole (üles, alla, ette, taha, paremale ja pahemale poole) ühtemoodi wälja arenenud.



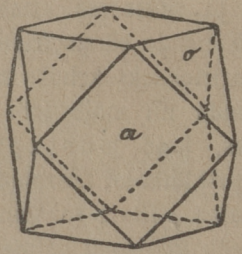
Pilt nr. 6. Oktaeder.



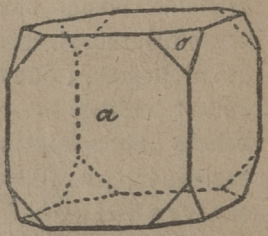
Pilt nr. 7. Heksaeder.



Pilt nr. 8 I.

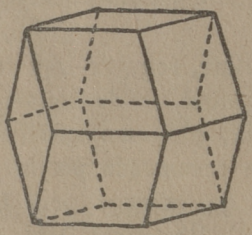


Pilt nr. 8 II.



Pilt nr. 8 III.

Oktaedri ja heksaedri ühendid.

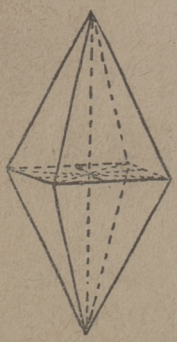


Pilt nr. 9. Dodekaeder.

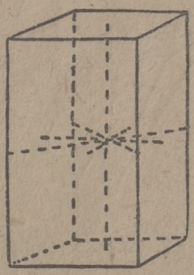
Niisugused kristallid on oktaeder ehk kaheksatahk, heksaeder — kuustahk ehk kuudis (würfel) ja dodekaeder ehk kaksteist-tahk — ka granatoedriks nimetatud. — Oktaedri tahkudeks on 8 ükswõrdkülgset kolmnurka, mis 12 ühewõrduwaks serwaks ühinewad. Ta 6 tahknurka on kõik ühte laadi,

nii et kolme peatelge wõimalik on ära wahetada, ilma et wäljanägemine teiseks muutuks. — Heksaedril on tahkudeks 6 ruutu, mis ka 12 ühewõrduwat serwa sünnitawad. Tema 3 tahutelge (Pilt nr. 7 ab, cd ja ef) on ka isekeskes ükswõrdsed, nii et neid ümber wõib wahetada. Et oktaeder ja heksaeder ühest ja sellestsamast kristallireast pärit on, siis wõiwad mõlemad wormid ka ühe ja sellesama kristalli juures ühinenult ette tulla, mida mõlemate ühendiks ehk kombinatsioniks nimetatakse. Pilt nr. 8, I, II ja III näitawad oktaedri ja heksaedri (kuudise) ühendid: — a, a, a, on heksaedri tahud, o, o, o — oktaedri tahud. Dodekaedri tahkudeks on 12 längruutu, mis 24 ühewõrdust serwa sünnitawad. Ühed tahunurgad on tal oktaedri, teised heksaedri kohaselt paigutatud. Tema tahkude seisukohast on näha, et ühendid eelminewate serwad nüriks teeksid, kuna oktaeder ja heksaeder kumbki dodekaedri omakohasid tahunurkasid tõmbiks muudaks.

12. Ruut- ehk tetragonal-süstemil on ka kolm ükstеise peal loodis seiswat sümmetria-lõikpinda ja kolm telge, aga ainult kaks nendest — „kõrwalisteks telgedeks“ nimetatud on ühelaadilised ja neid wõib ümber wahetada, kolmas peatelg, mis waatlemisel ikka püstloodis tuleb hoida, on iselaadi; tema igakordne iselaad oleneb ainest, mis kristalli sünnitab.



Pilt nr. 10. Tetragonalpiramid



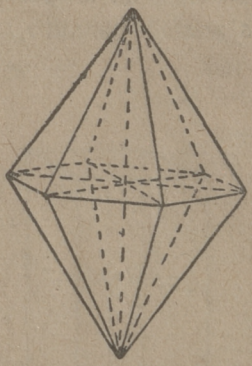
Pilt nr. 11. Tetragonalprisma.

Niisugused kristallid on tetragonalpiramid ehk ruut-tornik ja tetragonalprisma ehk ruut-serwik. Wiimasel on kaks paari

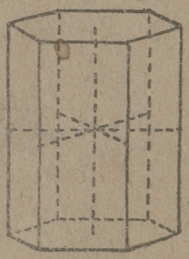
roobastikku tahku ja tuleb hariliselt esimesega üheskoos ühendites ette, sest ta üksi ei piira ruumi igalt poolt ära, — ta otsad on lahti (on neljakandilise toru moodi). Torniku ehk piramidi kristallid on ikka kahekordsed tornikud ehk bipiramidid, sest kaks põhjapidi kokkuühendatud tornikut piirawad keha igalt poolt ära. Tetragonalpiramidi kui ka tetragonalprisma kaalus läbilõiked on ruudud. On tetragonalprisma kumbki ots ühe sileda tahu läbi piiratud, siis nimetatakse neid otsatahkusid põhja pinakoididekś.

13. **Kuuekülgne ehk heksagonal-süstem** on mitmeti eelminewa sarnane, ainult et tal peale ühe peatelje kolm kõrwalist telge olemas on, mis 60° all üksteisest läbi lõikawad ja nii ühelaadilised on, et neid ümber wõib wahetada. Neid kristallisid wõib seega ühe kaalus ja kolme loodis sümmetrialõikpinna läbi sümmetrialiselt poolendada.

Niisugused kristallid on heksagonal bipiramid ehk kuuekülgne kakstornik ja heksagonalprisma ehk kuuekülgne serwik. Mõlemate kaalus läbilõiked on korrapäralised kuusnurgad ja mõlemad tulewad ühendites ette. Heksagonalprisma otsad wõiwad pinakoidide läbi piiratud olla.



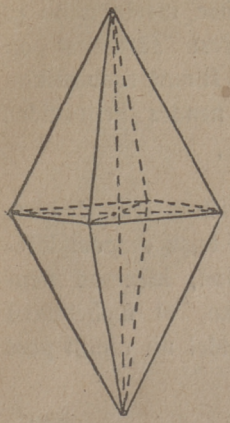
Pilt nr. 12. Heksagonalpiramid.



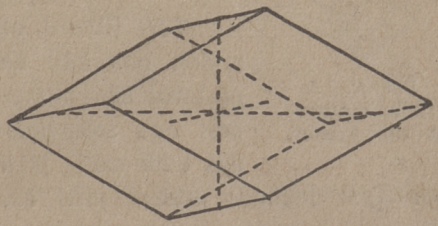
Pilt nr. 13. Heksagonalprisma.

14. **Längruudu- ehk rhombuse-süstemi** kristallisid wõib, nagu korrapäralisigi, kolme üksteise peal loodis sümmetrialõikpinna läbi poolendada. Neil on seega 3 telge, igaüks isesuguse pikkusega.

Selle süstemi kristallid on rhombusline bipiramid ehk längruudu-kakstornik ja rhombusline prisma ehk längruudu-serwik. Nende kaalus läbilõiked on igalt kohalt längruudud, ja längruudulise serwiku wastuseiswatest serwadest on üks paar nüri- ja teine paar terawnurkline. Ühendid on wõimalikud.



Pilt nr. 14. Rhombusline piramid.



Pilt nr. 15. Rhombusline prisma.

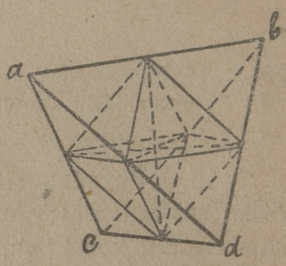
15. Ühesümmetrialine ehk monokliniline süstem. Selle süstemi sisse kuuluwad kristallid, millel ainult üks sümmetria-lõikpind on. Teljed tulewad järgmiselt arwata. Kristall seatakse, sümmetria-lõikpinna serw waatleja poole, nõnda püsti, et esimene serw püstloodis waatleja ees seisab. Joont kesk-kristallist püstloodis läbi, s. o. joont kesk sümmetria-lõikpinda püstserwaga roobastikku nimetatakse üheks teljeks, joon kesk sümmetria-lõikpinda teise serwaga roobastikku on teine telg, kuna kolmas esimese kahe lõiktäppest läbi ristloodis sümmetria-lõikpinna peal, nii siis waatlejale kaalus seisab. Sellel süstemil on seega kolm telge, millest kaks üksteise wastu wiltu, kolmas aga mõlemate peal ristloodis seisab. Selle süstemi kristallid on enamaste serwikute ehk prismade ühendid, nad wõiwad aga ka tornikute moodi wälja areneda.

Pilt nr. 16. Monokliniline gipsi kristall.

16. Ebasümmetrialine ehk trikliniline süstem on kõige korratum süstem. Selle süstemi kristallidest ei või ühtki sümmetria-lõikpinda läbi panna. Tema kolm telge on kõik üksteise wastu wiltu ja isesuguse pikkusega. Sellest süstemist on wasewitrioli kristall pärit. Ainult roobastikku wastuseiswad tahud on nendes kristallides ühelaadilised.

Pilt nr. 17. Trikliniline wasewitrioli kristall.

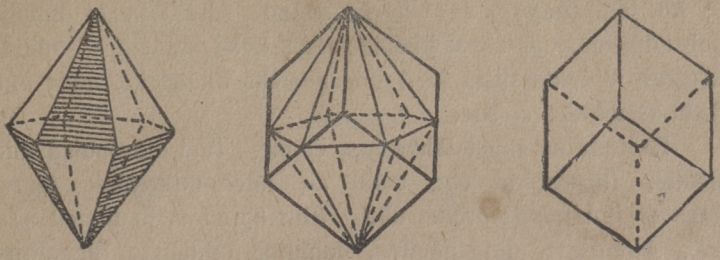
17. Mõned ained kristalliseriwad wormides, mis küll ühe või teise eespool läbiarutatud süstemisse kuuluwad, lähewad nendest aga selle poolest lahku, et wahetamisi üks tahk wälja jääb ja nendel nii ainult pool harilikust tahkude arwust järel on. Niisugust kristalliserimise wiisi nimetatakse p o o l t a h u l u s e k s ehk h e m i e d r i a k s. Niisuguseks hemiedria juhuseks tuleks näituseks nelitahku ehk tetraedrit nimetada, mida kaheksatahust ehk oktaedrist sündinuks wõib arwata, nagu pilt näitab. Iseäranis sagedaste leidub hemiedrialisi teisendisi kuuekülgest ehk heksagonalsüstemist. Tähtsam näitus nendest on längruudu-tahk ehk rhomboeder, mille kolm üles ja kolm alla kokkujookswat serwa ühewõrduwaid tahunurkasid sünnitawad. Pildi nr. 19 kolm kuju näitawad rhomboedri arenemist. Heksagonalpiramidi walged tahud on nii laiaks kaswanud (keskmine kuju), et warjundatud tahud ära kaowad. Rhomboeder näitab wälja, nagu oleks ta wiltu wajunud kuudis ehk würfel.



Pilt nr. 18. Oktaedrist sündinud tetraeder.

Kahe ehk rohkema arwu kristalliwormide ühendiks kokku sulamise läbi wõiwad ühel serwad kas kahelt poolt ihutud wõi lihtsalt nüriks saada, tahunurgad aga kas tõmbiks wõi terawaks muutuda, wõi wanad tahud kaduda ja uued tekkida. Kaks kristalli wõiwad ka teineteisest läbi wõi kokku kaswada.

Kui mõnel kehal wäga pisukesed, üksteise sisse kaswanud ja puuduliselt wäljaarenenud kristallikesed on, siis nimetatakse seda keha kristallsõmerliseks ehk kristalliniliseks.



Pilt. nr. 19. Heksagonalpiramidist sündinud rhomboeder.

18. Mineralide seas tuleb ka nõndanimetatud walekristallisid ette, s. o. mineralil on kristalli worm olemas, kuna ta teadupärast ei kristalliserigi, wõi kui kristalliserib, siis koguni teistes wormides. — Nad sünniwad mõnesugustel põhjustel. Mingisugune wees kergeste lahunewa aine kristall näituseks on ennast teise wees mitte lahunewa aine sisse sängitanud. Juhtumisi laseb kristalli ümbritseja aine wett läbi ja see sulatab ja uhub kristalliseritud aine minema. Sündinud auk täidab ennast pärast mõne teise ainega ja see omandab augu kuju, olgugi et see worm temale omane polegi. Walekristallid on aga kaunis kerged ära tunda, sest nad on enamasti konarlised, läiketa, nüride serwadega ja sagedaste seest õõnsad.

Tuleb mõni mineral looduses mitte-kristalliseritud olekus ette, siis nimetatakse teda näota- ehk amorf-mineraliks.

Lõhkewus.

19. Kristallitahkude sihis lasewad ennast paljud mineralid õhukesteks sileda külgedega tahwliteks lõhkuda — ühed paremini, teised halwemini. Sedà omadust nimetatakse lõhkewuseks. Lõhkewus on nähtawasti selle tagajärg, et kristalli

Eesti NSV Teaduslik

kaswamine uute kordade pealeliitumise läbi sünnib. Et kristallide tahud siledad on, see näitab, et olluse osakesed iga aine juures ühel ja selsamal sihil teatawa ühesuuruse tungiga üksteisele liginewad. Kui kristallid igas tahu sihis mitte ühesuuruse jõuga ei ole wäljaarenenud (sambad, serwikud) siis ei ole ka lõhkewus igas sihis ühesugune. Kallikiwide lihwija peab lõhkewuse omadusi kiwide juures hästi tundma, — muidu purustab ta lõhkumisel kiwi niisugusteks kildudeks, mida millekski tarwitada ei saa.

Näota-mineralidel lõhkewust ei ole. Nad murduwad mitmetpidi. Murrupind aga wõib ka näota-mineralide juures heaks äratundmise-märgiks olla. Murrupind wõib nimelt sile, kare, konarline, lainenäoline, lohkline, pindline, haagiline, sõmerline, muldne jne. olla.

Kõwadus.

20. Wähe mineralisid on wedelad wõi gaasitaolised, suurem jagu aga tardunud olekus. Nende jaokesed on üksteise külles nii tugewasti kinni, et suurt jõuawaldust tarwis läheb, et neid üksteisest lahutada. Seda osade kooshoidmise tungi nimetatakse liitwuseks ehk kohäsioniks. Seesama tung ongi, mis ka lõhkewusele ja murdumisele wastu paneb. Kristalliserimisetung on liitwusetungi otsekohene tagajärg.

Edasi oleneb liitwusest kõwadus. Kahest kehast on see kõwem, mille osakesed õõrumisel teise keha osakeste wahele tungiwad ja sinna kriimu sünnitawad, kuna ta ise ilma kriimuta jääb. Kriimustatud keha on esimesest pehmem.

Mõned mineralid on nii pehmed, et neid küüntega wõib kriimustada, kuna teised nii kõwad on, et kõige kõwemad ja terawamad wiilid peale ei hakka. Et mineralide kõwadust ära määrata, selleks on 10 proowminerali kõwaduse järele pehmemast algades nõndanimetatud „kõwadusjärjeks“ kokku seatud. Iga järeltulew mineral kõwadusjärjes kriimustab eelminewat, eelminew aga ei kriimusta teda ennast mitte.

Kõwadusjärg.

1. raswakiwi ehk talk; teda wõib küünega kriimustada.
2. kiwisool (ka merewaik, maarjajää, gips j. m. m.) kriimustab küünt.
3. lubjapagu ehk ilakiwi (marmor), laseb ennast noaga kriimustada ja kriimustab ise waskraha.
4. sulapagu — raúdnaela kõwadusega.
5. apatit — aknaklaasi kõwadusega.
6. põllupagu ehk päewakiwi — terasnõela kõwadusega.
7. ränikiwi ehk kwarts.
8. topas.
9. korund.
10. teemant.

Nr. Nr. 6, 7, 8, 9 ja 10 annawad terasega lüües sädemeid, nr. nr. 8, 9 ja 10 peale ei hakka ka kõige kõwemad wiilid.

Tahetakse mingi minerali kõwadust ära määrata, siis tuleb järele katsuda, missugust minerali ta eelseiswast kõwadusjärjest weel kriimustab ja missugune juba teda ennast kriimustab. Kõwadusjärge wõib numbritega 1—10 ära tähendada. Murd $^1/_2$ kõwadusjärje numbri kõrwal tähendab, et kõnes olewa minerali kõwadus kõwadusjärjes teineteise kõrwal seiswa minerali kõwaduste wahele kuulub. Kirjeldustes tähendame kõwadust tähe „k“ läbi.

Sitkus.

21. Liitwusest oleneb ka sitkus. Sitkuse ilmuwusteks nimetatakse nähtusi, kuidas miski keha painutamisele, rebimisele ja muljumisele wastu paneb. Sitkuse järele on mineralid painduwad, winsked, weniwad, rabedad, mitterabedad ja põrksed ehk kerksed (wibutajad).

Painduwad mineralid lasewad oma kehade üksikuid jagusid ilma katkemata teise sihisse käänata ja jääwad sellesse olekusse. Winsketest mineralidest saab terariistaga laastusid westa. Weniwad mineralid lasewad endid õhukesteks lehte-

deks taguda või traadiks sirutada. Rabedad mineralid lagunewad haamri löökide all tükkideks ja terariistaga kaabitsemise korral lendab kaabitsetud puru kaabitsewa tera pealt minema. Mitterabedad mineralid ei pudene haamri löökide all ja neid saab terariistaga kaabitseda, kusjuures kaabitsemisepuru ära ei lenda, waid terariista peale paigale jääb. Põrksed mineralid wibutawad endisesse olekusse tagasi, kui neid painutatakse, wenitatakse või muljutakse.

Mineralidest oluliselt.

Aineline kokkusead.

22. Tähtsam peatükk õpetuses mineralide üle on nende aineline kokkusead. Teame meie, missugustest ainetest mineral kokku on pandud ehk segatud, siis alles awaneb meile, missugune ta oma olu poolest on.

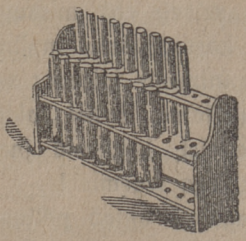
Wähe leidub looduses kehasid, mis ainult ühest ainest koos on. Suurem hulk on mitmest ainest kokku pandud, ehk nad küll silmale lihtsad ja ühetaolised näitawad olewat. Nii on näituseks wesi wesiniku ja hapniku — kahe gaasisarnase aine ühendus, ja keedusool on kloorist ja natriumist — kollakasrohelisest gaasist ja ülipehmest hõbedakarwa metallist — kokku pandud. Silm ei seleta nendes ka kõige paremate suurendawate klaaside abil ühendatud osasid, nii ülipeenikene on nende ühendus. See ühendus on aga ka nii iselaadi, et ta harilikust segamisewiisist kaugelt lahku läheb; see on nimelt keemialine ühendus.

Segu saame meie, kui näit. ube ja odraterі kotis kokku segame. Meie wõime meelte abil segu üksikuid osasid otsekohe ära tunda ja ära lahutada.

Tambime walget kriiti ja musta süt uhmris (müüsris) ühtekokku, siis wõib küll segu wälja tulla, kus osade äratundmine paljale silmale raskeks läheb, suurendawate klaaside abil on see ometigi weel wõimalik. Sulatame wees tüki suhkrut ära, siis jaguneb suhkur wee sisse nii peenikeste

osadena ära, et nende äratundmine silmale ka suurendawate klaaside abil wõimataks saab; ainult maitsemeele abil wõime wette segatud suhkrut weel ära tunda. Keemialine ühendus pole see weel mitte. Laseme aga märja rauatüki õhu käes wee ja õhu hapnikuga ühineda, siis saame pruunikaskollase rauarooste, milles küll ühegi meele abil wõimalik pole rauda, hapnikku ega wett ära tunda. See on juba keemialine ühendus.

Paremini wõiks järgmine katse keemialise ühenduse sündmust silmapaistwaks teha. Walame katseklaasis (reagenzklaasis) roostetanud raudnaela peale soolahapet. Soolahape ühineb roostega ja annab kollaka wedeliku. Sulatame teises katseklaasis tükikese kollast werelehelis-soola (ferrocyanka-



Pilt nr. 20. Katseklaasid.

lium) wee sisse ära, sellest saame teise, natuke kollaka, selge wedeliku. Kui me nüüd mõlemad wedelikud kokku walame, wärwib segu ennast silmapilk kõige toredama sinise wärwiliseks. Natukese aja pärast wajub ilus sinine pulber wedeliku põhja. See pulber on igatahes segatud ainetest sündinud, aga keegi ei wõi meelte abil temas rauda, soolahapet, wett ega werelehelis-soola ära tunda. Saadud sinine pulber on tuntud hinnaline maalriwärw, „Berlini sinine“ (Berliner Blau).

Keemialise ühendamise läbi saadakse kahest wõi enam ainest koguni uute omadustega aine, nii et ühendatud osade äratundmisest meelte abil enam juttugi ei wõi olla. — Keemialistes ühendustes wõib wärwita ainetest uus toredawärwiline aine saada, mürkidest wõib kahjuta aine ja kahjuta ainetest mürk sündida, wede-

likkudest wõib tardunud keha ja tardunud ainete ühendusest wedelik saada, jne. jne.

Segud, milles segatud aineid meelte waral ära wõib tunda, nimetatakse mehanilisteks segudeks ehk lihtsalt segudeks.

23. Millest üks wõi teine aine kokku pandud, on nii huwitaw küsimus, et ta ärksamatele lastelegi päha tärkab. Laste küsimised millest suhkur, sool wõi wesi tehtud? — pole sugugi haruldased. Kui palju rohkem ei pea täiskaswanud inimesed, iseäranis põllumehed ja tööstus-esitajad, nende küsimiste peale rõhku panema. Saame meie ju kõik oma tarbeained emakeselt looduselt. Ärkanud uue aja põllumees peaks kõik tegema, et teada saada, missugustest ainetest tema põllumuld koos seisab ehk missuguseid aineid taimed oma arenemiseks ja kaswamiseks mullapinnalt nõuawad. Taimed aga on pea-osa inimeste toidust; sellepärast peaks see küsimus ka igaühte huwitama, kellel toiduga ehk toitmisega tegemist on, nimelt perenaisi, kokkasid jne.; kellel ei ole küll wähemalt enese toitmisega tegemist!

Missugused ained põllumullas mehanilikult segatud on, polegi nii raske teada saada. Selleks on tarwis põllumuld tema osadeks ära lahutada ehk analüserida. Ehk niisugune põllumulla analüs küll kaunis lihtne on, ei oska suurem jagu põllumehi ometi seda iseenesest mitte. Et asi wäga huwitaw, ülikasulik teada ja edaspidistele keemialistele lahutustele ettewalmistuseks on, siis wõtame ta kohe käsile.

Põllumuld.

24. Mõni põld kuiwab ruttu pärast wihma, teine aga seisab kaua niiske. Kui palju wett kohe pärast wihma ja mõni päew pärast wihma põllumullas weel peitub, oleks põllumehele selle poolest huwitaw teada, et ta siis näeks, missugune muld paremini, missugune halwemini niiskust alal hoiab. Et wee rohkust mulla sees ära määrata, selleks on tarwis sõela abil kiwidest ja juurikatest puhastatud muld ära kaaluda, pärast täiesti ära kuiwatada ja siis uuesti kaaluda. Et wee

kui ka mulla raskust kohe protsendiarwus saada, on muidugi kõige kohasem märga mulda 100 kaaluosa mingisugusest kaaluühksusest, näit. grammide järele, wõtta. Leitakse niimoodi, et näituseks 100 grammi märga mulda pärast kuiwamist ainult 73 gr. kaalub, siis on selge, et mullas 100 gr.—73 gr. = 27 gr. ehk 27% wett oli.

Palju keerulisem pole ka muude põllumulla osade äramääramine. Tarwis katsemuld ikka enne ära kaaluda, määramise alla wõetaw seguaine segu seest ära kaotada ja järelejäänud osa uuesti kaaluda.

Mis põllumullale musta wõi tumepruuni wärwi annab, on kõdenew sõe-ollus — humus ehk kõdunik. Põllumullasse on ta taimejuurte, lehtede, sõnniku ja putukakehade mädanemise ja kõdunemise läbi tekkinud. Ta on tähtis mulla soojusekoguja ja kobedakstegija, osalt ka niiskusehoidja. Et humust analüserimise puhul ära kaotada, on pärast esimest kaalumist tarwis mulda panni peal tuleleegis kuumutada, kuni ta walgeks põleb. Mis niimoodi mullast ära lahkub, pole muud kui humus.

Põllumullas leidub iga kord, kuigi wäga wäiksel protsendiarwul, wees sulawaid soolasid. Nad on põllumulla wäga tähtis osa, sest ainult neid imewad taimejuured wees sulanult toiduna sisse. Et nende rohkust ära määrata, selleks on igatahes wäga peenikest kaalu tarwis. Soolasid kaotatakse katsemullast mitmekordse pesemise läbi destilleritud weega (lume- ehk wihmawesi kõlbab selleks üsna hästi). Seda toimetatakse järgmiselt. Enne kuiwatatud ja täpipeal ärakaalutud muld segatakse weega hästi läbi ja kurnatakse siis wesi, mis sulanud soolad ühes wiib, klaastrehtris läbi paksu halli kuiwatuspaberi (kurnapaber ehk filter) ära. On niisugust pesemist ja kurnamist mitmekordselt toimetatud, siis kuiwatatakse muld uuesti ära ja kaalutakse hoolsalt. Et mulda kurnapaberi külge liitub, siis on tarwis ka kurnapaberit enne tarwitamist hoolsasti kaaluda, pärast tarwitamist aga mullaga ühes kuiwatada ja kaaluda. Muidugi mõista tuleb kurnapaberi raskus järelejäänud mulla raskusest maha arwata.

25. Igas põllumullas leidub — kui üks tähtsamatest osadest — kaunike osa lupja. Lubi ei sula mitte otsekohe

wees ja sellepärast ei ole esialgselt võimalik teda wee abil wälja pesta. Et lupja analüserimise juures kõrwale toimetada, siis on tarwis keemialiselt teda wees sulawaks aineks ümber muuta. See sünnib, kui katsemullale soolahapet peale walatakse, kuni ta ikka weel üles keeb ehk mullisid ajab (natuke rohkem hapet ei tee wiga). Nüüd on lubi keemialiselt kloorlubjaks ümber muutunud ja teda wõib wee abil wälja pesta, nagu eelpool-kirjeldatud sulawaid soolasid, sest kloorlubi sulab wees üsna hästi.

Mis eelpool-kirjeldatud lahutamiste järele põllumullast weel üle on jäänud, pole muud kui sawi ja liiw. Ka neid wõib weel teineteisest lahutada. Kallatakse sawi ja liiwa segule ohtrasti wett peale ja segatakse wedelat putru klaaskepiga, siis langeb pärast segamise seismajätmist liiw kohe põhja, kuna sawi wee hulgaks ajaks sogaseks teeb. Ettewaatlikult on nüüd wõimalik liiwa pealt sogast wett ära walada, millega suur hulk sawi minema läheb. Et ka seda sawi, mis weel järele jäänud, ära kaotada, selleks on tarwis katsemulda weel edasi pesta. Seda tehakse niikaua, kuni liigutamisel wesi enam sogaseks ei saa, waid üsna selgeks jääb. Nüüd on kõik sawi kadunud ja liiwa wõib kuiwatada ja kaaluda. — Sawi hoiab põllumulla sees niiskust kaua kinni ja sisaldab eneses wäga palju taime toidu-aineid. Ülisuur sawirohkus teeb põllumulla harimise tarwis kõwaks, kuid liiwa juurdesegamise läbi saab sawipõld pehmeks ja kobedaks.

Et ka liiwa, lupja, sawi jne. lahutada, selleks on keemia eelteadmist tarwis. Keemialine lahutamine on aga terwe kiwiriigi tundmaõppimise aluline põhi. Et temaga rohkem tuttawaks saada, on kõige kohasem teda kiwide tundmaõppimisega ühes ja waheldamisi läbi harutada.

Keemia põhjusmõtted.

26. Kõikide ilmuwuste kandja on ollus. Ilmuwused aga on wärwid, kehawormid, temperaturiwahed, liikumised jne. Ilmuwused ja aine on nii ühte kaswanud, et inimene üht ilma teiseta hästi mõteldagi ei jaksa. Ei wõi

näituseks wärwi mõtelda, ilma et ka aine mõttesse ei tärkaks, mis seda wärwi kannab, ehk kes suudaks mõtelda liikumist ilma liikuwa olewuseta. Ümberpöördult, kui me ainet mõtleme, siis mõtleme ka, et ta kudagi moodi ennast ilmutab, — muidu oleks ta meile teadmata. Sellest järgneb et ainet wõib olla, mis meile praegu teadmata on, sest et ta ennast weel ilmutanud pole; wõimata aga on ilmuwus ilma aineta. Ilmuwuste toimepanijaks peetakse aga jõudu, energiat.

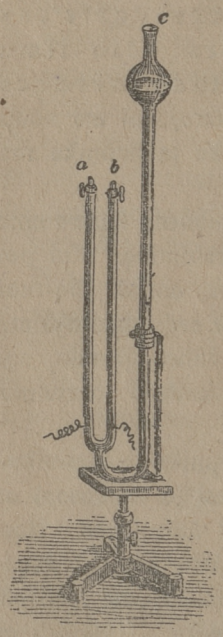
Keemia teeb ainult ühetaoliste ainetega tegemist ja ta pea-ülesanne on ühetaoliste ainete omaduste, kokkuseade ja kokkuseadete muutmiste tundmaõppimine. Selle teadusharu alguseks on Prantsuse lahutusteadlase Lavoisier'e (l. lawuasjee) ülesleitud ja kindlaksmääratud olluse kestwuse seadus: ainete muutmisel ei kaswa ega wähene ollus ta muudab ainult oma kuju, mille juures ta raskus täiesti endiseks jääb. Raskus on seega olluse üleüldine kestaw omadus, ja olluse kestwuse seadust wõib ka järgmiselt wälja ütelda: Keemiasaaduste raskus keemialise ilmuwuse juures käib ilmuwuste toimepanemiseks tarwitatud ainete raskuse summaga täiesti ühte. Igakord, kui me näituseks wett lahutame, annab saadud wesiniku ja hapniku raskuste summa lahutatud wee raskuse.

Ilmuwused, nagu puu põlemine wõi pilwede kaswamine, pole mitte olluse häwinemine ega juurdetekkimine. Kui puu ära põleb, siis muutub suurem jagu tema ainest õhu- ehk gaasisarnaseks ja läheb lendu, ilma et meie seda märkaksime. Pilwede kaswamine pole aga muud kui ennenägemata, aga siiski juba õhus eesleiduwa wee-auru pisikesteks weetolmukübemeteks ehk uduks muutumine.

27. Nagu eespool öeldud, on wesi hapniku ja wesiniku-, keedusool kloori ja natriumi ühendus. Wesi ja keedusool on seega kokkupandud ained ehk keemialised ühendused. Hapnikku, wesinikku, kloori ja natriumi edasi lahutada pole teadlastel tänini weel korda läinud. Neid nimetatakse sellepärast lihtaineteks, algaineteks ehk elementideks. Lihtained on niisugused, millest kõik teised ained looduses kokku on pandud.

Wana aja teadlased arwasid maad, wett, tuld ja õhku aineteks, millest kõik muu tuleb. Et kirjutades nende sagedat kordumist lühendada, wõtsid nad iga algaine äratähendamiseks ainult ühe tähe tähestikust. Walitud tähed olìwad l, m, n, t. Nende reastikku wäljaütlemisest on algaine teadusline nimetus „element“ tulnudki. Praegusel ajal ulatab tuntud elementide arw üle 80. Ka praeguse aja teadlased on elementide nimetuste lühendused tarwitusele wõtnud. Lühendusteks wõetakse elemendi ladinakeelse nimetuse esimene täht. Kui aga kahe ehk enam elemendi nimetuse algustähed ühed ja needsamad on, siis lisatakse teiste algustähele weel üks täht nime seest juurde. Hapniku ladinakeelne nimi on *Oxygenium*, sellepärast tähendatakse hapnikku tähe *O* läbi. Wesiniku *(Hydrogenium)* lühendus on *H*, kloori *(Chlor)* lühendus *Cl* ja natriumi *(Natrium)* lühendus *Na* jne.

28. Et mingi aine keemialist kokkuseadet teada saada, on tarwis teda keemialiselt lahutada ehk analüserida. Keemialiseks lahutamiseks ehk analüsiks tarwitatakse kõige paremate tagajärgedega elektrijuga. Et näit. wett elektrijoa abil lahutada, selleks tarwitatakse nõndanimetatud woltametrit (waata pilt nr. 21). Woltameter on kolm isekeskis ühenduses olewat klaastoru. Kaks lühemat toru kannawad jaotusekriipsusid, mis nende sisemise ruumi ühewõrdseteks osadeks (kant-tsentimeter) ära jaotawad. Nende ülemisi otsasid wõib kraanikeste abil awada ja sulguda, alumiste otsade sisse on kummagil torul platinast plaadike asendatud, mille küljest traadikesed läbi toru seinte wäljapoole torusid lähewad. Wee lahutamise katseks täidetakse kõik kolm toru weewlihappe ja wee seguga, mille pind keskmises torus natuke kõrgemale peab ulatama, kui kraanid kõrwalistes torudes

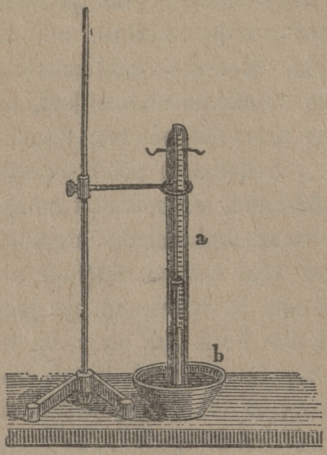


Pilt nr. 21.

seisawad. Kraanid keeratakse katse algusel kinni ja platinatraadi otsakesed ühendatakse wähemalt kolmest Bunseni elemendist koosseiswa elektribatarei poolustega. Nüüd ilmuwad platinaplaatide küljes gaasimullikesed, mis üles tõusewad, nõnda et kraanidega torud aegamööda gaasi täis kogunewad, kuna nendest wälja tõrjutud wesi kolmandasse torusse tõuseb. Torudesse kogunenud gaasid on hapnik ja wesinik, esimene selles torus, mille platinatraat batarei positiwlise poolusega, teine selles, mille platinatraat batarei negatiwlise poolusega ühenduses oli. Et üks gaasidest hapnik, teine wesinik on, see selgub katsetest. Hoitakse awatud kraanist wäljawoolawa gaasi sees puupilbast, mille otsas helendaw süsi õhkub, siis pahwatab see hapnikuuwoolu sees heledasti põlema, kuna ta wesinikuwoolus koguni ära kustub. Sellewastu põleb wesinik, kui ta leegitsewa tikuga põlema süüdatud, ise waewalt märgatawa sinika leegiga. Nõnda on wesi oma kaheks algaineks ära lahutatud, ja kohe lahutamise ajal wõime mõõtude abil toru külgede peal tähele panna, et ühe ja sellesama aja jooksul saadud wesiniku keharuum kaks kord nii suur on kui hapniku keharuum. Kui keemialisel lahutamisel ainult seda ära määratakse, missugustest lihtainetest keha koos seisab, siis nimetatakse lahutust aineliseks ehk qualitatiwliseks analüsiks, kui aga ära määratakse, kui palju mingit ainet lahutatud kehas leidub, siis on see arweline ehk quantitatiwline analüs.

Kui ühe ja sellesama aja jooksul lahutamisest saadud wesiniku ja hapniku kogud ära kaalutakse, siis ilmub, et saadud 1 keharuum hapnikku ometi 8 korda rohkem kaalub, kui temaga ühel ajal saadud 2 keharuumi wesinikku. 1 keharuum hapnikku on seega 16 korda raskem kui 1 keharuum wesinikku ehk hapnik on wesinikust 16 korda tihedam. Kui me wees peituwa hapniku ja wesiniku raskuste wahekorda protsentides wälja tahame ütelda, siis teeks see 16 : 2 ehk 8 : 1 ehk 88,89 % hapnikku ja 11,11 % wesinikku. Oli lahutamiseks wõetud wesi ka kaalutud, siis wõib kohe leida, et saadud hapniku ja wesiniku raskuste summa lahutatud wee raskuse wälja teeb.

29. Nüüd wõiks ehk weel kahelda, kas lahutamise juures mitte mõni kolmas aine kudagi moodi, näit. ülejäänud wee sees peidetult, kaduma pole läinud. Et wesi tõesti ainult wesinikust ja hapnikust koos seisab, selle üle wõime siis kindlust saada, kui meil korda läheb lahutatud kahe keharuumi wesiniku ja ühe keharuumi hapniku ühendamise läbi jälle wett sünnitada. See on tõesti korda läinud ja selleks tarwitatakse riista, mida eudiometriks (waata p. n. 22) nimetatakse. See on ühest otsast lahtine klaastoru, millel ruumijaotuse-märgid külje peal. Ta täidetakse elawhõbedaga kuni ääreni, kaetakse põidlaga ja pööratakse kaetult, lahtise otsaga allapoole, elawhõbedaga täidetud wäikse nõu sisse. On ots juba elawhõbeda sees, siis wõib põidla ära wõtta ja elawhõbe jääb õhu rõhumise mõjul siiski torusse. Selle toru sisse saadetakse alt läbi elawhõbeda mingi keharuumi osa hapnikku ja 2 niisamasuguse keharuumi osa wesinikku. Kinnise toruotsa ligidal lähewad läbi toru seinte torusse kaks traati, mille kaudu torust elektrisädet läbi lüüa wõib lasta. Elektrisäde ühendab mõlemad gaasid wee-auruks, mille tagajärjel elawhõbeda-sammas torus tublisti üles ja alla mõõnama hakkab. Kui sündinud wee-aur torus ära jahtub, siis tiheneb ta weetilgaks, mille elawhõbe toru ülemisse otsa surub. Lihtainete ühendamist kokkupandud aineks nimetatakse **sünthesiks**. Analüsi ja sünthesi abil on kerge näidata, et näit. soolahape ühest keharuumist kloorist ja ühest keharuumist wesinikust koos seisab, kusjuures ilmub, et kloori tihedus wesiniku tihedusest 35,5 korda suurem on. 36,5 kaaluüksuses on seega 1 kaaluüksus wesinikku ehk, protsentide järele, soolahappegaasis on 97,26 % kloori ja 2,74 % wesinikku.



Pilt nr. 22.

30. Sagedasti wõib keemialisi ühendusi kuumuse läbi lahutada. Nii näituseks lahkub punane elawhõbeda-oksüd, kui teda katseklaasi sees piirituselambi peal soojendada, hapnikuks ja elawhõbedaks. Esimest wõib puupilpa otsas helendawa sõega katsudes ära tunda, kuna elawhõbe toru ülemistel külmematel äärtel tilkadeks tiheneb. Olid nad kaalutud ja kaalutakse ka saadud elawhõbe ära, siis leidub, et wiimane kergem on kui tarwitatud oksüd. Kaalumised teewad katse juures selgeks, et punases elawhõbeda-oksüdis 92,6 % elawhõbedat (*Hydrargyrum—Hg*) ja 7,4 % hapnikku peitub.

Wõtame hõbedakarwa metalli magnesiumi (*Magnium—Mg*) traadi, kaalume ta ära ja süütame põlema. Ta põleb wäga heleda walgusega ja muutub sealjuures õrnaks walgeks pulbriks, mida magnesiumi-oksüdiks ehk magnesiaks hüütakse. Kaalutakse saadud pulber ära, siis leitakse, et ta rohkem kaalub kui põletamiseks tarwitatud magnesium kaalus. Magnesium on seega põledes õhust midagi juurde wõtnud. Lahutamise-katsed wõiwad selgeks teha, et see hapnik on. Magnesiumi-oksüd on 60,3 % magnesiumi ja 39,7 % hapniku ühendus.

Ka keedusoola sees leiduwa naatriumi ja kloori protsendiline wahekord saadakse kõige kergemini nende ainete ühendamise läbi kätte. Kui kaalutud tükike hõbedakarwa wahapehmet naatriumi kollakasrohelise kloorgaasi sisse pandakse, siis saadakse harilik keedusool, mis rohkem kaalub kui wõetud tükike naatriumi. Keedusoolas peitub 39,4 % naatriumi ja 60,6 % kloori. Wõtame tuntud protsendi-wahekorrad kokku:

Wesi sisaldab . . .	88,89 % *O*	ja	11,11 % *H*	. . (A).
Soolahappe-gaas . .	2,74 % *H*	ja	97,26 % *Cl*	
Punane elawahõbeda-oksüd	92,6 % *Hg*	ja	7,4 % *O*	
Magnesium-oksüd .	60,3 % *Mg*	ja	39,7 % *O*	
Keedusool	39,4 % *Na*	ja	60,6 % *Cl*	

Kui palju kordasid ka wett, soolahappe-gaasi, punast elawhõbeda-oksüdi, magnesiumi-oksüdi wõi keedusoola analüseritakse, ikka leitakse lihtained nendes ülemaltoodud protsendiarwete wahekorras, ja nõnda on lugu lihtainetega igas

keemialises ühenduses. Seda looduseseadust, mille alla keemialised ühendused siin nähtawaste painduwad, nimetawad teadlased keemialise kokkuseade kõikumatuse seaduseks. Seda wõib järgmiselt sõnastada: Igas keemialises ühenduses (ühetaolises aines) ettetulewate lihtainete raskuste wahekord jääb muutumataks. Segude juures ei ole lugu nii. Segudes wõib aineid igas soowitawas wahekorras segada.

31. On meil keemialistes ühendustes lihtainete protsendiline wahekord teada, siis wõime sealt kergesti iga aine kaaluraskust, mis wesinikule kui üksusele wastas leida. Ühe grammi wesiniku peale tuleks näit. wee juures $\frac{88,89}{11,11} = 8$ grammi hapnikku (ümarguses arwus) ja soolahappe gaasis $\frac{97,26}{2,74} = 35,5$ grammi kloori. Sellest selgub, et ühele wesiniku osale 8 hapniku osa ehk 35,5 kloori osa ühinemiseks ühewäärtuslised on. Elawhõbe, magnesium ja natrium ei ühine wesinikuga. Nende kaaluüksuste wõrdlemiseks wesiniku kaaluüksusega wõib arwusid kaudsel teel leida. Selleks on tarwis wälja arwata, mitu kaaluüksust *Hg*, *Mg* wõi *Na* tuleb 8 kaaluüksuse hapniku ehk 35,5 kaaluüksuse kloori peale, sest kumbki on 1 üksuse wesinikule wastaw. Elawhõbedale saame (tema oksüdist) $\frac{92,6 \times 8}{7,4} = 100$ gr.; magnesiumile (tema oküsdist) $\frac{60 \times 8}{40} = 12$ gr.; naatriumile (keedusoolast) $\frac{39,3.35,5}{60,7} = 23$ gr. Niiwiisi on wõimalik keemialistes ühendustes kõikide elementide kaaluüksust wesiniku üksuse wastu kindlaks määrata. Leitud üksused on järgmised:

$$\left.\begin{array}{l} H = 1 \\ O = 8 \\ Cl = 35,5 \\ Na = 23 \\ Mg = 12 \\ Hg = 100 \end{array}\right\} \text{jne.} \quad \ldots\ldots (B)$$

Need arwud on lihtainete juures wäga iseloomulised, sest nad näitawad kõige otsekohesemalt, kui suured kaaluosad ühest ehk teisest ainest üksteisega ühinemisel ühewäärilised on. Näituseks on teada, et kloor ka magnesiumiga ühineb. Tabeli B

arwude waral wõime ette ütelda, et *Mg* ja *Cl* wahekord selles ühenduses 12 : 35,5 on, ja tõeste näitab kloormagnesiumi analüüs, et seal protsentides 25,48 % *Mg* ja 74,52 % *Cl* leidub. Sellest kõigest selgub, et kaaluüksused 1 wesinikule, 8 hapnikule, 35,5 kloorile, 23 natriumile, 12 magnesiumile jne. keemialises mõttes nende lihtainete ühewäärilisi ühenduseosasid — aequivalent-osasid — esitawad. Lihtained ühinewad kindlates ühewäärtuslistes osades.

32. Eelpool oleme leidnud, et kaks lihtainet ainult ühe uue ühenduse annawad. Katsed aga näitawad, et kahest lihtainest wahest ka kaks wõi enam uut ühendust wõib saada. Elawhõbe näit. ühendab ennast klooriga ühedel tingimistel kalomel'iks, teistel aga sublimadiks. Esimene nendest sisaldab 100 kaaluüksuse peale 35,5, teine aga — 71 kaaluüksust kloori. Arw 35,5 on kloori aequivalent, aga $71 = 2 \times 35{,}5$ esitab kordse (siin kahekordse) kloori aequivalendist. Niisuguseid juhtumisi tuleb keemias alatasa ette. Üleüldse, kui kaks lihtainet mitu keemialist ühendust annawad, siis ilmub ühe wõi teise rohkus aequivalentide kordsete wahekorras. See on aequivalentide kordsete seadus, mida selle seaduse kindlaksmääraja järele ka Dalton'i seaduseks nimetatakse.

33. Inglise lahutusteadlane Dalton seadis ka (1804. a.) arwamise üles, mille järele ollus ruumi millaski tungil täis ei täida, waid et ta ülipisikestest osakestest — atomidest ehk pihudest — koos seisab, mis eneste wahele suuremaid wõi wähemaid waheruumisid jätawad. Weel mõne aasta eest arwati, et atomid seda piiri esitawad, mille üle meie aine jaotamise wõimalus ei ulata. Uuemal ajal aga arwawad teadlased, et atomid weel ionideks wõi elektronideks wõiwad jaguneda. Igatahes annab atomide-hüpothes*) meile wõimaluse keemialiste sündmuste üle enesele selgemat pilti ette kujutada. Anname atomide-hüpothesil ruumi, siis kujunewad keemialised sündmused nii, nagu oleksid atomidel järgmised omadused:

*) Hüpothesiks nimetatakse niisugust õpetust, mille tõde weel kahtlemiseks mahti annab.

1) Kõik ühe ja sellesama lihtaine atomid on ühesuguse raskusega; ülepea kõik nende omadused peawad ühesugused olema.

2) Mitmesuguste lihtainete atomid peawad raskuse poolest lahku minema.

3) Keemialiste ühenduste sünnitamisel ühinewad ühe lihtaine atomid teise lihtaine atomidega äramääratud muutumata kogumuse wahekorras.

4) Atomid peawad tõesti teatud wisadusega koospüsiwad olluse-üksused*) olema.

On lihtainete atomidel tõesti need omadused, siis esitawad end eelpool äramääratud looduseseadused ülesloetud omaduste arusaadawate tagajärgedena. Lihtained wõiwad Daltoni seaduse makswusel näit. ainult sellel tingimisel teistega kaks wõi enam isesugust ühendust anda, et atomid wisalt kokkuhoidwad üksused on. On üks kloori atom elawhõbeda atomiga kalomeliks ühinenud, siis wõib korraga endisele mitte wähem kui terwe kloori atom uuesti juurde astuda, et jälle sublimati sünnitada, mis kloori endise atomiga kokku kahewõrdest kloorikogu tähendab. See näitab meile, et kahe wõi enam lihtaine atomid uue aine kõige pisemaks üksuseks kokku astuwad. Need üksused on seega juba atomide kogud ja neid nimetatakse m o l e k ü l i d e k s (kogukesteks). Uurimised on näidanud, et ka lihtainete atomid isekeskis molekülisid sünnitawad. Molekülid kui ka atomid on aga nii pisikesed ainekogud, et wõimata on nende päris raskust ära määrata. Nende raskusi wõib ainult üksteisega wõrrelda. Wõrdlemise wõimaluse aga annawad teadusemeeste Mariotte ja Gay-Lussac'i (l. gee-lüssak) tähelepanekud.

34. Füsika õpetab, et kõik kehad oma keharuumi muudawad, kui nende temperaturi wõi temperaturi asemel rõhumist, mille all nad seisawad, muudetakse. Tardunud wõi wedelas olekus muudab iga aine oma ruumi isesugusel mõõdul; gaasitaolises olekus kehade juures on aga tähelepanekud näidanud, et nad kõik ühes ja sellessamas wahekorras paisuwad

*) Daltoni ülesseadel on atomid lahutamata üksused.

wõi kokku tõmbawad, kui neid ühewõrra soojendatakse wõi jahutatakse ehk nende peal lasuwat rõhumist ühewõrdselt kergendatakse wõi raskendatakse. Nii teatakse, et iga gaas $\frac{1}{278}$ keharuumi wõrra paisub, kui teda 0° algades 1° C. wõrra soojendatakse ja kui rõhumine endiseks jääb, ümberpöördult $\frac{1}{278}$ keharuumi wõrra kokku tõmbab, kui teda ühe ja sellesama rõhumise juures 0° algades 1° C. wõrra jahutatakse. Kui me selle järele 273 ccm. (kant-tsentimetrit) mingit gaasi, mis parajasti 0° soe on, 1° wõrra soojendame, siis saame temast 274 ccm. (ühekraadilist) gaasi. Kui me seda gaasi 20° C. soojendame, siis saame teda järjelikult 293 ccm., ja soojendame teda 100° C., siis saame temast 373 ccm., kui rõhumine mitte muutunud pole. Seesama keharuumi osa gaasi tarwitaks — 1° C. juures 272 ccm., — 10° C. juures aga ainult 263 ccm. ruumi.*) Kui me sellewastu mingit gaasi, mis teatawa rõhu all wiibib, sellesama soojusekraadi juures kahekordse rõhu alla paneme, siis surutakse ta poole keharuumi peale kokku, ja kui me tema rõhumist poole wõrra wähendame, wõtab ta, kui soojusekraad seesama, omale kahekordse keharuumi. Kõik gaasid awaldawad sellepoolest ühesugust iseloomu.

Wõrdlemisi on niisugused gaaside keharuumi muutmised wäga suured, ja neid on wõimalik ainult üksikute osakeste ligemale- wõi kaugemaleastumise, s. o. osakeste wahel leiduwa waheruumi suurenemise wõi wähenemise läbi seletada, mille kõrwal osakeste eneste keharuumi nulliks wõib arwata. Et kõik gaasid selle poolest ühesugused on, siis *peawad küll kõikide gaaside osakeste waheruumid ühesuguse rõhumise ja temperaturi juures ühesuurused olema*. Kui nüüd gaaside osakeste waheruumid ühesuurused, osakeste eneste suurus wahede kõrwal aga peaaegu 0 on, siis järgneb sellest, et *kõik gaasid ühe ja*

*) Sellest nähtusest järeldawad teadusemehed ka temperaturi absolut 0 punkti. Astuwad gaasi osakesed 273 ccm. gaasi sisaldawas gaasikogus iga kraadi jahtumise mõjul niipalju koomale, et 1 ccm. ruumi ära kaob, siis peab 273 kraadi jahtumise järele kõik ruum kadunud olema ja osakesed ei wõigi enam ligemale üksteisele astuda, mi lega külmemaks minemise wõimalus kaoks.

sellesama temperaturi juures ja ühe ja sellesama rõhumise all ühesuurustes ruumides ühewõrra osakesi sisaldawad (Italia füsikateadlaste Avogadro seadus).

Ütleme näituseks, et üks liiter wesinikku sisaldaks 1000 osakest, siis peaks ka 1 liiter kloori 1000 osakest sisaldama, niisamuti hapnik, soolahappe-gaas, wee-aur jne., kui nad kõik karwapeal sellesama rõhumise all sellesama temperaturi juures wiibiksid. 1 liiter kloori kaalub aga 35,5 korda rohkem kui 1 liiter wesinikku; seega kaaluks $\frac{1}{1000}$ ltr. kloori — see oleks meie näituseks wõetud arwe järele parajasti üks osakene — 35,5 korda rohkem kui $\frac{1}{1000}$ ltr. wesinikku, s. o. üks wesiniku-osakene. Sellest näeme, et ainete-osakeste raskused sellessamas wahekorras peawad olema, kui nende keharuumi-raskused gaasi olekus ühe ja sellesama rõhumise ja temperaturi juures.

35. Mis osakesed need on, molekülid wõi atomid?

Katse näitab, et 1 liiter wesinikku 1 liitri klooriga 2 liitrit soolahappe-gaasi annab. Oleks lihtaine osakesed wesinikus ja klooris atomid, sündinud soolahappe-gaasi osakesed aga molekülid, siis tohiks 1 liiter ehk 1000 atomi wesinikku ja 1 liiter ehk 1000 atomi kloori paljalt 1000 molekŭli ehk 1 liiter soolahappe-gaasi anda. Et aga soolahappe-gaasi tõepoolest 2 liitrit saadakse, siis peab segamise juures wähemalt 2000 atomi wesinikku ja 2000 atomi kloori olnud olema. 2000 atomi wesinikku ja 2000 atomi kloori on aga kumbki paljalt 1 liitri gaasi ehk 1000 osakest esitanud. Sellest järgneb, et wesiniku atomid wesiniku sees kui ka kloori atomid kloori sees paarikaupa koos heljudes ka wesiniku ja kloori molekülisid on sünnitanud.

Niisugune lugu on ka teiste lihtainetega. Wee lahutamisest teame meie, et kaks keharuumi wesinikku ühe keharuumi hapnikuga wee-auruks ühinewad, ja mõõtmised ühesuuruste temperaturide ja rõhumiste juures näitawad, et sellest 2 keharuumi wee-auru saab. Arwame siin jälle, et iga keharuum 1000 molekŭli sisaldab, siis annab 2000 molekŭli

(4000 atomi) wesinikku ja 1000 molekŭli hapnikku 2000 molekŭli wee-auru. Et igal wee-molekŭlil 2000 seast ka 1 atom hapnikku peab olema, siis näeme kohe, et 1000 hapnikumolekŭli sees 2000 hapnikuatomi peab olnud olema. Nad olid seega ka paarikaupa koos. Nii siis tuleb ühenduses iga 4000 wesinikuatomi peale 2000 atomi hapnikku, ja saadud 2000 weemolekŭli sees teeb see iga weeauru-molekŭli kohta wälja 1 hapniku ja 2 wesinikuatomi, s. o. — ühes weeaurumolekŭlis on 1 hapnikuatom ja 2 wesinikuatomi.

Lihtained ehk elemendid on seega niisugused ained, mille molekŭlid ühesŭgustest atomidest, ja keemialised ühendused on niisugused, mille molekŭlid mitmesugustest atomidest koos on.

36. Katsed on näidanud, et lihtainete molekŭlid enamasti kahest, harwa aga enam wõi wähem molekŭlidest kokku on pandud. Nende algainete atomiraskuste wahel, mille molekŭlid kahest atomist koos on, walitseb, iseenesest mõista, seesama kaalu-wahekord, mis nende keharuumi-raskuste wõrdlemisel gaasilaolises olekus leitakse, ehk — *elementide enamuse keharuumi-raskused on ka nende atomi-raskused.* Üksuseks on wõetud wesinikuatomi raskus. Pärastised täpipealsed kaalumised näitasid, et teiste algainete raskused palju murdusid annawad, kui wesinik tõesti üksuseks wõtta. Hapnikugi raskus ei oleks puhas 16. Murdusid saadi palju wähem, kui hapnik ümarguselt 16 arwati. Siis aga on H=1,008. Sellejärele on: H=1, O=16 ja Cl=35,5. Juba nendest kolmest näitusest on näha, et elementide aequiwalendid nendesamade elementide atomraskustega mitte ühte ei käi.

Lihtaine atomraskuse määramine ei ole aga igakord mitte lihtne. Tarwis esiti antud lihtaine mitmesuguste ühenduste wõrdlemiste läbi kindlaks teha, mitme atomiline ta molekŭl on, alles siis wõib kaalumise peale mõtelda. Lihtainetest ei lase ennast ka suur hulk gaasiks muuta. Kui aga niisugusest lihtainest mõni ühendus leidub, mis ennast gaasiks laseb muuta, siis määratakse otsitaw atomiraskus kaudsel teel arwamiste läbi kindlaks. — Atomiraskuste äramääramiseks tea-

takse ka teisi teesid, mille kirjeldamine aga wäga kaugele kõrwale wiiks.

Meile juba tuntud lihtainete aatomi raskused on:

$$\left.\begin{array}{l} H = 1 \\ O = 16 \\ Cl = 35{,}5 \\ Na = 23 \\ Mg = 24 \\ Hg = 200 \end{array}\right\} \quad \ldots \quad (C)$$

37. Kui aatomid paarikaupa koos heljuwad, peab aatomide wahel liginemisetung üksteise poole olemas olema. Siin juures ilmub aga ka, et kahe aatomi liitumise läbi nende liginemisetung nagu seotud saab. Wesiniku ja kloori molekülid wahetawad segatult oma aatomid ilma wälise abita ümber. Sellest wõib mõista, et wesiniku ja kloori aatomide wahel wastastikku suurem liginemisetung peab walitsema, kui wesiniku wõi kloori aatomide wahel omakeskes. Ei lööks ju muidu aatomid end wesiniku ja kloori molekülides üksteisest lahti, et siis silmapilklise wabaoleku järele uues korras ühineda. Ilmuwust ennast wõime järgmise wõrdluse abil kujutada:

$$\boxed{HH} + \boxed{ClCl} = \boxed{HCl} + \boxed{HCl}$$

Pahem pool näitab meile aatomide korda enne, parem pool pärast keemialist tegewust ehk reaktsioni. Iga ruut sisaldab ühe moleküli.

Niisama wõime omale ka wee sündimist kujutada:

$$\begin{array}{|c|}\hline HH \\ \hline HH \\ \hline \end{array} + \boxed{OO} = \boxed{\begin{matrix} H \\ H \end{matrix} O} + \boxed{\begin{matrix} H \\ H \end{matrix} O}$$

HH, $ClCl$, HCl, OO, $\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}O$ jne. on molekülide kujud, mis keemialiste lühenduste abil on saadud.

Pruugiks on keemialiste lühenduste abil molekülide mitmekordset ettetulemist numbri läbi moleküli kuju ees, ja mitmekordset aatomi ettetulemist pisikese numbri läbi aatomi tähendawa

lihtaine märgi järel all ära tähendada. Keemialise aine kujutust lühenduste abil nimetatakse keemialiseks walemiks, ja et olluse kestwuse-seaduse mõjul keemialiste reaktsionide läbi saadud ainete summa tarwitatud ainete summaga ühewõrdub, siis wõib keemialiste reaktsionide kujutamiseks wiimaste walemid esimeste walemitega ühewõrdusmärgi läbi ühendada. Saadud keemialise reaktsioni kujutust nimetatakse keemialiseks wõrdluseks ehk tasandiks. Soolahappe-gaasi sündimist wõime seega järgmiselt kujutada:

$$H_2 + Cl_2 = 2\ ClH;$$

wee sündimist aga:

$$2\ H_2 + O_2 = 2\ H_2O.$$

Mõlemaid reaktsionikujutusi wõib lühendada ja nad omandawad siis järgmise kuju:

$$H + Cl = ClH;\ H_2 + O = H_2O.$$

38. Soolahappes on üks klooriatom **ü h e** wesinikuatomiga seotud, wees üks hapnikuatom **k a h e** wesinikuatomiga, ammoniakis aga on üks lämmastikuatom *(Nitrogenium = N)* **k o l m e** wesinikuatomiga seotud. Kuna klooriatom ainult ühte wesinikuatomi jaksab siduda, seob hapnikuatom kaks ja lämmastikuatom koguni kolm wesinikuatomi. Atomi sidumisejõud on elementidel seega mitmesuguse **w ä ä r t u s e g a**. Kui wesinikuatomi sidumisejõud teistele mõõduks wõetakse, siis on kloor ühe-, hapnik kahe- ja lämmastik kolmewäärtusline element. Elementide sidumisejõudu tähendatakse pisikeste sidekriipsukeste läbi kas märgi peal wõi märgi kõrwal. Ühewäärtusline kloor märgitakse selle järele $\overset{|}{Cl}$ ehk $Cl-$, kahewäärtusline hapnik $\overset{||}{O}$ ehk $O=$ ja kolmewäärtusline lämmastik $\overset{|||}{N}$ ehk $N\equiv$. On ka nelja ja enam wäärtuslisi elementisid. Mõne elemendi atomisidumise-wäärtus on muutlik ja waheldab mitmesugustes ühendustes.

Üleüldse walitseb keemias seadus, et ainult ükswõrdsed wäärtused üksteise asemele wõiwad astuda. Atomid seowad ühendustes üksteist oma wäärtuste läbi: soolahappes Cl—H,

wees H—O—H, ammoniakis $H-\overset{H}{\underset{|}{N}}-H$. Atomid elementide molekülides seowad ka üksteist oma ükswõrdsete wäärtuste läbi, nii H—H, O=O ja N≡N.

Arwame mingi keemialise ühenduse molekülis, kus palju atomisid koos on, ühe wäljatõrjutuks, kuna mitu weel kokku jääwad, siis nimetatakse järelejäänud osa *juureks* ehk *radikaliks*. Nii saadakse näituseks wee-radikal (hüdroksil), kui üks wesiniku-atom ühendusest wälja arwatakse (H—O—). Et niisugusel radikalil üks sidumisewäärtus wabaks jääb, siis wõib ta selle külge mingit uut ühewäärtuslist atomi siduda. Tuleb ka juhtumisi ette, kus kaks radikali wabade sidumisewäärtuste kaudu ühendusesse asuwad. Ammoniaki radikal on H_2N- ja sünnitab wee radikaliga ühenduse H_2N-OH.

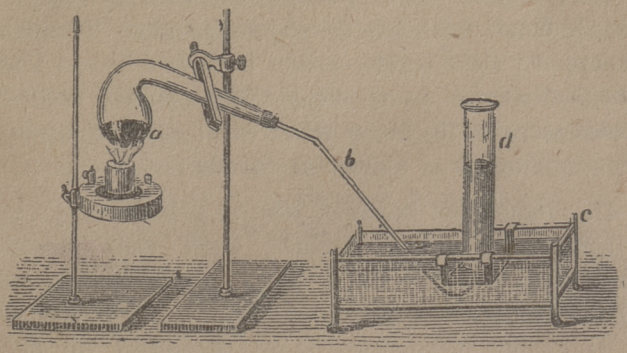
39. Kõik lihtained jagatakse kahte liiki: ühed on *metallid*, teised *ebametallid* ehk *metalloidid*. Esimesi wõib nende iseäralise läike ja soojuse edasisaatmise läbi ära tunda; füsikaõpetus tunneb neid peale selle weel kui kõige paremaid elektriwäe edasisaatjaid. Ebametallidel neid omadusi ei ole. Keemias on metallid kui head leheliste sünnitajad tuntud, kuna ebametallidel hapete sünnitamise omadus on. Happed kui ka lehelised on oma nimetused endi iseloomulisest maigust saanud. Päris kindlat piiri aga metallide ja ebametallide wahel ei ole. Mitmel metallil on ebametallide omadusi ja mitmed ebametallid näitawad metallide iseloomu.

Tähtsamad algained ja mineralid.

Hapnik (O = 16).

40. Nagu eelmises peatükis nägime, wõib puhast hapnikku sel teel saada, et wesi elektrijõu abil lihtaineteks lahutatakse. Katsete tarwis sünnitatakse teda harilikult kergemal teel kloorhapu kalist ($KClO_3$), hapniku poolest rikkast walgest soolast, kust ta soojendamise läbi täiesti lahkub, kuni ainult kloorkalium (ClK) järele jääb.

Et tegelikult kloorhapu kalist hapnikku sünnitada, selleks pannakse umbes 30 gr. nimetatud soola tules raskeste sulawa, kõwera kaelaga klaasnõu sisse, mida retordiks hüütakse, ja lisatakse soolale pruunkiwi-pulbrit — nõndanimetatud manganhüperoksüdi (MnO_2) tublisti sekka. Pruunkiwi-pulber on küll, nagu walem näitab, ise hapniku poolest rikas, kuid hapnik ei



Pilt nr. 23. Hapniku sünnitamine.

tule temast. Ta on reaktsioni ehk keemialise tegewuse lõpul puutumata terwe ja lisatakse ainult selleks juurde, et ta, nagu tähele on pandud, hapniku lahkumist rohkem ühetasaseks ja wähema leegi juures kättesaadawaks teeb. Klaasnõu seatakse niiwiisi iseäralise jala peale, et teda hõlbus oleks pisikese piirituse- wõi gaasilambi läbi soojendada (pilt nr. 23). Klaasnõu pikka kõwerat kaela wõib gummitoru läbi pikendada, mille lahtine ots külma wee waagnasse juhitakse. Kui nüüd klaasnõu piirituselambil ettewaatlikult soojendatakse, lahkub hapnik soolast ja läheb gummitoru kaudu weewaagnasse, kus ta toru lahtisest otsast õhumullide näol wälja tuleb ja klaaspudelitesse ehk tsilindritesse juhitakse. Esimesi ilmuwaid mullisid ei maksa aga weel kinni püüda, sest nendes on weel palju õhku. Ilmuwa gaasi kinnipüüdmiseks täidetakse pudel wõi tsilinder ääreni weega, kaetakse awandus korgiga kinni, pööratakse nõu kummuli ja pistetakse ta kael waagnasse wee sisse. Nüüd wõib pudeli wõi tsilindri suud jälle awada, ilma et wesi wälja woolaks, sest õhu rõhumine weepinna peale hoiab wee pudelis ehk

tsilindris ülewal. On see sündinud, siis juhitakse gummitoru ots pudeli ehk tsilindri kaela sisse, ja gaasimullid tõusewad otsekohe kinnipüüdmise-nõusse, wett sealt seest wälja tõrjudes. On nõu niiwiisi gaasiga täidetud, korgitakse ta suu wee all kinni, ja alles siis wõetakse nõu weest wälja, kuna gaas teise niisama ettewalmistatud nõu sisse juhitakse. On nõndawiisi 5—6 pudelit gaasi kinni püütud, siis wõib gaasisünnitamist lõpetada. Enne tule retordi alt ärawõtmist tõstetagu aga gummitoru ots weest wälja, muidu imeb retort, mis jahtumise läbi kokkutõmbawa gaasi mõjul tühjaks jäänud, toru mööda wett enesesse, misläbi kuum retort katki wõib minna ja edaspidiseks tarwitamiseks kõlbmataks saada.

41. Hapnik on wärwita, lõhnata ja maitseta gaas, nagu seda sünnitamise juures otsekohe järele wõib katsuda, — 16 korda raskem kui wesinik, seega natuke raskem kui õhk, nii et ta püstiseiswast ja ettewaatlikult awatud pudelist kohe lendu ei tõuse. Missugused muud omadused tal on, seda näitawad järgmised katsed:

1) Pistetakse awatud hapniku pudelisse puupilbas, mille otsas helendaw süsi hõõgub, siis lööb ta hapnikus iseenesest heledalt lõkendama ja põleb särawa leegiga, kuni hapnik pudelist lõppenud on.

2) Teise pudeli sisse pistetagu traadi otsas tükk hõõguwat sütt. Ka süsi hakkab hapniku sees elawamalt hõõguma ja põleb sädemeid pildudes kiiresti ära.

3) Kõweraks käänatud plekiriba otsas põlema süüdatud weewlitükike ehk põlewad weewlilõngad, mis kolmandasse pudelisse lastud, põlewad hiilgawa sinise leegiga, kuna pudelisse terawa läkastamapanewa lõhnaga aur järele jääb.

4) Laia hapnikupudelisse, mille põhjas natuke wett leidub, lastagu mingi aluse peal kuiwatuspaberiga hästi ärakuiwatatud ernetera-suurune tükike wosworit (märg woswor pillub kardetawaid sädemeid), alles pudeli sees pistetagu woswor helendawa sukawarda abil põlema. Woswor põleb, walget suitsu sünnitades, pimestaw-hiilgawa leegiga ära. Enne põlemise lõppu ärgu korgitagu pudelit kinni. Kardetaw pole see katse iseära-

liselt mitte, kui pudel mitte nii wäike ei ole, et ta põlemise kuumusest lõhkeda wõiks.

5) Peenikese kruuwimoodi kokkukeeratud terastraadi otsa haagitagu tükike sütt ehk tuletiku otsake. Põlema süüdatult ja hapnikupudelisse lastult wõtab terastraat warsti ise tuld ning põleb särisedes ja heledaid sädemeid pildudes ära, pudeli seinu seespidi pruuni tahmaga kattes.

Wiimane pudel jäetagu edaspidisteks katseteks tagawaraks.

Nendest katsetest järgneb, et hapnik ise ei põle, põlemist aga kangesti edendab, sest ained, mis õhus põlewad, põlewad hapnikus palju heledamini ja kiiremini, ja mitmed ained, mis õhus ei põlegi, põlewad üsna jõudsasti hapniku sees.

42. Mis on aga põlemine? kuhu jääwad hapnik ja põlew aine sealjuures? — Nad pole kadunud, waid põlemisel ühinesid hapnik ja põlew aine keemialiselt uueks aineks. Need uued ained — nõndanimetatud põlemisesaadused — jäid suurelt osalt pudelitesse, kui me neid pärast katset korgi ettepanemisega pudelist wälja mînemast takistasime, ja nende sealolekut wõib uute katsete läbi tõeks teha. Kahe esimese katse — puu ja sõe põletamise järele — jäid pudelid pealtnäha tühjaks, see aga tuleb sellest, et põlemisesaadused nende katsete juures wärwita ja lõhnata gaasid on. Pistame kummagisse pudelisse ribakese sinist lakmusepaberit ja laseme neid kinnikorgitult weel tükk aega seista, siis leiame, et sinised paberiribad end punakaks on wärwinud. Hariliku õhu ega puhta hapnikku sees seda ei sünni, järgnewalt peab pudelites midagi uut olema. See uus aine ehk sõe põlemisesaadus on sõehappegaas, mida lihtsalt aga sõehappeks nimetatakse. Kui süsi põles, ühines üks atom sütt kahe atomi hapnikuga, nii et me sõehappe keemialist walemit CO_2 wõime kirjutada. Puu sees leidub aga peale sõe pea-asjalikult weel wesinikku; sellepärast sündis puu põlemise juures peale sõehappe weel wee-auru (H_2O), kuid tema tekkimist on eelmise katse järele raske ära määrata, — oli ju pudel enne katsetki seest märg. Sõehape wõib ennast külma wee külge siduda, ja niisugusel weel on siis hapukas maik; sellepärast, ja et ta sõest saadud, nimeta-

takse teda söehappeks. Hapetel on kõikidel hapu maik ja see omadus, et nad sinise lakmusepaberi punaseks muudawad.

Kolmandas pudelis põles weewel (Sulfur — S) ja saadus oli läkastawa haisuga gaas. See gaas sündis ühe atomi weewli ühendamise läbi kahe atomi hapnikuga (SO_2) ja teda nimetatakse weewliseks anhüdridiks. Ta sulab kergesti wees ja annab selle juures weele oma lõhna. Et seda sulangut saada, on tarwis sellesse pudelisse, kus weewel põles, natuke wett kallata ja siis loksutada. Wees sulanult ei nimetata teda enam weewliseks anhüdridiks, waid weewliseks happeks. Sõna „anhüdrid" tähendab „ilma weeta", ja see nimetus antakse keemialistele ühendustele, millest wee juurdelisamise läbi hape saadakse. Nimetus anhüdrid tähendab seega ilma weeta hapet. Tõesti on weewlisel happel kui ka tema anhüdridil hapu maik ja nad mõlemad wärwiwad sinise lakmuspaberi kohe helepunaseks. Weewlise happe keemialine kokkusead on seega $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$. Ka söehappe-gaasi õigem nimetus oleks „söehappe-anhüdrid". Seisab weewline hape pikemat aega lahtises nõus, siis wõtab ta omale õhust weel ühe atomi hapnikku juurde ja muutub weewlihappeks $H_2SO_3 + O = H_2SO_4$).

Neljandas pudelis sündis woswori (Phosphorus — P) põlemisest wosworihappe-anhüdrid, mis esiti walge suitsuna pudelit täitis, siis aga maha wajus ja pudelis leiduwas wees ära sulades wosworihapet sünnitas. Wosworihappe-anhüdrid on kahe wosworiatomi ja wiie hapnikuatomi ühendus, walemis P_2O_5, ja esitab tardunud ainet. Tema sulang wees — wosworihape — on wedel ja wärwib sinise lakmusepaberi punaseks. Wosworihappe sündimist tuleb järgmiselt kujutada:

$$P_2O_5 \times 3H_2O = 2H_3PO_4.$$

Ka terastraadi põlemisesaadus, wiiendas pudelis, on tardunud aine, sest ta katab pudeli seinu punakaspruuni korrana. Seda ainet wõib kohe kui rauarooste ära tunda. Rauarooste on seega raua ehk terase (Ferrum — Fe) ja hapniku keemialine ühendus, ja nimelt tuleb kahe atomi raua peale kolm atomi hapnikku (Fe_2O_3), kuhu pudeli niiskusest weel 3 molekŭli wett juurde tulnud. Rauarooste on seega

$Fe_2O_3 + 3H_2O = H_6Fe_2O_6$ ehk lühendatult H_3FeO_3. Tal pole hapu maiku, waid ta maik kaldub lehelise maigu poole. Sellepärast ei nimetata teda — ilma weeta — ei anhüdridiks ega hapnikuks, waid raua-oksüdiks, weega aga raua-hüdradiks. Sõna „hüdrat“ tähendab weega ühenduses olemist, sõna „oksüd“ tuleb aga hapniku ladinakeelsest nimetusest ja tähendab hapnikuga ühenduses olemist.

43. Ka õhus leidub hapnikku. Looduseteadlased on teda õhus 21 % s. o. enam kui wiienda osa õhust, leidnud olewat, Nii tuleb teda siis looduses wabalt üsna tublisti ette. Hapnik õhus ongi see, mis aineid temas lubab põleda. Õhu sees põlemine ei ole nii äge, kui puhta hapniku sees põlemine, sest hapnik on ühes teiste ainetega ($\frac{4}{5}$), mis põlemist ei edenda, suuresti segatud. Põlemine on seega üleüldiselt ainete keemialine ühinemine hapnikuga, millel walguse ja soojuse awaldused kaasas käiwad.

Õhu sees on hapnikul aga weel suurem tähtsus kui awaliku põlemise edendamine. On leitud, et kõik loomad, inimestega eesotsas, õhku hapniku pärast oma kopsudesse hingawad. Hapniku jätawad loomad oma kehasse, kuna nad sõehappe ja wee-auru wälja hingawad. Loomade kehas peab seega ka midagi põlemise taolist sündima, sest hingamisesaadused on needsamad, mis puu põlemisegi juures. Uurimised on siin järgmist selgitanud. Kopsudes on loomade weri ülipeenikeste õhukeste seintega soonte sisse ära jaotatud. Läbi soonekeste seinte ühineb hapnik werega ja woolab kehasse. Loomade kehas teeb weri ringreisi, ja kui ta kopsudesse tagasi jõuab, on hapnik kadunud, selle asemel leidub seal aga tublisti sõehappe-gaasi. Looma kehaosad, iseäranis rasw, on peaasjalikult sõe ja wesiniku ühendused ja need ongi pikkamööda hapnikuga ühinenud, seega niiötelda pikkamööda ära põlenud. Sellejuures ei jää soojuski tekkimata, sest teatawasti on weri soe ja soojendab terwet keha. Et hapnik wähesel möödul ka wees sulab, siis saawad temast ka kalad oma osa. Kalad hingawad aga lõpuste läbi.

Pikaldast ilma leegita ainete ühinemist hapnikuga tuleb looduses ka mujal ette. Niisugune nähtus on mädanemine.

Et ka mädanemine soojust sünnitab, on kaunis tuntud lugu. Märjad heinad hakkawad hunikus mädanema ja lähewad palawaks. Mädanemisel tekkiw kuumus wõib mõnikord lausa põlemiseks tõusta. Ka mädanemisesaadused on igatahes needsamad, mis nendesamade ainete põlemiselgi ilmuwad — harilikult sõehape ja wee-aur.

Lõpuks oleks weel tarwis raua hariliku roostetamise, kui raua ja hapniku pikaldase ühinemise peale tähendada. Ainete ühinemist hapnikuga nimetatakse teaduslise nimega oksüderimiseks. Põlemine, mädanemine ja raua roostetamine on seega kõik oksüderimise ilmuwused. — Juhtub keemias seda ette tulema, et miski aine hapnikust wabastatakse, siis nimetatakse seda nähtust deoksüderimiseks, redutserimiseks ehk aine wabastamiseks.

44. Hapnikul on see omadus, et ta molekülides atomid ka kolmekaupa ühendatud wõiwad olla. Niisuguse hapniku wõrdlew raskus peab seega $1^1/_2$ korda suurem olema kui hariliku hapniku wõrdlew raskus. Niisugust muudetud hapnikku nimetatakse ozoniks, ja tema ilmumist wõib kohe tema wosworilõhnast ära tunda. Wosworil enesel polegi lõhna, waid sellenimeline lõhn tuleb ozonist. Wosworil on nimelt omadus õhu hapnikku ozoniks ümber muuta. Ozoni sünnib ka, kui elektrisädemed õhust läbi lööwad. Sellepärast on õhk iseäranis pärast äiksewihma hästi ozonirikas. Ozon teeb õhu wärskeks, nii et hingamine üsna kergeks läheb. See tuleb sellest, et ta oma keemialises tegewuses tublisti ägedam on kui harilik hapnik; järgnewalt peab hingamine ozonirikkas õhus kergem olema.

Suurem jagu maakeral leiduwast hapnikust on aga ühendatult teiste ainete külge seotud. Niisuguseid ühendusi on arwu ja rohkuse poolest üsna palju.

Hapnikuühendustest üleüldiselt.

45. Kui palju ilmas hapnikku olemas on, selleks pruugime ainult wett ilmameredes nimetada, leidub aga weel teisi ühendusi, mis mitte wähem hapnikku seotult kinni ei hoia.

Hapnik ühendab ennast keemialiselt, peale mõnede wäheste, peaaegu kõikide lihtainetega, mõnega üsna ägedalt, teistega raskemalt. Hapniku ühendused ebametallide ja weega on enamasti happed, metallide ja weega aga lehelised. Kokkuseade poolest meile juba tuntud sedalaadi happed on: weewlihape (H_2SO_4), weewline hape (H_2SO_3), wosworihape (H_3PO_4) ja söehappegaas (CO_2). Tuntud leheline aga on raua rooste (H_3FeO_3). Esimesed wärwiwad sinise lakmusepaberi punaseks, wiimane punase siniseks. Nimetused „hape“ ja „leheline“ on nende ühenduste maigust wõetud; nende maitsemine katsete juures pole aga igakord soowitaw, sest mitmed happed kui ka lehelised on kanged mürgid ja söövjad ehk põletajad ained. Sellepärast hakatigi nende äratundmiseks lakmusepaberit tarwitama. Lakmusewärw ise saadakse ühest taimest — sammalpoolikust, nimega roccella tinctoria. Happeid ilma weeta nimetatakse anhüdridideks, lehelisi (weega) — hüdratideks. Anhüdridid pole happesünnitamiseks rohkem wett tarwis, kui ainult mõned molekülid. Niisugust hapet nimetatakse kontsentreritud, keskendatud ehk tihendatud happeks. Tihendatud happeid wõib wee juurdelisamise läbi õrendada, s. o. õredamaks teha.

46. Happéd ja lehelised ehk hüdratid ühinewad jälle omakord keemialiselt nõndanimetatud sooladeks, kusjuures wesi wabaks saab. Tugew leheline on natriumi ja hapniku ühendus weega ($Na_2O + H_2O = 2\ NaOH$). Weewlihape ja natriumilehelise hüdrat näituseks annawad weewlihapu natriumisoola, mis ka glaubrisoola nime all tuntud on:

$$H_2SO_4 + 2\ Na\ OH = Na_2SO_4 + 2\ H_2O.$$

Metallide ühendustel hapnikuga pole igakord lehelise maiku selgesti tunda. Kui nad aga hapetega soolasid sünnitawad, siis on nad, nagu lehelisedki, soola põhjendawaks aineks. Sellepärast nimetatakse neid kõiki ühise nimega soola põhjendajateks ehk alundideks (basis).

Tuleb üsna tihti ette, et mürgised happed ja alundid soolasid sünnitawad, milledel põrmugi mürgiseid omadusi ei ole. Nii näituseks ühineb kardetud salpetrihape ägeda seebi-

lehelisega salpetriks, mida teatawasti hea tagajärjega liha soolamiseks wõib tarwitada. Happeid ja alundid jaotatakse nende ägeduse järele kangemateks ja nõrgemateks. Happed ja alundid seowad üksteise omadusi nii, et nende ühendus — sool — erapooletut ainet esitab. Nõrgad alundid ei jaksa kangete hapete ja nõrgad happed kangete alundite omadusi täiesti siduda, sellepärast ühinewad kanged happed kõige ennemini kangete alunditega sooladeks. On happel kahe wõi enam alundi ehk alundil mitme happe wahel walida, siis waliwad nad kangema, s. o. niisuguse, millega ühinemisel kõige rohkem sooja sünnib (Berthelot [l. bertloo] seadus). Sooladest tõrjub sellesama põhjuse pärast kangem hape nõrgema happe ja kangem alund nõrgema alundi wälja ning astub ise asemele. Sooda on sõehappe naatriumi sool. Weewlihape aga tõrjub temast sõehape wälja:

$$\underbrace{Na_2\ CO_3}_{\text{sooda}} + \underbrace{H_2\ SO_4}_{\text{weewlihape}} = \underbrace{Na_2\ SO_4}_{\text{glaubrisool}} + \underbrace{CO_2}_{\text{sõehappegaas}} + \underbrace{H_2\ O,}_{\text{wesi}}$$

Nõndasamuti tõrjub naatriumi leheline weewlihappe magnesiumi soolast (mõru-soola nime all tuntud) magnesiumioksüdi (lehelise) wälja.

$$\underbrace{Mg\ SO_4}_{\text{mõru-sool}} + \underbrace{2\ Na\ O\ H}_{\text{naatriumi leh. hüdr.}} = \underbrace{Na_2\ SO_4}_{\text{glaubrisool}} + \underbrace{Mg\ O_2}_{\substack{\text{magnesiumi-}\\\text{oksüd}}} + \underbrace{H_2\ O}_{\text{wesi}}$$

Kahe soola kokkujuhtumisel, kus ühes kange hape nõrga alundiga, teises nõrk hape kange alundiga kaos on, wahetawad ühendused ennast nõndamoodi ümber, et kangem hape kangema alundiga ja nõrgem hape nõrgema alundiga sooladeks ühinewad, näit.:

$$\underbrace{Mg\ SO_4}_{\text{mõru-sool}} + \underbrace{Na_2\ CO_3}_{\text{sooda}} = \underbrace{Na_2\ SO_4}_{\text{glaubri s.}} + \underbrace{Mg\ CO_3}_{\text{sõeh. magn. s.}}$$

Hapnik ühineb teiste lihtainetega sagedasti mitmes wahekorras. Nii ühineb hapnik weewliga weewlise happe anhüdridiks (SO_2) ja weewlihappe-anhüdridiks (SO_3), mis hapniku

poolest eelmisest ühe atomi wõrra rikkam on. Weewlihape on seega $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$. Ta on hapetest üks kangematest.

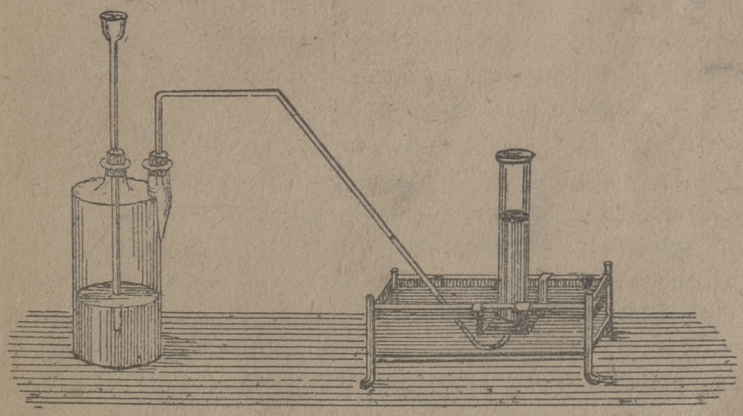
Lämmastik ühineb hapnikuga wiies iseäralises wahekorras. Sellejuures tulewad järgmised nimetused tarwitusele:

N_2O = lämmastiku oksüdul;
N_2O_2 (NO) = lämmastiku oksüd;
N_2O_3 = salpetrilise happe anhüdrid;
N_2O_4 (NO_2) = ala-salpetrihappe anhüdrid;
N_2O_5 = salpetrihappe anhüdrid.

Ühinewad metallid hapnikuga mitmes wahekorras, siis saawad nad nimetuseks: oksüdul, — kui hapnikku ühenduses wähe on; oksüd ehk hapend, — kui hapnikku enam on, ja hüperoksüd ehk superoksüd (ülioksüd), — kui hapnikku ühenduses õige rohkesti on. Nii nimetatakse FeO raua oksüduliks, Fe_2O_3 — raua oksüdiks, aga MnO_2 — manganhüperoksüdiks.

Wesinik (H = 1).

47. Ka wesinikku saadakse otseteel weest, kui teda elektrijoa abil ära lahutatakse; katsete tegemiseks sünnitatakse



Pilt nr. 24. Wesiniku sünnitamine.

teda aga selle läbi, et miski metall wees oksüderima sunnitakse, kusjuures metall wee hapniku omale kisub, nii et wesinik wabaks jääb. Harilikult wõetakse selleks tsink (Zn).

Wesiniku sünnitamise nõuks tarwitatakse kahe kaelaga klaasist pudelit. Pudelisse pannakse tsingipleki tükikesi, millele wett umbes poole pudeli osa peale walatakse. Pudeli kaelad korgitakse läbipuuritud korkidega tihedalt kinni. Ühest läbipuuritud korgist läbi ulatab lahtine klaastoru pudelisse weepinna alla, pea-aegu pudeli põhjani, kuna toru ülemine ots trehtriks laieneb; teisest korgist läbi ulatab teine, lahtine klaastoru ainult pudeli ülemise ehk õhuruumi sisse, kuna ta ülemine ots täisnurgas kõrwale on käänatud. Wiimase toru otsa wõib jällegi gummitoru jatkata, mis waagnasse wee sisse ulatab.

Tsingitükikesed wee sees ei hakka iseenesest mitte oksüderima. Tsingi ja hapniku atomide ühinemisetung ehk sugulus on selleks liig wäike. Asjalugu muutub, kui trehtri esimese klaastoru kaudu weewlihapet pudelisse walatakse. Weewlihappel, kui kangel happel, on alundite wastu wäga suur ühinemisetung, kuid pudelis polegi weel alundit. Alundi sünnitamiseks on seal esialgselt metall — tsink ees. Weewlihappe ühinemisetung ühineb nüüd tsingi omaga, nii et see oksüderima hakkab. Selleks tarwilise hapniku wõtab tsink weest, kus nüüd wesinik wabaks jääb ja gaasimullidena weepinnale, pudeli tühjasse ruumiosasse, tõuseb. Oksüderinud tsink ehk nõndanimetatud tsingioksüd ühineb aga weewlihappega ja saab sellelãbi tsingiwitrioliks (walgeks witrioliks). Seda reaktsioni kujutab järgmine tasand:

$$H_2O + Zn + SO_3 = ZnSO_4 + 2H.$$

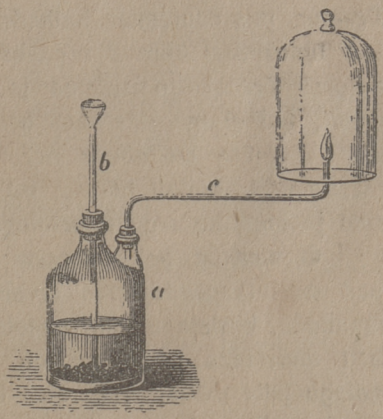
48. Wesinikku püütakse weewaagnas klaastsilindritesse niisamuti, nagu hapniku püüdmise kohta kirjeldatud. Esimene jagu gaasimullisid jäetagu kinni püüdmata, sest et siis wesinik weel õhuga segatud on. Et wesinik kergem on kui õhk, siis tulewad tsilindrid, kui neid katsete juures awatakse, põhjaga ülespidi hoida.

Kui me wesinikuga täidetud ja awatud tsilindrile põlewa küünlaga altpoolt ligineme, siis pahwatab wesinik põlema ja põleb kahwatanud sinaka leegiga kuni tsilindri põhjani ära. Lükkame wesiniku põlemise ajal põlewa küünla läbi wesiniku-

leegi tsilindri sisemisesse ruumi, siis kustub küünal ära, tõmbame aga küünla wälja, siis süttib ta wesiniku põlemise piiril leegist läbi tulles jälle põlema. Wesinik põleb seega küll ise, aga ta ei edenda põlemist.

Pilt nr. 25. Wesinik põleb, aga ei edenda põlemist.

Kui wesiniku sünnitamise apparadi lahtise gummitoru otsa sisse klaasist põlemisenaga lükatakse, siis wõib wäljawoolawat wesinikugaasi otsekohe toru otsas põlema süüdata. Hoitakse niisuguse põlewa wesinikuleegi üle mõni aeg paksude seintega külm klaaskuppel, siis katawad kupli sisemised seinad ennast peagi weetilkadega, mis pärastpoole kupli seinu mööda alla hakkawad jooksma. See katse näitab, et wesiniku põlemise saadus wesi on. Nõnda pole ka wesiniku põlemine õhu käes muud kui wesiniku keemialine ühinemine õhu hapnikuga — weeauruks. Niisugust katset ei tohi aga enne ette wõtta, kui tõesti julge wõib olla, et wesiniku sünnitamise pudelis enam õhku ei ole; — mispärast? — selgib järgnewast katsest.



Pilt nr. 26. Wesiniku põlemisest sünnib weeaur.

49. Üks kolmandik paksude seintega klaastsilindrist täidetagu tagawaraks hoitud hapnikuga, ülejäänud kaks

kolmandikku aga wesinikuga. Kui sellele gaasisegule küünlatulega liginetakse, siis sünnib järsku mürts, mis küünlatulegi ära puhub. Segatud wesinik ja hapnik on seega lõhkeaine moodi äkitselt plahwatades weeauruks ühinenud. Plahwatus on mõnikord nii kange, et tsilinder puruks läheb: sellepärast on kasulik tsilindri ümber enne awamist ja gaasisegu põlemasüütamist käterätik mässida. Siis ei saa klaasitükid tsilindri purustamise korral laiali lennata ja kahju teha. — Selleks katseks wõib ka umbes pool tsilindrit õhku ja pool wesinikku segada; plahwatus saaks aga siis iseenesest mõistetawatel põhjustel palju nõrgem olema. Ka wõib selleks katseks wesinikku ja hapnikku tarwilises wahekorras seapõie sisse koguda. Põlema süüdatakse seda eemalt elektrisädemega. Mürts, mis selle katse korral saadakse, ei anna suurtüki paugule palju järele. Ka ei jää põiest tükikestki järele. Wesiniku ja hapniku segude kergelt plahwatamise pärast on nendega katseid tehes waja ettewaatlik olla. Plahwatust ennast tuleb järgmiselt seletada.

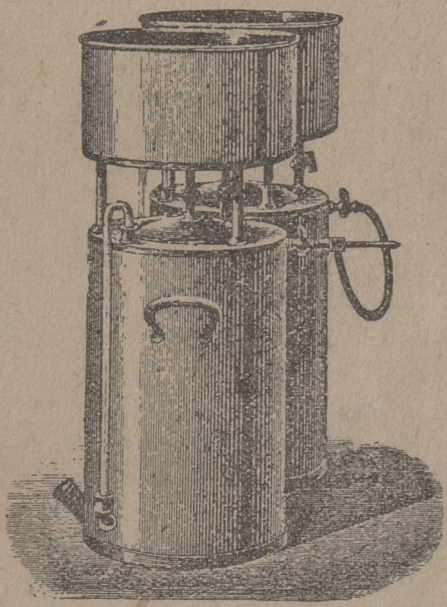
Wesiniku ja hapniku ühinemisel saadaw leek on wäga kuum, — kuumem kui ükski teine tänini tuntud põlemiseleek. Wee-aur, mis suuremate hulkade wesiniku ja hapniku keemialisel ühinemisel äkitselt saadakse, on ülisuure kuumuse mõjul kangesti õredaks paisutatud ja nõuab mitu korda suuremat ruumi, kui alg-gaaside segu harilise temperaturi juures tarwitab. Tagajärg on nõude puruksminemine, kui tekkinud aur enesele mitte küllalt hõlpsat wäljapääsemise-teed ei leia. Wesiniku ja hapniku segu nimetatakse mürtsgaasiks.

Et wesinik palju kergem on kui õhk, sellepärast tõusewad wesinikuga täidetud seebimullid kenasti lendu. Et neid sünnitada, kastetagu ilma nagata gummitoru ots, millest parajasti wesinikku wälja woolab, tiheda seebiwee sisse ja tõmmatagu jälle wälja. Toru otsa külge jäänud seebiwee tilkadest puhub wäljawoolaw wesinik seebimullisid, mis iseenesest lendu tõusewad, kui nad tarwilise suuruseni on paisunud. Palju lõbu sünnitab tõuswate seebimullide põlemasüütamine.

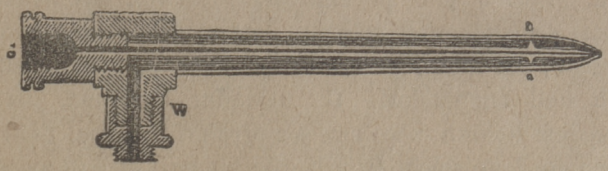
50. Wesinik on wärwita, lõhnata ja maitseta gaas. Wabalt tuleb teda looduses wäga wähesel mõõdul ette, seda

rohkem aga ühendustes, millest tähtsam wesi on. Wesinik on 14 korda kergem kui õhk, sellepärast tarwitatakse teda õhulaewade täitmiseks. Ta ei edenda põlemist, põleb aga ise kahwatanud, walguseta leegiga, wäga suurt kuuma sünnitades, wee-auruks. Et õige kõrgeid temperaturikraadisid saada, tarwitawad teadusemehsd seda leeki sagedasti mürtsgaasi leegi nime all.

Selleks läheb kahte gasometrit ehk gaasikogumise-nõu tarwis. Ühe sisse kogutakse hapnik, teise sisse wesinik. Mõlematest tulewad torud, mida tarwitamise-mõõdu järele kraanide abil kinni ja lahti wõib käänata. Torud ühinewad lühikeseks platinast põlemisenagaks. Selle naga sees segawad endid hapnik ja wesinik, ja kui talle tuli külge pistetakse, siis ilmub tema otsa pisike ja kahwatu, aga ülikuum mürtsgaasi leegi keeleke, mille sees isegi peenike platinatraat sulama lööb ja ära aurab. Naga ise ei sula, sest nagad, millest leek eemale käib, ei lähe nii kuumaks, kui leek ise wõib olla, nagu seda juba põlewa lambi põlemisenaga juures tähele wõib panna.



Pilt nr. 27. Mürtsgaasi leegi sünnitamise aparat.



Pilt nr. 28. Mürtsgaasi leegi naga.

Wesi (H_2O).

51. Wesiniku ja hapniku keemialise ühinemise saadus on wesi. Wett on maakera peal nii rohkesti, et enam kui $^2/_3$ maakera pinnast temaga kaetud on. Weel on maakera pinnal lõpmata suur tähtsus eluawalduste kohta. Ei saaks taimed juurtega mullast toitu kätte, kui wesi seda enne sulaks ei teeks, — loomade janust rääkimata. Suurem jagu loomade ja taimede kehast on wesi; ilma weeta oleks maakera surnud kõrbe. Weel on wäga tähtsad füsikalised omadused ja need ongi suurelt osalt, mis teda elu kandmise kohaseks teewad. Esiteks olgu nimetada, et ta looduses kõiges kolmes olekus ette tuleb. Auru näol saab ta sinna rutata, kuhu teda kõige rohkem tarwis, kuna ta aga oma päris elutegewust wedelal näol toimetab. Ka wee tardunud näol wiibimine on eluawaldustele mitmeti kasulik. Poleks peenet muldagi taimede kasutamiseks, kui wesi ja jää kaljusid ei oleks purustanud ja neid kihtidesse ladunud, nagu maakera sündimise-lugu ehk geologia õpetab.

Loodusekehad tõmbawad ennast temperaturi alanemisel kokku. Ka wesi ei lahku sellest looduseseadusest kuni +4°C.; aga sellest temperaturi kraadist allapoole hakkab ta jälle paisuma ja laienema, — seega parajasti mõned kraadid enne külmetamist (0° juures). Tõmbaks wesi külmetades ennast edasi kokku, siis oleks jää tihedam, järgnewalt raskem kui wedel wesi, ja sügiseti wajuks sündiw jää merede ja jõgede põhja, kuhu päikese kiired teda waewalt sulatama ulataksid. Sedamoodi oleksid kõik meie mered, jõed ja järwed ammugi igawesteks jääsoonteks ja -aukudeks muutunud, kus ühtegi elusat kala ega muud looma ei leiduks.

52. Tõuseb jää- ja lumesoojus nullini, siis hakkawad nad edasi soojendamisel sulama, ilma et nende oma temperatur tõuseks; ka wesi, mis wee ja lume sulamisest sünnib, awaldab null temperaturi. On sulamine lõppenud, siis alles ilmub soojuse hallika mõju wee temperaturi tõusuna. Enne seda kulus soojuse juurdewool terwelt wee kindlast olekust wedelasse

olekusse wiimiseks ära. 100° C. ehk 80° R. soojuse juures hakkab wesi keema ja muutub sellesama temperaturiliseks auruks. Suurema leegi tagajärjel keeb wesi küll tugewamini ja aurab rutemini ära, kuid wee ega auru temperatur ei tõuse. Ka keemise juures kulub soojuse hallika kuumus terwelt wee wedelast olekust gaasiolekusse wiimiseks ära. — Ka pikaldane wee äraauramine tarwitab soojust. Kuumal ajal alandab wee laiali pritsimine tubades õhu temperaturi. Üleüldiselt wõib ütelda: mida kergemini wedelik aurab, seda suurema temperaturi alanemise toob ta enesega kaasa (piiritus ehk bensin käe peale kallatult). Et soojast wannist tulnud keha wee auramise mõjul külma tunneb, on tuttaw. — Ümberpöördud toimetusel on tagajärjeks wastupidised ilmuwused: auru weeks tihenemisel, kui ka wedela wee külmetamisel saab soojus wabaks. Iseäranis wee külmetamisel ilma põrutusteta on huwitaw tähele panna, et wesi kuni nullini jahtub; siis järsku jääkatte peale wõtab, kus juures wesi jää all +4° C. peale tõuseb. Mis muutis jää alla jääwa wee korraga 4 kraadi soojemaks? — See oli wee külmetamisel wabanew soojus. Soojuse wabanemine jää sündimisel on üks tegur, mille läbi meri talwe kliimat pehmendab. Jää sulamisel ja wee äraauramisel ärakulutatud soojus ei ole aga mitte kadunud, waid ta on weemolekülide tugewama wibutamise näol aine sees peidus ja ilmub, nagu eelpool harutatud, ümberpöördud katsetel terwelt jälle. Teda nimetatakse peidetud ehk latènt soojuseks. Ka teiste ainete ühest olekust teise wiimisel tulewad peidetud soojuse hulgad arwesse wõtta, isegi soolade sulamisel wees ehk mõnes teises sulatamise wahendis.

53. Looduses leiduw wesi ei ole harilikult millalgi päris puhas. Temas ujuwad mõnikord teiste ainete osakesed ja teewad teda sogaseks, kuid sagedasti sisaldab ta mineral-aineid sulanult. Merewees on kuni 3,5 %, jõgede wees 0,005 kuni 0,15 % sulanud aineid. Nõnda nimetatud kõwas ehk kalgis wees on peaasjalikult lupja ja gipsi sulas olekus. Hea joogiwesi ei tohiks üle 0,05 % mineralaineid sisaldada. Wee paha maik ja lehk tuleb ikka lisandustest. On aga aineid, mis weele hea maitse annawad ja sellepärast soowitawad on.

Teiste ainete lisandus annab weele sagedasti ka terwekstegewaid omadusi (terwisewee allikad). On ümbruskonnas külgehakkawad haigused laialilagunenud, siis on wesi iseäranis kardetaw: haiguste laialelagunemine sünnib enamasti wette sattunud mikroobide ehk pisielukate kaudu. Ainult keedetud wett tohib niisugusel korral juua.

Et sogast wett puhastada, tuleb teda kurnapaberi, liiwa, ehk mõne muu aine läbi kurnata (filtrerida). Et aga täiesti puhast wett saada, tuleb teda üleajada *) ehk destillerida. Selleks pannakse wesi kinnise katla sisse ja aetakse keema. Aur juhitakse peenikese keerus toru kaudu külmast weest läbi, kus aur jälle weeks tiheneb, mis toru otsast wälja woolab. Enne wees sulanud ained jääwad kõik katlasse, sest et nad ära ei aura. Saadud wesi nimetatakse puhastatud ehk destilleritud weeks. Destilleritud wett on aptekidest saada, kuid ta ei maitse hästi. Rohtusid ja kunstlisi joogiaineid — limonadi, seltersi jne. tohib ainult destilleritud weest walmistada.

54. Ka keemialiste ühenduste juures etendab wesi tähtsat osa. Wesinik on oma iseloomu poolest keskpaigas metallide ja ebametallide wahel. Sellepärast pole ka tema ühendus hapnikuga ei hape ega alund (ei wärwi lakmust), waid midagi wahepealset (erapooletut). Hapete anhüdridid wõtawad teda alunditeks, ja alundid hapete asemel wastu, temaga hüdratisid sünnitades. Saab tõsine hape tõsise alundiga kokku, siis ühinewad nad soolaks, kusjuures wesi wälja tõrjutakse. Wesi on keemias weel selle läbi tähtis, et ta teisi aineid eneses ära sulatab. Mitmed keemialised ühendused on ainult wee wahetegewuse läbi wõimalikud.

Wesinik ühineb weel teises wahekorras hapnikuga, nimelt H_2O_2, mida wesiniku superoksüdiks nimetatakse. Selle moleküli wõib enesele kui wee moleküli ette kujutada, milles ühe wesinikuatomi asemele üks wee radikal on astunud.

$$\begin{matrix} H \diagdown \\ H \diagup \end{matrix} O = \text{wesi.} \qquad \begin{matrix} H \diagdown \\ H-O \diagup \end{matrix} O = \text{wesiniku superoksüd.}$$

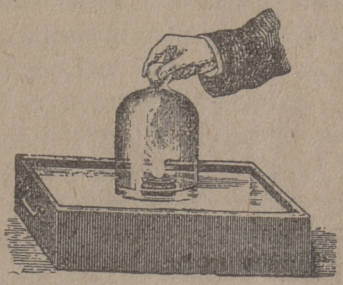
*) Piiritust ajada! —

Ta on wärwita, kangesti walgust murdew, lõhnata siirupisarnane wedelik, mõruda maitsega kunstlik sünnitus ja ei tule looduses wabalt ette. Teda tarwitatakse pleekimiseks.

Lämmastik (N = 14).

55. Lämmastikku tuleb looduses wabalt wäga palju ette. Ta esitab peaosa õhust, nimelt 79 %.

Õhust on lämmastikku kõige hõlpsam kätte saada. Ei ole selleks muud tarwis kui hapnik ära wõtta, ja järele jääb kaunis puhas lämmastik. Selleks pannakse weewaagnasse weepinnale ujuw lauake ehk lai korgitükk, korgitüki peale aga wäike lame nõu ja nõu sisse tükike kuiwatuspaberi abil hästi kuiwatatud wosworit (P). Woswor süüdatakse helendawa sukawarda abil põlema ja weepinnal ujuw lauake põlewa wosworiga kaetakse klaaskupliga kinni. Woswor wõtab põledes õhu hapniku wiimase osakeseni ära ja sünnitab wosworihappe anhüdridi, mis walge tahmana wette wajub ja ära sulab, kuna kupli alla kaunis puhas lämmastik jääb.



Pilt nr. 29. Lämmastiku sünnitamine.

Lämmastik on wärwita, maitseta ja lõhnata gaas, ei põle ega edenda põlemist. Lämmastiku nime kannab ta sellepärast, et ta oma tegewuseta oleku põhjal elu-õhuks ei kõlba. Puhas lämmastik lämmatab iga elu. Kihwtiselt ei mõju ta aga mitte. Õhus on tal sellepärast suur tähtsus, et ta liig ägeda hapniku tegewust tasandab. Kui loomad puhast hapnikku sisse hingawad, siis ergutab see nad liig kiirele ja rõõmsale elutegewusele, mille tagajärjeks uimastus ja surm on. Uuemal ajal on õhu lämmastiku sees mõned uued gaasid leitud. Oma oleku poolest on nad lämmastikule nii sarnased, et nende ülesleimine mitte kerge ei olnud. Nende seast oleks argon *(Ar)* nimetada.

Lämmastikuühendused üleüldiselt.

56. Lämmastiku otsekohene ühinemine teiste elementidega on raske. Hapnikuga näituseks ühineb ta wähesel mõõdul salpetrihappe anhüdridiks (N_2O_5) ainult sel teel, kui mõlemate gaaside segust tugewaid elektrisädemeid mitu korda läbi lastakse lüüa. Õhk ongi lämmastiku ja hapniku segu, ainult peaaegu ümberpöördud wahekorras. Ka tugewad elektrisädemed, nimelt wälgud, sähwiwad sagedasti sellest segust läbi. Tagajärg on see, et iga äiksewihma ajal õhusse waewalt järelekatsutawad osakesed salpetrihapet sünniwad; wihmaweega tulewad nad sealt alla ja sünnitawad maa sees salpetrihappe soolasid. Salpetrihappe soolad on aga tähtsamad taimede toidusoolad. Arwatawasti seisabki müristamisewihmade iseäralik kosutaw mõju, mida nad taimekaswu peale awaldawad, suurelt osalt wälkude salpetrihappe sünnitamises.

Taimede ja loomade kehad on suuremalt jaolt lämmastiku ühendustest üles ehitatud. Tai-liha ehk loomade lihaksed, munawalge, sarweaine, loomade karwad, siid ja lindude suled, seega tähtsamad loomakeha ained, on kõik lämmastiku ühendused, mis aga alles taimede kaudu loomade kehasse on tunginud, sest lämmastiku ühendusi esitawad ka taimede kehad. Toitude walimisel tuleb hoolega selle üle walwata, et lämmastikuained toidus ei puuduks. Lämmastikurikastest toitudest oleks nimetada: loomade tai-liha, munawalge, piim, juust, erned ja muud kaunawiljad, jäme rukkileib, kapsad jm.

Et lämmastik nii tähtis taime- ja loomatoidu osa on, siis on arusaadaw, et lämmastikurikkad soolad kõik põllumeestele kunst-wäetisaineteks kõlbawad.

Õhk.

57. Õhk on, nagu paaris kohas eespool tähendatud, peaasjalikult hapniku ja lämmastiku segu. Täpipealsete mõõtmiste järele on esimest 20,8%, teist 79,1%, kuhu hulka ka argon (umbes 1%) on arwatud. Puuduw osa — 0,1% — on

teised lisandused. Kui hapniku ja lämmastiku wahekorda kaalu järele arwata, tuleb esimese peale 23,1%, teise peale 76,8%. Hapniku ja lämmastiku tähtsusest õhus on nende ainete harutusel eelpool juba juttu olnud, sellepärast pöörame siin kohe teiste lisanduste peale tähelepanemist ja küsime, mis ained need on? Kõige pealt leiame õhus elawate olewuste hingamise- ja sütt sisaldawate ainete põlemise ja mädanemise-saadusena — söehappegaasi. Inimesest wäljahingatud õhus on hapnikku 4% wähem kui harilises õhus (kõigest 16%), asemele aga on tulnud söehappe gaas.

Puhtas õhus on söehapet 0,03 kuni 0,04%, s. o. 3—4 kantjalga 10000 k. j. õhu sees. Elutubades on see protsendiarw märksa suurem. Toa õhk loetakse weel kõlbuliseks, kui söehappe protsent üle 0,06 kuni 0,07% ei ulata. Wäljahingatud söehape õhus mõjub rusuwamalt, kui niisama suur hulk kunstlikult walmistatud söehapet. See tuleb sellest, et wäljahingatud õhus — kuigi wähesel mõõdul — mitmesuguseid pahalõhnaga, peaasjalikult mädanemisest tekkinud kihwtiseid gaasisid on. Teatrites ja kooli ruumides, kus hingamine raskeks läheb, ei ulata söehappe hulk weel üle 0,5%. Õhus, kus wäljahingatud söehappe hulk 1% peale tõuseb, on hingamine peaaegu wõimata. Kunstlikult walmistatud söehapet wõib õhus 10 korda rohkem (5—10%) olla, enne kui ta niisama raskelt mõjub, kui wäljahingatud õhk.

Ehk küll looduses põlemise, hingamise ja mädanemise läbi söehapet ühtelugu juurde tekkib, ei tõuse ta protsendi arw wabas õhus. Wastukaaluks on siin asjalugu, et taimed oma lehtedega õhust söehapet toiduna sisse wõtawad ja hapnikku wälja hingawad.

58. Õhus tuleb igal ajal ette suurem ehk wähem hulk wee-auru. Ta rohkus oleneb aga temperaturist ja kohalikkudest tingimistest (madalik, kõrgustik, metsarikas, lage jne.). Ühes kubikmetris õhus wõib 0° juures kuni 4,8 grammi, 20° juures kuni 17 gr., 40° juures kuni 50,7 gr. wee-auru alla. Harilikult sisaldab õhk ainult kuni 60% sellest wõimalikust wee-aurust. On õhus wähem kui 40% wõimalikust wee-aurust, siis nimetatakse teda kuiwaks õhuks, ulatab aga wõimaliku

wee-auru rohkus 80% peale, siis loetakse seda niiskeks õhuks. On õhk teatawa temperaturi juures wiimase wõimaluseni wee-auruga täidetud, siis toob õhu jahtumine enesega kaasa wee wäljaeraldamist*) udu, wihma, kaste, rahe, lume ehk härmatise näol.

Alaliste õhusegu esitajatena on üuemal ajal peale argoni weel heliumi (He), neoni (Ne), Krüptoni (Kr) ja Ksenoni (Xe) leitud. Need gaasid ei ühine milgi tingimisel ei hapniku ega teiste ainetega, millest järeldatakse, et nende ühenduse wäärtus ja keemialine sugulus 0 on.

Peale alaliste õhus leiduwate lisanduste tuleb temas ka weel juhuslisi lisandusi ette; nii äikese järele — lämmastiku ja hapniku ühendusi, mädanemiste saadusena — ammoniakki ja kindlate kehade osakestena — tolmu, mille seas ka pisielukate idusid wõib leiduda. Wiimasel põhjusel wõib õhk külgehakkawate haiguste laialilaotajaks saada.

59. Uuemal ajal on korda läinud õhku wedelaks muuta. Wedelaks muutub õhk 39 atmosfäri rõhumisel — 140° C. juures, mida iseäralikude masinate abil toimetatakse. Apparatidest ilmuw wedel õhk on õhus leiduwa sõehappe ja wee-kristallide lisanduste läbi natuke sogane, kuid kurnamisel saadakse temast täiesti selge wedelik. Lahtiselt õhus aurab ta kiiresti ära — ülisuurt temperaturi alanemist kaasa tuues. Kui kange külmasünnitaja on ta tööstuses tarwitust hakkanud wõitma, ja tema walmistamiseks töötawad masinad, mis tunnis enam kui 10 puuda wedelat õhku walmistawad. Elawhõbe ja piiritus tarduwad wedelas õhus kohe. Gummist asjad muutuwad temas rabedaks ja purunewad haamri löökide al nagu klaas. Tükike hõõguwat sütt põleb wedela õhu pinnal ujudes ütlemata ägedalt. Et lämmastik kergemini ära aurab, kui hapnik, siis muutub wedel õhk lahtiselt seistes lõpupoole hapniku poolest rikkamaks.

Mööda minnes wõiks tähendada: mida kergem gaas, seda raskem on teda wedelaks tihendada. Wesiniku wedelaks muutmine nõuab 200 atmosfäri rõhumist — 240° C. juures.

*) Wõrdle ainete wäljasettimisega sulangutest lehek. 9.

Salpetrihape (HNO_3) ja tema soolad.

60. Juba hapnikuühenduste kohta tähendasime, et lämmastik hapnikuga wiies iseäralises wahekorras ühineb. Ka tutwunesime seal kõige wiie ühenduse keemialise kokkuseade- ja nimekirjaga. Kõige tähtsam nendest on salpetrihappe anhüdrid (N_2O_5). Weega kokku annab ta salpetrihappe:

$$N_2O_5 + H_2O = 2HNO_3.$$

Keskendatud salpetrihape on wärwita, õhu käes suitsew, weest poolteist korda raskem, iseäraliselt lõhnaw wedelik. Oma hapnikurikkuse pärast mõjub ta kangesti oksüderiwalt. Enese hapnikust osa ära andes muudab ta kõik ebametallid hapeteks, ainult kloori, bromi ja lämmastikku mitte. Helendaw süsi, põlemasüüdatud weewel ja woswor põlewad salpetrihappe aurus nagu hapnikuski, söehappeks (CO_2) weewliseks anhüdridiks (SO_2) ja wosworihappe anhüdridiks (P_2O_5). Niisamuti muudab ta metallid alunditeks, nendega sooladeks ühinedes. See osa salpetrihappest, mis alundi sünnitamiseks hapnikku ära andis, ilmub kui ala-salpetri anhüdrid (NO_2) pruuni, läpastawa lõhnaga gaasi näol ($2HNO_3 + Zn = ZnNO_3 + H_2O + NO_2$.) Weega õrendatud salpetrihape muudab ka metallid sooladeks, kuid niisugusel korral wabaneb wesinik, sest et metall oksüderimiseks hapniku nüüd wee käest wõtab ($H_3NO_4 + Zn = ZnNO_3 + H_2O + H$). — Salpetrihape wärwib puu, naha ja mõned muud organilised ained kollaseks ja sööb nad lõpuks ära. Arstiteaduses tarwitatakse salpetrihapet ehk tema hõbedasoola (põrgukiwi) soolatüügaste ärakaotamiseks.

Salpetrihappe õigem nimi oleks lämmastikuhape. Salpetrihappeks nimetatakse teda sellepärast, et ta salpetri seest kõige esiti üles leiti. Salpetriteks nimetatakse kõiki salpetrihappe soolasid, kõige rohkem selle nime all tuntud on aga kaliumi-, natriumi- ja kaltsiumi- (calcium) salpeter (KNO_3, $NaNO_3$ ja $CaNO_3$). Kui lämmastikurikkad soolad — kõlbawad salpetrid kõik põllu-wäetisaineteks. Suuremal mõõdul tarwitati selleks tänini ta odawuse pärast ainult natriumi- ehk Tshiili

salpetert. Tshiili salpetriks nimetatakse natriumisalpetrit sellepärast, et teda kõige rohkem Lõuna-Ameerika Tshiili riigis Atakama kõrbe rajalt mulla seest leitakse. Seal puhastatakse ta wälja ja saadetakse ilmaturule. Mullasse on ta arwatawasti meretaimede mädanemise läbi tekkinud.

Tshiili salpetrit on uuemal ajal kõigi teiste salpetrihappeühenduste algusmaterjaliks tarwitatud. Nii walmistatakse temast kõige pealt salpetrihapet ennast. Salpetrihape tõrjutakse temast weewlihappe abil wälja:

$$NaNO_3 + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HNO_3.$$

Natriumisalpetert muudetakse selle läbi kaliumisalpetriks, et temas ettetulew natriumimetall kaliumimetalli wastu ümber wahetatakse. Kalisalpetrit leitakse mulla seest harwa suuremal määdul,*) maataimede mädanemise saadusena tuleb teda siiski igas põllumullas ette. Teda tarwitatakse ühes weewli ja söega püssirohu walmistamiseks. Natriumisalpeter püssirohu walmistamiseks ei kõlba, sest et ta niiskust külge tõmbab. Kaltsiumisalpetril on ainult kui taimede toidusoolal mullapinna sees tähtsust. — Salpetrid kristalliseriwad heksagonalsüstemi järele kuuekülgelisteks serwikuteks.

Salpetrihappe soolasid nimetatakse teaduslise nimega nitratideks (Nitrogenium = lämmastik).

Ammoniak (NH_3).

61. Ammoinakki tuleb looduses hapetega ühenduses wähesel määdul ette. Söehappega ühenduses ilmub ta lämmastikurikaste ainete mädanemisel. Harilikult annab ta ennast sõnniku ja wäljaheidete mädanemisel oma terawa lõhna läbi tunda; iseäranis tublisti tundub tema lõhna hobusetallis. See ammoniaki lenduminek teeb aga, kui sõnniku sees olewa lämmastikurikka taimetoidu kadumine, põllumeestele suurt kahju. Uuemal ajal hoitakse tema kadumaminekut seeläbi, et raua-

*) Et salpeter kergesti wees sulab, ei wõigi ta wihmarikastel maadel lademeteks koguda: wesi uhub ta kohe laiali.

witrioli, gipsi ehk mõnda muud ainet sõnniku sisse külwatakse. Need ained seowad ammoniaki keemialiselt eneste külge, nii et ta lendu ei pease. Rauawitriol on pealegi mõjuwaks rohuks loomade sõrahaiguste wastu ja häwitab palju kahjulikka seeneidukesi, muude seas kartohwli kärnatõbe, kartohwli leheroostet ja õunapuude samblaidusid. Ammoniak awaldab keemialiselt tugewa lehelise omadusi. Ta wärwib punase lakmusepaberi siniseks ja sünnitab hapetega otsekohe soolasid. Soolahappega kokku annab ta tuntud salmiakusoola. See sool sai oma nime sellest, et ta esiti Arabiast Ammoni kõrbest, kus teda kaameli sõnnikust saadi, Sal ammoniacum'i (Ammoni sool) nime all turule toodi. Puhtast peast on ammoniak gaas, mis wees hõlbsasti sulab. Seesuguse sulawse nõol tarwitatakse teda arstiteaduses salmiaku-waimu ehk finkpiirituse nime all — muu seas peawalu wastu, igapäewases elus aga — riidewärwimisel ja jääwalmistamisel.

Weewel (S=32).

(Saueri atlas I. tabel nr. 4 ja 5; k. 2; t. 2,05.)

62. Weewlit tuleb looduses tihti ette. Teda leitakse päris puhtalt kui ka ühendustes. Puhtalt leitakse teda sagedasti kustunud tulepurskawa mägede seest, mõnikord üsna ilusates oktaedrikristallides. Niisugused leiukohad on Italias, Sicilias ja Hispanias. Ta on kollane, rabe aine, nõrga isetaolise lõhnaga; õõrumise tagajärjel muutub ta kergesti elektriseks. Kui teda tulel ettewaatlikult sulatada, siis muutub ta kaunis wedelaks kollakaks wedelikuks, mis suurema soojuse käes tumedaks ja umbes 160° C. kuumuses pruuniks ja jällegi paksemaks läheb. Paksemaks muutumine kestab edasi, kuni 230. kraadini, kus ta nii paks on, et nõu kummuli wõib pöörata, ilma et weewel wälja kukuks. Sellest kuumusekraadist peale hakkab ta jälle wedelamaks minema, kuni ta 430° kuumuses keema hakkab ja kollakaspruuni auruna ära aurab. Juhitakse see aur külma ruumi sisse, siis tiheneb ta kollakaks pulbriks ja langeb maha (weewli-õied). Kallatakse teist korda wedelaks sulanud weewel külma wee sisse, siis ei

tardu ta mitte kõwaks, waid jääb pehmeks, sõrmede wahel muljutawaks pruuniks aineks, mida weewlimaksaks nimetatakse. Weewlimaks muutub mõne aja järele jällegi harilikuks weewliks. Sulatamise läbi puhastatud weewel walatakse pulkadeks ja saadetakse kangiweewli nime all turule. Lahtises nõus ei tohi weewlit üle 260° soojendada, sest suurema kuumuse käes lööb ta põlema ja põleb weewlise happe anhüdridiks (SO_2). Weewlit tarwitatakse püssirohu walmistamiseks, tulewärgitehnikas, arsiteaduses, gummitehnikas ja mujal.

Weewlihape (H_2SO_4), ta soolad ja sulfo-ühendused.

63. Weewlise happe anhüdrid wõtab omale weel ühe atomi hapnikku ja muutub weewlihappe anhüdridiks ($SO_2 + O = SO_3$). Selle peal põhjeneb wabrikuwiisiline weewlihappe walmistamine. Weewlihappe anhüdrid, mis weewli põletamisel saadakse, juhitakse läbi salpetrihappega täidetud koksitükkide (kobe kiwisõe jätis, mis walgustusgaasi walmistamisel saadakse ja kütmiseks tarwitatakse) tinakambritesse. Peale selle saadetakse sedasama teed mööda sinna ka wee-auru. Salpetrihape annab ühe osa oma hapnikust weewlise happe anhüdridile, nii et see wee-auru juurde wõttes weewlihappeks saab ja tinakambritesse maha langeb. See, mis salpetrihappest järele jääb, on NO_2, eelmistest peatükkidest tuntud pruun läpastawa lõhnaga alasalpetri anhüdrid. Ta wõtab omale wee kaudu õhust uue atomi hapnikku, muutub nii jälle salpetrihappeks ja on walmis uut hulka weewlise happe anhüdridi weewlihappeks muutma. Nii ei pruugi kallist salpetrihapet weewlihappe walmistamisel mitte palju ära raisata, waid üks ja seesama osa jääb alles ja toimetab wahelülina õhust hapnikku weewlise happe anhüdridile weewlihappeks muutumiseks kätte.

64. Weewlihape, ka lõnga- ehk witriolõliks nimetatud, tuleb mõnes Lõuna-Amerika wulkanilises maakohas jõgede wees wabalt ette. Rio de Vinagre (äädikajõgi) wees leidub teda $^1/_{10}$ protsenti. Soolade sees on teda õige sagedasti leida. Nimetada oleks gips, kui weewlihapu kaltsiumi sool, ja rauawitriol. Keskendatud weewlihape on siirupi sarnane, õlitaoline,

läbipaistew selge wedelik. Ta imeb õhust enesesse wett nii kangesti, et ta lahtises nõus mõne aja pärast kuus korda suuremat ruumi nõuab. Ta sugulus wee wastu on nii suur, et ta temaga kokku juhtudes üle keemisekraadi kuuma sünnitab. Sellepärast ei tohi millalgi wett weewlihappe hulka walada, sest sündiw wee-aur paiskaks kangesti söövja ja põletaja happe oma ümber laiali ja see wõiks suuri õnnetusi sünnitada. Weewlihapet weega segades tohib teda ainult peenikese soru kombel wee hulka walada. Et ta enesele wett nii kangesti kisub, selles seisabki tema organiliste ainete ärarikkumine ehk põletamine. Kui tükike puud paar silmapilku weewlihappe sees hoitakse, siis põleb see pealt kohe mustale söele. Weewlihape kisub nimelt wee-algained — wesiniku ja hapniku — puu seest omale ja järele jääb pea-asjaliselt must süsi. Selle omaduse pärast tarwitatakse weewlihapet ka mulla sisse rammitawate puupostide ja teiwaste söele põletamiseks, sest söekord posti otsa ümber, mis maa sisse tuleb, hoiab puud mädanemast. Weewlihape on kange hape. Õrendatud weewlihape sulatab peaaegu kõik metallid ära ja sünnitab nendega soolasid, misjuures wesinik wabaks saab (wesiniku sünnitamine). Rauast saab niimoodi — rohilist karwa weewlihapu rauda ehk rauawitrioli ($FeSO_4$), wasest (Cuprum — Cu) — sinist weewlihapu waske, wasewitrioli, sinist silmakiwi ehk siinikiwi ($CuSO_4$) ja tsingist — walget ja kihwtist tsingiwitrioli ($ZnSO_4$).

$$H_2SO_4 + Fe = FeSO_4 + 2\,H.$$
$$H_2SO_4 + Cu = CuSO_4 + 2\,H.$$
$$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + 2\,H.$$

Keskendatud weewlihape aga ei hakka metallidesse, sest metallid ei saa oksüderimideks kusagilt hapnikku. Anhüdrid hoiab weemolekŭli, mis ka keskendatud happe juures olemas on, liig kõwasti kinni, nii et see tegewusesse ei pease. Weewlihappe soolasid nimetatakse teaduslise nimega sulfatideks (*sulfur* = weewel).

Weewlihapet tarwitatakse tööstuses nii tihti ja nii mitmekŭlgselt, et tema tarwitamise rohkuse järele wõimalik on riikide ja rahwaste kulturalist seisu hinnata.

Witriolisoolad on wärwilised ja lõikawad; sellepärast tuleb nendega toimetades ettewaatlik olla. Raua- ja wasewitriol leiduwad ka wabalt looduses; esimene kristalliserib end helerohelisteks ühesümmetrialisteks serwikuteks, teine sünnitab siniseid ebasümmetrialisi kristallisid.

Weewlihappe anhüdrid (SO_3) on walge, kiudline aine, mis tuleleeki sünnitades weega weewlihappeks ühineb. Temaga ümber käies peab wäga ettewaatlik olema.

65. Weewli atomiraskus (32) on just poole suurem kui hapniku atomiraskus (16). See asjalugu laseb juba aimata, et weewlil hapnikuga midagi ühist on. Tõepoolest ongi see nii. Weewel on ka kahewäärtusline element, ja sünnitab peaaegu niisamasuguseid ühendusi, nagu hapnikgi. Ained, mis hapniku sees ära põlewad, põlewad ka weewli sees nõndanimetatud sulfo- ehk thionühendusteks*). — Ebametallid sünnitawad weewliga thionhappeid ja metallid thionlehelisi, kuna mõlemad kokku thionsoolasid sünnitawad. Iseäranis armastawad metallid weewli sees weewelmetallideks ehk thionlehelisteks põleda. Kui kaalu järele umbes üks osa weewlit ja kaks osa raua wiilipuru kokku segatakse ja pika, kitsa katseklaasi sees põhjast peale piirituselambi peal soojendatakse, siis hakkab see segu põlema ja põleb helendawa tulega, kuni ülemise otsani. Põlemisesaadus on weewelraud (FeS), mis weewlist ja rauast niisamuti kokku on seatud, nagu rauaoksüdul (FeO) rauast ja hapnikust. Raua oksüdul on rauaühendus hapnikuga, nagu seda puru ehk tagide näol sepa alasi kõrwalt wõib saada, olemise poolest seega poolik rauaroaste. Tema osakesed annawad pudeli klaasile rohelise wärwi.

Nagu süsi hapnikuga söehappeks (CO_2) põleb, nii ühineb süsi ka weewliga weewelsüsinikuks (CS_2). Looduses tuleb ka üks weeühendusega sarnaselt kokkupandud weewliühendus tihti ette. See on weewelwesinik (H_2S), kangesti mädamunade järele lehkaw gaas, mis wees ära sulab ja oma haisu weele edasi annab. Ta sünnib weewlirikaste organiliste ainete mä-

*) Weewli greekakeelne nimetus t h e i o n, ladinakeelne nimetus aga s u l f u r.

danemisel ja woolab mõnikord wulkanilisest maapinnast wälja. Kunstlikult wõib teda selkombel sünnitada, et weewelantimoni ehk weewelraua peale soolahapet walatakse.

$$FeS + 2\,ClH = FeCl_2 + H_2S.$$

Sissehingatult mõjub weewelwesinik kihwtiselt, põlemasüüdatult põleb ta sinaka leegiga weeks ja weewliseks happeks. Weewlit tuleb munades ja paljudes teistes toidu-ainetes ette. Nimetada oleks iseäranis sibul ja küüslauk. Weewlirikkaid toitusid wõib sellest ära tunda, et hõbelusikas nendes lühikese ajaga mustaks läheb. Hõbedapinnale sünnib nimelt must weewelhõbe.

Mõõdaminnes on weewli-ühenduste kõrwal ka seleni- (Se=79,4) ühendused nimetada. Selen tuleb wäga harwa ja ainult weewli kaaslasena ette, ta on oma olemise ja ühenduste poolest wäga weewli sarnane. Nimetamisewäärt on ta füsikaline omadus, et walgusekiired elektriwäe edasisaatmise wõimist temas tähtsalt muudawad.

Telluri (Te=128) leidub weel harwemini kui seleni.

Süsinik (C=12).

66. Süsinik on looduses õige laialdaselt leiduw algaine. Puhtalt leidub teda teemandi ja grafidi ehk pliiatskiwi kujul, organlise elu jätistena — kui antratsit, kiwisüsi, pruunsüsi ja turwas; wesinikuga ühenduses — kui petroleum ehk lambiõli, kiwiõli, asfalt ehk mäewaik (maapigi) ja merewaik (bernstein), ja hapnikuga ühenduses — kui sõehape — wabalt ja soolades.

Kõige tuttawam on süsinik, nagu ta põletamise läbi puudest saadakse. Sütt ei tarwita mitte üksi sepad, waid ta on tehnikailmas wäga laialt tarwitataw aine. Püssirohu walmistamisel on tema üks tarwiline osajagu. 64 kaaluosa salpetrit, 12 kaaluosa weewlit ja 16 kaaluosa sütt annawad, kui nad hästi peenikeseks õõrutakse, üsna hea kiwilõhkumise-rohu. Teradeks muudetakse püssirohi niiskest peast pressimise ja pärastise kuiwatamise ja teradeks murendamise läbi. Läike

omandawad püssirohu terad, kui neid iseäraliselt üksteise wastu öörudes lihwitakse. — Süsi on tähtis, igasugust mädanemist takistaw ja haisusid kaotaw aine. Sellepärast on kasulik aiateibaid ja sambaid enne mulla sisse asetamist kas tulel wõi weewlihappega põletada. Liha seisab tihedalt sõepulbri sisse pakitult kaua wärske. Ka liha ja kalade suitsetamine põhjeneb selle omaduse peal, et süsi mädanemise eest hoiab. Tahmakord, mis suitsetamise ajal liha peale lööb, pole muud, kui põlemata jäänud ja suitsuna tuulde minew süsinik. Wiimase Wene-Jaapani sõja ajal tulid Japani arstid targa mõtte peale — haawade kinnisidumisel haawade peale pehmet, õlgede põletamise läbi saadud sõepuru panna. Tagajärg oli ütlemata hiilgaw. Haawad paranesid ruttu ja ilma mädanemata. — Suhkrut, alkoholi ja mitmeid muid aineid puhastatakse igast paha lõhnaga ja maitset rikkuwast ainest nimelt sel teel, et neid läbi süte aetakse. Paha maitsega kaewuwesigi saab maitsewaks, kui temasse kotiga häid kasepuu-süsi lastakse. Muidugi mõista ei ole sõele omane pahade ainete äraimemise wõime mitte piirita, waid sütt tuleb tarwilisel määdul uuendada. — Looduses wabalt leiduw sõe-aine on mitmel kujul nii suure tähtsusega, et iga kuju iseäraliselt tähelepanemise alla maksab wõtta.

Teemant.

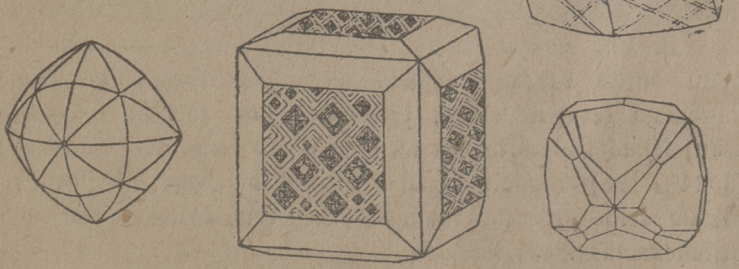
(Saueri atlas 1. tabel nr. 1; k. 10; t. 3,5—3,6.)

67. Teemant on kõige puhtam kristalliseritud süsinik. Ta kristalliserib korrapäralistes kristalliwormides, kusjuures kristallitahud enamasti kumerad on. Lõhkewus sünnib täieliselt oktaedritahkude sihis; murd on lohkline. Ta on rabe, kuid kõwem kui ükski teine aine. Harilikult on ta ilma mingi wärwita, kuid leidub siiski ka siniseid, kollaseid ja musti teemante. Teemant on täiesti läbipaistew, täielise walgusemurdmisega, mille tagajärjel ta kõige ilusamas wärwidemängus kiirgab. Happed ta külge ei hakka, aga wäga kõrges temperaturis põleb ta sõehappegaasiks, nagu iga muugi süsi.

Teda leidub üksikute teradena jõgede liiwa sees Indias, Transwalis, Brasilias ja Uralimägedes. Brasilias tuleb teda iseäralises liiwakiwi-sarnases mineralis ette, mida itakolumidiks nimetatakse. Ta on kõige kallim kalliskiwide hulgast. Et teemandi ilu ja wärwidemängu tõsta, lihwitakse teda mitmesuguses wormis; nende seast on nõndanimetatud briljandiworm temale küll kõige ilusam ja kohasem. Ihuda ehk lihwida wõib teemanti üksnes ta oma puruga. Teemandi hind määratakse puhtuse järele ja see kaswab karadiraskust mööda (1 lood = 62 karati); 1-karadiline lihwimata teemant maksab 15—25 rbl., 6-karadiline kiwi aga maksaks 6 × 6 × 25 rbl. = 900 rbl. Lihwitud kiwide hind on wõrdlemisi tublisti kallim. Uuemal ajal on teemandi hind Inglise ülesostjate tegewuse läbi kunstlikult kahe- ja enamawõrdseks tõstetud. 20-karadilisi teemantisi on wähe, üle 100 karadi aga harwa leida.

68. Mitmed suured teemandid on oma rändamiselugude läbi kuulsaks saanud ja kannawad pärisnimesid. Tähtsamad on:

1) Orlow. Ta on 195 karati raske, oli Wene keisrite walitsusekepis, enne aga Persia schahi Nadir'i omandus, osteti Katarina II. ajal umbes 1 miljoni rubla eest ära ja sai nii Weneriigi waranduste hulka.



Pilt nr. 30. Teemandi kristallid.

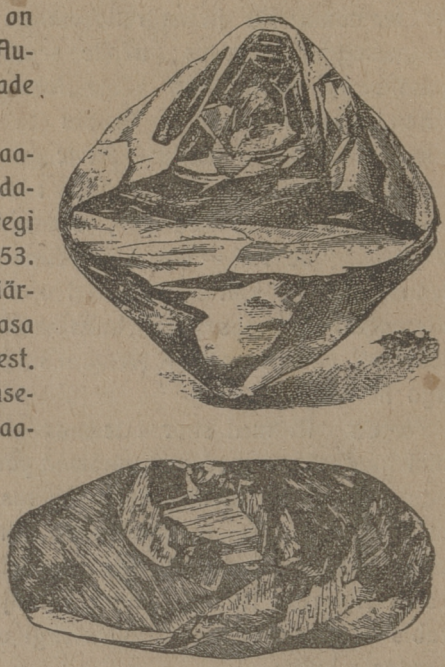
2) Regent, 136 karati raske. Enne lihwimist (nr. 8) kaalus ta 410 karati. Orleansi hertsog ostis ta Inglise ku-

berneri Pitt'i käest $2^1/_2$ miljoni frangi eest Prantsuse riigile. Teda arwatakse kõige ilusamate teemantide hulka ja ta wäärtust hinnati enne praegust sõda 7 miljoni frangi peale.

3) Toskana suurhertsog. See kaalub $133^1/_8$ karati, on kollakat karwa; praegu Austraalias. Nr. 6 on ta waade küljest.

4) Lõunatäht, — kaalub 125 karati; on haruldaselt läbipaistew ja ilus. Keegi neegri naine leidis ta 1853. aastal Brasiliast. Ta wäärtus on Regenti omast 6. osa wähem. Nr. 7 waade küljest.

5) Kohinur (walgusemägi) on Inglismaal ja kaalub 106 karati. Enne nimetati teda Suurmoguliks. Ta kaalus 230 karati; et ta aga halwasti lihwitud oli, siis lihwiti teda pärast ümber. Koguni lihwimata olla ta 787 karati kaalunud.



Pilt nr. 31. Looduses leiduwad teemandid.

Brasilia endise keisri Dom Pedro omanduseks olla üks 1680 karati raskune wähetuntud umbes kanamunasuurune lihwimata teemant olnud, ja mitte ammu (pärast Transwali sõda) leitud Lõuna-Afrikas teemant, mida tema suuruse pärast ($3024^3/_4$ krt.) wõimata olnud ilukiwiks tarwitada. Inglise ärimeeste selts, kelle kaewandustest ta leitud, lasknud kiwi wähemateks tükkideks lõhkuda.

Pisikesi teemandikillukesi ja tükkisid, mis ilukiwideks ei kõlba, tarwitatakse aknaklaasi lõikamiseks. Ka on uuemal ajal kaljude sisse puurimiseks puurisid walmistatud, mille lõiketeradeks teemandikiwid on.

Juba on katsutud söe-aine sulatamise läbi kunstlikult teemantisid walmistada, aga suurte kuludega on tänini ainult

Pilt nr. 32. Kuulsad teemandid.

nõelaotsa suuruseid kristallikibemeid saadud. Liig kõrge temperatur, mida süsi oma sulamiseks tarwitab, on kunstliku teemandi walmistamisele tänini takistuseks olnud.

Grafit ehk pliiatsikiwi.

(Sauer i atl. I. tab. nr. 2 ja 3; k. 1—2; t. 2,1—2,3.)

69. Selles mineralis on süsi teises omalaadilises, nimelt kristallisõrmerlises olekus. Teda leitakse kõige wane-

mates maakera-kihtides (raudkiwi, gneis'i ja kild-kiwide kihtides) kiilude wõi lademete wiisi, iseäranis rohkesti Uralimägedes, Siberis, Zeiloni saarel, Põhja-Ameerikas, Saksamaal, Austrias, Gröönimaal Inglismaal ja mujal. Ta tuleb terasekarwa hallides, metalli läikega pehmetes tükkides wõi kuuetahulistes tahwlikestes ette. Teda wõib noaga lõigata, katsumisel tundub ta nagu raswane ja määrib kangesti mustaks. Ta on täiesti läbipaistmata. Murd on tal kare ja aukline.

Ta kannatab wäga suurt soojuse kraadi wälja: sellepärast walmistatakse temast metallisulatamise pottisid. Pehmematest tükkidest walmistatakse pliiatsid. Kõige paremaks peetakse Siberi grafiti.

Kiwisüsi.

70. Kiwisõeks nimetatakse muinasaegse taimeriigi jäätiseid, mis nii sügawale maa alla wõi wee sisse on jäänud, et neile õhk ligi ei ulatanud ja nad hapniku puudusel ära ei saanud mädaneda. Nad kõdunesid ainult, s. o. muutsid oma keemialist kokkuseadet. Tihti on kiwisõetükkides weel puu iseloomu tunda ja kiwikihtide wahel on taimede lehtedest jäljed jäänud. Nendest jäänustest ja jälgedest wõib weel praegu järeldada, missugused metsad endistel aegadel maailma on ilustanud.

Puu- ja taimekehade pea-ained on süsi, wesinik ja wähe hapnikku. Kõdunemisel ühines üks jagu sütt hapnikuga — sõehappeks, teine jagu suure hulga wesinikuga — mitmesugusteks põlewateks gaasideks, õlideks ja waikudeks; pea-osa sütt jäi aga wähese wesinikuga kiwisõe näol järele ja kaewatakse nüüd kui ülitarwiline kütte- ja walgustusematerjal wäga mitmel pool maailmas maapõuest wälja.

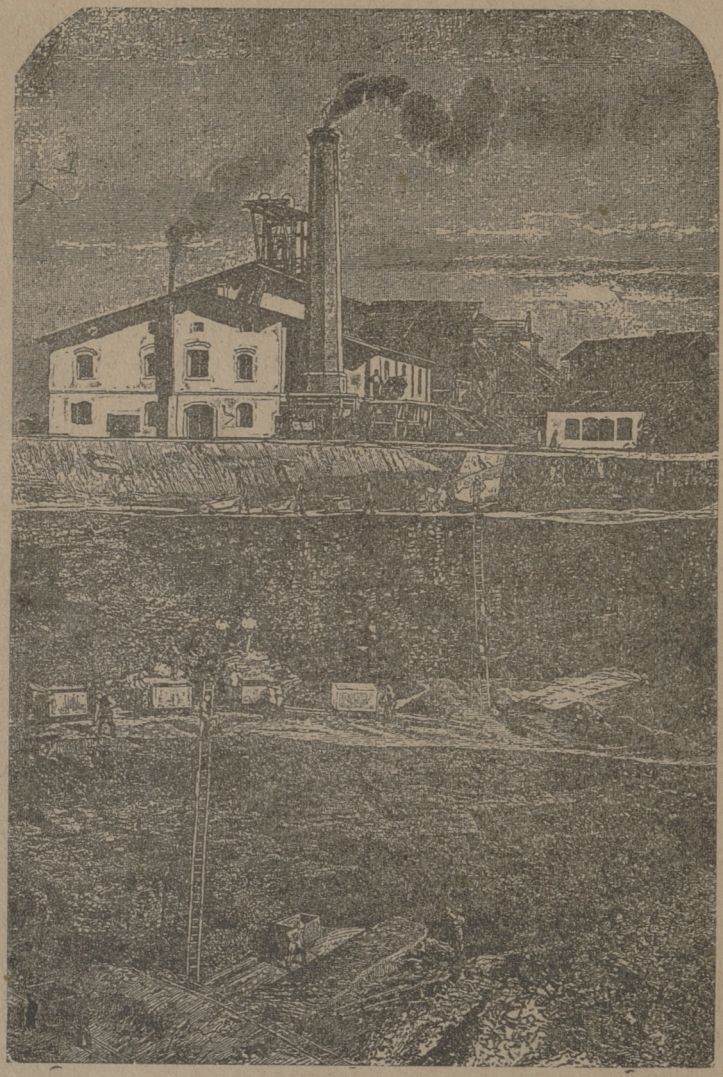
71. Kiwisõe-kaewajate mäemeeste waenlased on kaewamiste juures ettetulewad gaasid — sõehape ja mäe-gaas. Esimene surmab mäemehi, kui need teda sisse hingawad, teine tapab, kui ta mäemeeste lampide sütitusel plahwatab. Sõehappe ilmumine annab ennast mäemeestele selle läbi tunda, et lambituli kustuma tikub; mäe-gaasi ilmumist tunneb mäemees lambitule iseäralisest leegitsemisest. Mäemeeste lampidel

on klaasid ees; neid kohte aga, kust õhk põlemiseks sisse ja põlenud õhk wälja woolab, ümbritseb tihe traadiwõrk.

Kõik põlewad ained, nii ka gaasid, nõuawad teatawakraadilist eelsoojendamist, enne kui nad põlema hakkawad. On plahwatawat gaasi läbi traatwõrgu mäemeeste lampidesse woolanud, siis plahwatab see ainult lambi wõrgu taga, sest wäljaspool lampi leiduw gaas ei wõi enne plahwatada, kui traatwõrgud nii kuumaks on läinud, et nad tema põlema sütitawad. Järelekatsutawaks saab see asi, kui tihedat traatwõrku näituseks risti küünlatule peal hoitakse. Hakatusel leek wõrgust läbi ei tungi, kuna põlemata jäänud küünlaraswa gaasid külmalt läbi wõrgu lähewad. Läheb aga wõrk tuliseks, siis ilmub leek ka pealpool wõrku. Kaitstud lampisid nimetatakse nende ülesleidja Davy (l. deewi) järele Davy lampideks. Plahwatused mäekaewandustes wõiwad nende lampide tarwitamise korral ainult siis juhtuda, kui lambi uksekest ettewaatamata awatakse.

Pilt nr. 33. Läbilõige maakihtidest kuni kiwisõelademeteni.

72. Kiwisüsi pole mitte alati ühesuguse headusega, waid — mida wanem süsi, seda puhtam on sõe-aine, mida noorem süsi, seda rohkem on ta wesinikuga ja maawaikudegaühen-



Pilt nr. 34. Kiwisõe kaewandus.

duses. Maawaik teeb kiwisõe suitsewaks ja annab põledes iseäralist maawaigu lehku. Kiwisütt roojastab sagedasti ka weewel. Sellepärast ei wõidud teda endisel ajal rauatööstuses ka hea tagajärjega tarwitada, sest weewel teeb raua rabedaks. Uuemal ajal leiti, kiwisõest walgustusegaasi walmistades, et süsi, mis selle juures kateldesse järele jäi, igast mustusest puhas on ja teda rauatööstuses kõige paremini wõib tarwitada. Seda puhastatud sütt tarwitatakse koksi nime all nüüd igal pool maailmas ja ta on rauatööstuse kuulmata kõrgusele wiinud.

1) Antratsit ehk läiksüsi on kõige wanem, seega kõige puhtam kiwisüsi (90% ja enam süsinikku). Ta on tihe, must ja kangesti läikiw süsi, sinaka helgiga. Et temas wähe muid aineid on, siis põleb ta pea-aegu ilma suitsu ja haisuta, kanget kuuma sünnitades. Iseäranis nende omaduste pärast on ta kiwisüte seast kõige rohkem otsitud küttematerjal. Puu iseloomu ei ole temas enam põrmugi tunda.

2) Ka kiwisüsi on wana süsi, täiesti must, enamasti läikiw ja sisaldab 75—90% puhast sütt. Oma headuse järele jaotatakse ta mitmesse liiki. Õige kuulus on Inglise küünalsüsi (*candle-coal*), tihe, must ja wähese läikega. Saksa- ja Inglismaal leidub kiwisütt rohkesti ja mitmes kohas. Wenemaal on Donetsi süsi kõige rohkem tarwitusel.

3) Pruunsüsi ehk lignit on kõige noorem süte seast. Ta pole weel wärwi poolestki täiesti sõeks saanud ja laseb sagedasti üsna selgesti puu iseloomu ära tunda. Pruunsüsi sisaldab 60—75% puhast sütt ja esitab kiwisüte seas kolmanda järgu küttematerjali.

4) Turwas sünnib meie silmade ees soodes, rabades, järwede ümber ja muudes märgades maakohtades selle läbi, et sammal, willpead, lõikheinad, sookaelad, kanarpik ja muud sootaimed latwadest edasi kaswawad, aga alumistes jagudes kõdunewad ja pruuniks turbamullaks muutuwad, kuhu sekka ka mahamurdunud puid ja kände juhtub. Turwast wõib seega kõige esimeseks kiwisõe tekkimise astmeks arwata, teda ei wõi aga kiwisüte sekka lugeda, sest et ta weel kiwiks pole kõwenenud. Materjali järele, millest turwas sündinud, langeb ta järgmistesse isesugustesse liikidesse: a) soo- ehk sambla-

turwas — sündinud samblast, b) nõmmeturwas — kanarpikust ja nõmmeheintest, c) rohuturwas — heinakaswudest ja rohust, d) metsaturwas — metsapuudest ja e) mereturwas — meretaimedest.

Turwas pole küll weel nii kõdunenud, et teda täie õigusega iseseiswaks sõeliigiks wõiks pidada, aga ta on esimene aste kiwisõe sündimisel, ja mustjaspruun wärw tunnistab, et temas tubliste juba waba sütt olemas on. Ta kõlbab küttematerjaliks, iseäranis pressitud peast, olgugi, et ta põledes palju tuhka annab.

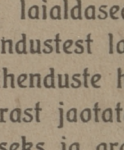
Mereturba tihenemise ja teiste ainetega segamise saadusena on Eestimaa põlew kildkiwi nimetada. Kütteainena, bensini-, parafini-, määrdeõlide- ja wärwide-walmistuse tooreainena ja algallikana on tal suur tulewik. Ta põlewate ainete sisaldus on aga wäga mitmekesine ja alaneb näit. Baltiski mererannas harilise kildkiwini, mis tuld ei wõtagi.

Sõe-ühendustest üleüldiselt.

73. Sõe-ühendused on nii laialdased, et nende alla enam kui pool keemialistest ühendustest langeb. Terwe elulise ilma saadused käiwad sõe-ühenduste hulka, sest süsi on nendes põhjapanew aine. Sellepärast jaotatakse terwe keemiateadus kaheks haruks: anorganiliseks ja organiliseks, wiimast nimetatakse ka sõe-keemiaks.

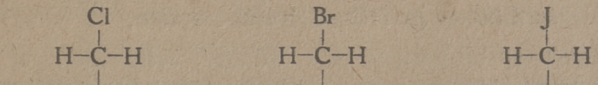
Süsi on neljawäärtusline lihtaine. Kõikide organiliste ehk sõe-ühenduste algkujuks loetakse methani, ühe sõe-atomi ühendust 4 wesiniku-atomiga, walemis kujutatult CH_4. See on gaasisarnane aine, esitab pea-osa walgustamisegaasi segus ja tekib looduses sõerikaste ainete kõdunemisel. Ta ongi mäekaewandustes kardetud põlew (mäe-) gaas; et ta aga ka soodes turba kõdunemisel sünnib, siis on ta ka soogaasi nime all tuntud.

74. Atomide korraldust soogaasi molekŭli sees wõime omale järelseiswalt ette kujutada:



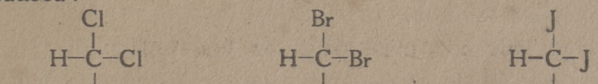
Arwame ühe wesiniku-atomi siit ära, siis jääb järele juur CH_3, mida methüliks nimetatakse. Sellepärast nimetatakse seogaasi ennastki methülwesinikuks.

Iga wesinikuatom wõib selles kujus mingisuguse muu ühewäärtuslise atomi wastu ümber wahetatud olla. Wõtaksime asemikuks näituseks kloori (Cl), bromi (Br) wõi joodi (J), siis saaksime nende läbi, üht wesinikuatomi seogaasist wälja tõrjudes, järgmised uued ühendused:



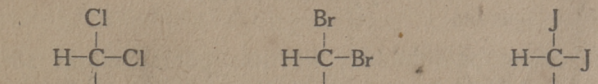
methülkloriid methülbromiid methüljodiid

Kui seogaasist ehk methülwesinikust kaks wesinikuatomi ära arwata, siis saadakse juur, mida methülen'iks nimetatakse. Tõrjume eelpool nimetatud ühewäärtusliste elementide abil seogaasist kaks wesinikuatomi wälja, siis saame järgmised uued ühendused:



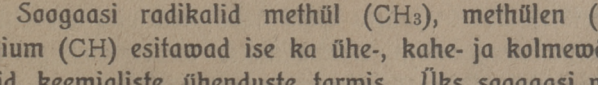
methülenkloriid methülenbromiid methülenjodiid

Seogaasi juurt ilma kolme wesinikuatomita nimetatakse formiumiks. Sellest juurest saaksime kloori, bromi ja joodi läbi:



kloroform (tuttaw unerohi) bromoform jodoform (tuttaw haawade parandaja).

Seogaasi radikalid methül (CH_3), methülen (CH_2) ja formium (CH) esitawad ise ka ühe-, kahe- ja kolmewäärtuslisi aineid keemialiste ühenduste tarwis. Üks seogaasi wesinikuatom wõib niiwiisi kohe ta enese esimese juure ehk radikali läbi wälja tõrjutud olla. Sellest saaksime ühenduse:

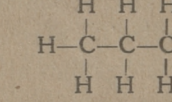


H H

ehk C_2H_6 — äthaniks nimetatud.

Äthani wesinikuatomisid wõiwad jälle teised elemendid kas üksikult wõi hulgakesi wälja tõrjuda, mislãbi me uue liigi söeühenduste sekka oleme sattunud. Esimese liigi ühendusi nimetatakse esimese soogaasi-juure ehk -radikali järele methüliühendusteks, teise liigi ühendusi esimese radikali järele äthüliühendusteks ($H_3C—CH_2—$). Teise liigi ühendused wõiwad jälle teisele ja kolmandale astmele jõuda, selleläbi, et söe-atomid isekeskis kahe wõi kolme wäärtuse läbi seotud on, nimelt: $H_2C=CH_2$ = äthülen ja $HC\equiv CH$ = acethülen.

Kolmas söe-ühenduste liik sünnib selle läbi, et üks methülimolekül äthanist ühe wesinikumoleküli wälja tõrjub nagu kuju näitab:



$= CH_3—CH_2—CH_3$ ehk C_3H_8.

Sellest wõib juba aimata, kudas neljas, wiies ja kuues liik söe-ühendusi sünnib.

Sellega pole aga weel kõik söe keemialiste ühenduste ja wäljatõrjumise wiisid nimetatud, kuid wõib omale juba ette kujutada, kui laialdane wald organiline ehk söekeemia on.

Söehappe-anhüdrid.

75. Söehappe-anhüdrid, lihtsuse pärast ainult söehappeks nimetatud, leidub õhus wabalt wäiksel protsendi-arwul 0,04 %). Ta on wärwita ja lõhnata gaas, keele peal kipitsewa ja nõrga meeldiwa hapu maiguga. Tugewa rõhumise (36 atmosfäri) läbi 0° juures wõib teda wärwita wedelikuks tihendada (kondenserida). Wabastatakse wedel söehape rõhu alt, siis toob ta ülikiire äraauramine nii sügawa temperaturi alanemise, et hape ise lumesarnaseks aineks tardub, umbes 70° külma ilmutades. Wõetakse niisugust söehapet pihu peale, siis ei puutu ta pihuga kokkugi. Kangest äraauramisest on pihu ja söehappe wahel gaasipadi, mis tükki pihust lahus hoiab. Rikutakse näituseks sõrmede wahel pigistamise läbi

see õhu kest ära, nii et sõrmed lausa tardunud söehappega kokku puutuwad, siis tundub sõrmeotstes kange külma mõjul piste, nagu põletamise korral; sõrmenahk muutub külmanud kohalt walgeks ja saab haawa, mis täiesti samasugune on, nagu oleks nahk kuuma rauaga ära põletatud. — Söehapet wõib sel teel saada, et kahe kaelaga pudelis marmor, paelubi wõi kriiditükikesed weewli- wõi mõne teise tugewa happega üle walatakse ja nendest wäljatungiw gaas harilikul gaaside püüdmise wiisil kinni püütakse. Marmor, lubjakiwi ja kriit on oma keemialise kokkuseade poolest üks ja seesama aine, nimelt söehappe kaltsiumi sool ($CO_2 + CaO$ ehk $CaCO_3$). Tugewam hape, näituseks weewlihape, tõrjub nõrga söehappe wälja ja sünnitab kaltsiumi oksüdiga uue soola, nimelt weewlihappe kaltsiumi soola, mida gipsiks nimetatakse. Keemialine reaktsion selgub järgmisest tasandist:

$$CaCO_3 + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2O + CO_2$$

Lubjakiwi weewlihape gips wesi söehape.

76. Söehape on $1^1/_2$ korda raskem kui õhk, sellepärast wõib teda ka lahtistes nõudes kinni püüda ja ühest nõust teise kallata. Põlew küünal, mis söehappe sisse lastud, kustub, nagu oleks ta wette wajutatud. Pannakse joogiklaasi põhja peale küünlaotsake põlema ja kallatakse teisest nõust söehapet klaasi, siis kustub küünal, nagu oleks talle wett peale kallatud. Söehape ei põle ega edenda põlemist, sest ta ongi ju söe põlemisesaadus. Niisamuti ei kõlba ta sissehingamiseks. Puhas söehape on sissehingamiseks kihwtine ja tapab kohe. Peale tekkimist loomade wäljahingamise, põlemiste ning mädanemiste läbi, imbub teda weel mitmel pool maapinna seest ja wisatakse tulepurskawate mägede suust ehk kraaterist wälja. Neapoli linna ligidal on koobas, mida „koerakoopaks“ nimetatakse, sest et koerad, kes inimestega ühes koopasse tulewad, kohe ära kärwawad, kuna inimestele ja suurematele loomadele koopas wiibimine kahju ei tee. Selle nähtuse põhjuseks on koopa põhjast wäljaimbuw söehape, mis oma raskuse pärast koopa põrandale nägemata söehappe loiguks kogub, millest suuremate loomade pead wälja ulatawad, kuna pisemad loomad tema sisse ära lämbuwad. Ka n. n. „surmaorg“ Jaawa saarel esitab niisugust söehappe-

järwe, mis maa seest wälja imbuwast söehappest tekib, kuni söehape üle kallaste woolab ja tuul ta laiali kannab. Kõik inimesed ja loomad, kes sinna orgu juhtunud, on ära kärwanud, nagu päikese käes pleekiwad luukered sellest tunnistust annawad. Sealtmaa inimeste ebauskliku arwamise järele peituwat oru põhjas palju kulda, mida pahad waimud walwata. Tuukririiete abil ongi orgu tungitud ja sealt tõesti kulda leitud.

77. Külm wesi sulatab söehapet kaunis rohkel määral, sellepärast leidub söehapet pea-aegu igas wees. Wihma- ja lumewette sattub ta õhust ja allikawesi toob teda weel rohkemal mõõdul maapõuest. Wee sees sissejoodult pole ta terwisele aga sugugi kahjulik, waid mõjub oma hapuka maiguga kosutawalt ja karastawalt. Söehape ongi, mis allika- ja kaewuweele hea maigu annab; keetmise läbi aetakse söehape weest wälja, sellepärast ei maitse ka keedetud wesi joogina nii hea kui keetmata. On külgehakkawate haiguste ajal kästud keedetud wett joogiks tarwitada, siis wõib seda wett õhu käes loksutades jälle maitsewamaks teha. Loksutamise läbi sulatab wesi omale õhust söehapet uuesti sekka, iseäranis siis, kui ta hästi külmaks on jahutatud. Söehape on ka, mis wahutawate jookide sees pea-maiguandjana leidub. Nendes jookides on ta kas käärimise teel sünnitatud wõi kunstlikult juurde lisatud. Käärimise teel sünnitatud on ta šampanjas ehk wahuwiinas ja õlles; kunstlikult juurdelisatult aga limonadis ja seltersis. Seltersi maakonnas Prantsusemaal, Spaa linna juures, ja mitmel pool mujal woolab maa seest allikawesi, mis söehappest nii rikas on, et aina wahutab. Pole muud tarwis, kui seda wett pudelitesse panna, kõwasti kinni korkida ja turule saata. Seltersi maakonnast on selters oma nime saanudki ja ta pole muud, kui söehappest ülirikas wesi. Limonadid aga on marjamahlade ja suhkru abil maitsewamaks tehtud selters. Käärimise läbi sünnib jookidesse aga weel üks teine — terwisele kahjulik aine, nimelt alkohol, wiinawaim ehk piiritus. Et seltersis ja limonadides alkohol puudub, sellepärast on need joogid terwislisemad kui õlu ja wahuwiin. Käärimise sünnitajad on iseäralised mikroskopilised käärimise lahkseenekesed.

78. Käärimisel on aga weel teine tähtsus, kui jookidesse sõehappe ja alkoholi tekitamine. Pärmi ehk wana haputaigna juurdelisamise läbi käärima aetud saia- ja leiwataignasse tekiwad sõehappe mullikesed ja need ongi, mis leiwa aukliseks — kobedaks teewad. Uuemal ajal on hakatud saia- ja leiwataignat ka kunstlikult kobedaks tegema. Selleks lisatakse taignategemise wedeliku hulka mingisugust hapet, nagu äädikapiiritust, sidroni- wõi wiinakiwi-hapet, wahest odawuse pärast koguni maarjajäädki; ehk jälle wõetakse taignawedelikuks lihtsalt hapu piim; jahude hulka segatakse aga peent söögisooda-pulbrit. See on oma keemialise kokkuseade poolest kahekordne sõehapu natron ($NaHCO_3$). Hape ajab tema seest taignawedeliku ja jahude kokkupuutumisel sõehappe wälja ja see teeb taigna kobedaks. Sidronihape, wiinakiwihape ja hapu piim on selleks otstarbeks kõige soowitawamad, maarjajäädad aga ei wõi soowitada. Mõned külaeided on ka kobedate kookide küpsetamisest söögisooda abil kuulnud ja teewad koogitaigna rõõsast piimast, ilma mingit muud happet abiks wõtmata. Nad imetlewad siis pärast, et koogid põrmugi kobedad pole ja weel kange soodamaik kookide söömise wastumeelseks teeb. Teisi eidekesi nägin küll hapu piima koogitaignaks wõtwat, kuid sooda lisasiwad nad kohe puhtalt piima sisse, mille tagajärjel piim sõehappe sündimisest küll kihama läks, kus CO_2 muidugi kohe lendu tõusis, pärast jahude sissesegamise juures ei tulnud aga sõehapet kusagilt — ja koogid jäiwad plingiks. Sooda maik kookide wõi saia juures tunnistab, et hapet kas sugugi wõi liig wähe on tarwitatud, natuke rohkem hapet aga ei riku maiku. Sellepärast peab silm paraja jao happe ja sooda tarwitusele wõtmisega harjuma. Nupukas söökidekeetja wõib aga läbiharutatud õpetusest weel seda tarkust omandada, et hapuks läinud toitusid natukese söögisooda juurdelisamise läbi maitsewamaks wõib teha.

Et sõehape käärimise ja mädanemise läbi sünnib, puhtalt sissehingatult aga otse surmawalt mõjub, siis on ruumides, kus seesugust asja karta wõib, ettewaatus üsna soowitaw. Sagedasti leitakse wiina-, õlle- ja ka muudes keldrites

rotid ja kassid ära kärwanud olewat, mis aga ainult selle tagajärjel on sündinud, et söehapet põrandale on kogunud. Mitu korda on wanade kaewude puhastamiseks kaewu lastud inimesed õnnetut surma saanud, sest et rakete mädanemisest wõi mõnel muul põhjusel kaewu söehappe kiht oli tekkinud. On juhtumisi olnud, kus tagant järele abiks tõttajad niisamuti surma on saanud, kui eelminejadki. Sellepärast katsutagu iga ruum, kus keegi kaua aega sees pole käinud, enne hoolega läbi, kui sinna sisse mindakse. Selleks on kõige parem küünla wõi laternaga tuld ees ajada. Kui tuli ära kustub, on asi kohe kahtlane. Pumbakaewud on söehappe poolest rohkem kardetawad kui ämbritega kaewud, sest ämbrite üles ja alla käimise läbi tuuakse enamasti ka söehape kaewust wälja.

Söehape sünnitab palju soolasid, millede hulka ka lubi, kriit ja marmor käiwad. Söehape soolasid nimetatakse teaduslise nimega karbonatideks (*carbo*—süsi).

Waigud ja maa-õlid.

78. Kõik waigud ja õlid käiwad selle poolest ühte, et nad söe ja wesiniku ühendusi esitawad, kus mõnikord ka natuke hapnikku leidub; muidugi mõista on nad sel põhjusel kõik põlewad ained, sest süsi põleb õhu käes söehappeks ja wesinik weeks. Wahet teeb nende juures pea-asjaliselt söe ja wesiniku wäga mitmekesine rohkusewahekord (waata organiline keemia). On waik ehk õli söest wäga rikas (terpentin), siis põleb ta suitsewalt, sest suitsu tahm ehk nõgi pole muud kui põlemata jäänud söe-aine; on aga aine rikas wesinikust (piiritus), siis põleb ta waewalt helendawa sinaka leegiga (wesiniku leek). Ma sees leiduwad waigud ja õlid on oma tekkimise poolest kahesugused; ühed on maapinnal kaswawate taimede — iseäranis okaspuude waik, mis puudega ühtlasi maa alla on jäänud ja seal kõwemaks on muutunud; teised — petroleum, asfalt jne. — on wist maa all kõdunewate organiliste ainete saadused. Arwamised lähewad wiimaste sündimise üle lahku, nimelt arwawad mitmed teadlased

neid päris keemialise ühinemise teel otseteed mineralidest sündinud olewat.

79. Merewaik ehk bernstein (Saueri atl. 24. tab., nr. 12—15; k. 2,5; t. 1,05) on maa alla jäänud okaspuude (*picea succinifera*) waik. Temas leitakse sagedasti üsna selgeid kooreliükikesi ja waigu sisse äratuppunud putukaid. Ta on kollane, kord walkjam, kord punakam, läbipaistew kuni läbihelendaw. Kui teda willase riide ehk siidiga ööruda, läheb ta, nagu waigud kunagi, elektriliseks. Tema juures pandi elektriwäge kõige esiti tähele ja tema greekakeelne nimetus „elektron“ andis sellele jõule nimegi. Merewaik põleb hästi ja sünnitab põledes head lõhna. Teda leitakse kõige rohkem Balti-mere lõunapoolsel rannal, Riiast algades, iseäranis rohkeste aga Danzigi ja Memeli ümbruses, kus teda tormid mere põhjast ühes liiwaga randa uhuwad. Rannaelanikud korjawad teda seal kas rannast, wõi katsuwad nootadega merepõhjast wälja tuua ehk labidatega mulla seest wälja kaewata. Ennewanasti olla kõik Eesti rannad rikkalikku merewaigu-saaki annud ja wanad eestlased kaubelnud temaga koguni kaugetel maadel. Merewaigu suuremad ja ilusamad tükid treitakse iluasjadeks, sigari- ja piibupitsideks, helmeteks, topsikesteks jne. Wähemad kui ernetera suurused tükid, treimise puru ja muud kõlbmata osakesed lähewad suitsetamisekohuks ja ühe iseäralise laki walmistamiseks. Kõige hinnalisemateks loetakse tükid, kuhu mõni putukas sisse on kiwinenud. Türklaste piibupitsid on kõik merewaigust, sest sarwe suhu pista peab mohamediusuline patuks ja ropuks tegewiisiks. Kõige suuremad leitud tükid kaaluwad 13½ ja 20 naela ja nende wäärtus esitab kaunikese waranduse. Merewaigu leiukohad mujal ilmas, Austrias, Sahlesias ja Hispanias, pole tähtsad.

Ozokerit ehk mäewaha (Saueri atl. 24. tab., nr. 16) on tumeroheline wõi kollakaspruun raswase läikega segu mitmest söewesinikust. Ta on winske aine ja läheb juba käe soojusest pehmemaks, sulab 52°—82° soojuse käes läbipaistwaks õlisarnaseks wedelikuks ja põleb heleda leegiga. Teda leitakse ühes petroleumiga Baku ümbruses, Baikalijärwe kallastel, Moldaus, Inglismaal ja mujal.

Asfalt ehk maapigi on must pigisarnane aine, mis wististi mäe-õlide waiguksmuutumise läbi on sündinud. Teda leitakse petroleumirikastest maakohtadest; iseäralise leiukohana on Surnumere ümbrus nimetada. Liiwaga kokkusulatatult tarwitatakse teda uulitsate ja jalgteede sillutamiseks. Asfaldi pulber on pruun.

81. Kiwiõli ehk petroleum, puhastamata peast ka naftaks nimetatud, on wäga mitmesuguste sõewesinikkude segu. Ta woolab Baku linna ümbruses ja mitmel pool mujal maailmas maa seest allikatena wõi purtskab maapõuest puurkaewude kaudu kõrgete sammastena wälja. Mõned allikad on nii rikkad, et tunnis mitu tuhat puuda naftat wälja annawad. Mitmed sõewesinikud, mis temas puhastamata olekus leiduwad, on wabas olekus gaasisarnased; sellepärast annabki wäljawoolaw nafta enesest nii palju põlewaid gaasisid, et kardetaw on tulega ligidale minna. Kõige ettewaatuse kiuste on mitu korda ette tulnud, et parajasti puuritud allik põlema lõi ja leek määratuma tulesamba näol taewa poole tõusis. Suure waewaga kustutati niisugusel korral tuli ära, et kasulikku wedelikku mitte asjata hukka saada lasta. Põlewate gaaside pärast on ka puhastamata petroleum wäga kardetaw tarwitada. Et toorest naftat mitmesuguseks otstarbeks kõlbuliseks teha, wõetakse tema kallal kõige esiteks lahutamine ära-aurutamise teel ehk nõndanimetatud destillatsion ette. Kinnistes kateldes soojendatakse toores nafta wähehaawal ära, ja kohe hakatuses lahkuwad katlast kõige kergemalt gaasiks muutuwad õlid, mida külmades ruumides jälle wedelasse olekusse lastakse tiheneda. Õlid, mis nõndamoodi wähema kui 100° soojuse juures üle lähewad, arwatakse esimese kurna hulka ja neid nimetatakse petroleumi-eetriks; see on wäga tulekardetaw. Teist kurna esitawad õlid, mis 100—150° soojuse käes auruks lähewad. See on nõndanimetatud bensin, mis ka wäga tulekardetaw on ja uuemal ajal mitmesugust tarwitamist on leidnud. 150—300° soojuse käes üleminewad õlid esitawad päris petroleumi, mida walgustamiseks tarwitatakse.

Petroleumi sees leidub ka nõndanimetatud paraffin, millest jõulukünlakesi walmistatakse. Petroleumi sees on seega

sulanud olekus peale mitmesuguste põlewate gaaside ka kindlaid raswaaineid olemas. Uuemal ajal turule toodud paraffin on agu enamasti pruunist kiwisõest wälja aetud. Petroleumi puhastamisel järeljäänud jätistest walmistatakse mitmesuguseid masinamäärde-õlisid; ka aetakse nendest ühte wärwita õli wälja, mis ozokeridist walmistatud paraffiniga segatult waselini nime all tarwitusele läheb.

Baku ümbruses on maapind sagedasti nii kiwiõlirikas, et tarwis natuke mulda lahti kraapida — ja kohe wõtab maa tuld, kus peal sõõkisid wõib keeta. Baku ligidal on ka kuulsad igawese tule templid, kus tulekumardajad perslased tuld kumardamas käiwad. Baku ümbrus on kõige esimeseks kiwiõli wäljasaatmise turuks maailmas, tema järgmine aga Põhja-Amerika Ühisriigid (Pennsylvania).

Leek ja walgustamine.

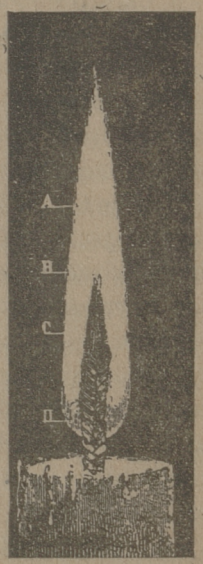
82. Harilikult nimetatakse põlemiseks — ainete keemialist ühinemist hapnikuga kaasaskäiwa walguse ja soojuse ilmutamisega. Põlemine on igapäewases elus kahest küljest ülisuure tähtsusega keemialine sündmus: esiteks kui walguse- ja teiseks kui soojuseallikas. Põletamise-aineteks on harilikult süsi, wesinik ja nende ühendused (piiritus, puu, õlid jne.).

Kehad, mis kõrge soojusekraadini on soojendatud, annawad walgust. Selle juures wõib wahet teha kahe juhtumise, nimelt helendamise ja leegitsemise wahel. Mõned ained jäämawad helendamise korral keemialiselt muutumata, teised aga muutuwad. Nii näituseks helendab platina walge lõkke (umbes 1000°) soojuse käes wäga heleda walgusega, kuna ta ise muutmata jääb, süsi põleb aga punase (umbes 400°) helenduses juba söehappeks ära. Platina tahab oma helenduse hoidmiseks kõrwalist soojuseallikat, kuna süsi oma põlemise läbi ise soojust tekitab ja nõnda oma helenduselhoidmise eest hoolitseb. Niihästi platina kui ka söe helenduse korral ei sünni põlewaid gaasisid, sellepärast ei tule nende juures leegitsemist ette. Õli ja puu põlewad leegiga, sest et nad põledes

gaasisid annawad. *Leek on helendaw gaas.* Wesinik, kui gaas, põleb — iseenesest mõista — leegiga. Süsi wõib helendades, aga ka leegiga põleda. Täieliku põlemise korral, s. o. kui söele põlemiseks tarwilisel mõõdut hapnikku juurde hoowab, põleb süsi ilma leegita — ainult helendades; poolikult põledes, see on niisugusel korral, kui söele suure kuumuse juures hapniku kehwalt juurde woolab, ühendab süsi ennast söewinguks, mis ühest osast söest ja ühest osast hapnikust (CO) koos seisab ja gaasisarnane aine on. Söewing põleb aga, kui ta hapnikuga enam kokku puutub ja tarwilise soojuseni on soojendatud, sinise leegiga täieliseks söehappeks (CO_2), s. o. ta wõtab weel ühe osa hapnikku juurde. Niisugust söewingu leegitsemist wõib mõnikord ahjus helendawate süte kohal tähele panna.

83. Leegi hiilgus oleneb põlemise-ainetest kui ka põlemisesaadustest. Hiilgust annawad leegile nimelt tema sees keerlewad ülipisikesed helendawad tardunud keha killukesed. Wesiniku leek on hiilguseta, sest põlemise-aine (wesinik) ega ta saadus (wee-aur) ei sisalda tardunud keha osakesi.

Ka weewlileek on wähese hiilgusega, sest ta saadus (SO_2) on gaas. Woswor, magnesium ja tsink põlewad silmipimestawa hiilgusega, sest et nende saadused (P_2O_5, MnO ja ZnO) on tardunud kehad, mis helenduse korral walgust ülirohkesti wälja hoowawad. On weel tähele pandud, et suurem õhusurumine põlemise juures ka leegi hiilgust suurendab. Põlewa küünla, lambitule ja walgustusegaasi leegid hiilgawad sellel põhjusel, et nendes ülipisikesed helendawad söeosakesed lendlewad.



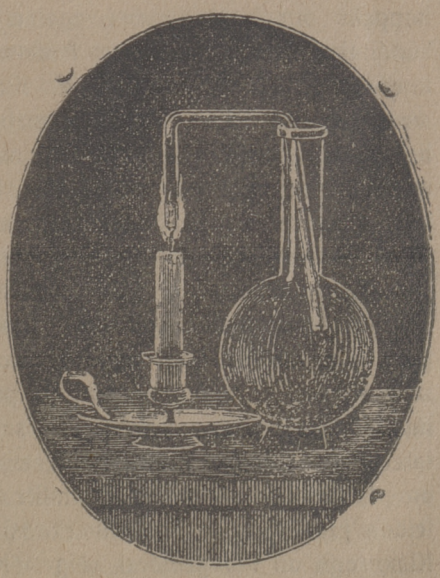
Pilt nr. 35. Küünla tuli.

Põlemise soojus oleneb aine keemialise ühinemise ägedusest ja põlemise täielikkusest; sellepärast on leegi wälimisel pinnal, kus põlemine täielisem on, soojus

palju suurem, kui leegi sisemises osas. Uuemate lampide põlemisenagade walmistajad püüawad sellepärast nagasid ikka nõnda ehitada, et hapnikurikas õhk põlemise aegus tublisti ka leegi sisemusesse saaks tungida, sest niiwisi edeneb keemialine reaktsion ka leegi keskel, mille läbi leegi soojusekraad kõrgemale tõuseb ja sõeosakesed tema sees, enam helendama lüües, rohkem walgust annawad.

84. Küünlaleegi sees wõib kolme kuhikuwormilist osa tähele panna: sisemine (C) pime osa tahi ümber, mis alles põlemata, küünlaraswast sündinud gaasisid esitab, sest õhu hapnik pole sinna jõudnud tungida; keskmine (A) helendaw osa, kus kõige rohkem helendawaid sõeosakesi lendleb, ja wälimine (B) kahwatanud, aga wäga kuum osa, kus weel põlemata osakesed õhu hapniku rohkuse mõjul lõpulikult ära põlewad. Leegi alumine ots on sinakas wesiniku leek, mis sõeosakesi alles helendama hakkab ajama, kuna leegi ladwast mõnikord põlemata jäänud sõeosakesed musta suitsu ehk tahma näol wälja saadetakse.

Pistetakse (Faraday katse) küünlaleegisse mõlemast otsast lahtine kõweraks käänatud klaastoru, nõnda et üks lahtine ots tahi ligidal pimedas leegiosas wiibib, siis woolab toru teisest otsast walkjas aur ehk gaas wälja, mis põlema süüdatult kohe põleb; tõstetakse aga leegis wiibiw toru ots natuke kõrgemale, helendawa osa sisse, siis tuleb torumõõda leegist musta tahma, mis pooleldi põlemata jäänud sõeosakesi esitab.



Pilt nr. 36. Faraday katse.

Et lampide leegi põlemist heledamaks teha, pannakse lampidele klaastsilindrid peale. Need sünnitawad, nagu korstnad, suurt tõmbust, mille läbi rohkem hapnikku tulesse woolab. Põleb tsilindriga lamp liig tumedalt, siis on kas tsilinder liig lühike, wõi on õhuaugud tsilindrikorwi sees liig kitsad. Wiimast wiga on wõimalik naaskliga puurides kõrwaldada. Enne puurimist katsutagu aga järele, kas augukesed wahest mitte tolmu läbi ummistanud ei ole, nii et palja puhastamisegagi eesmärgile jõutaks.

Kloor (Cl = 35,5) ja teised halogenid.

85. Fluor (F = 19), kloor, brom (Br = 79,95) ja jod (J = 127) on wäga üksteise sarnased lihtained. Neid nimetatakse soolasünnitajateks ehk halogenideks, sest metallidega ühenduses sünnitawad nad otsekohe soolasid. Keedusool (Cl Na) on niisugune kloori ühendus natriumiga. Kui keedusoolale weewlihapet peale walatakse, ilmub uus hape, mida soolahappeks nimetatakse. See aga ei ole sugugi hapniku läbi sünnitatud hape, waid on 1 klooriatomi ja 1 wesinikuatomi ühendus (Cl H) — kloorwesinik. Kloorwesinik on gaas ja alles wees sulanult esitab ta nõndanimetatud soolahapet. Ka teised halogenid sünnitawad otsekohe wesinikuga happeid. Fluorwesinik ehk sulahape (FH) sööb klaasi läbi, sellepärast wõib teda ainult platinast, tinast wõi mustast gummist nõudes alal hoida. Bromwesinik (Br H) ja jodwesinik (J H) on wähem tähtsad. Halogenid ise esitawad wärwilisi gaasisid. Fluor on paksudes kordades hele kollakasroheline, brom, harilikus temperaturis, punakaspruun wedelik, muutub soojendamise tagajärjel punaseks gaasiks, ja jod, harilikus temperaturis — tardunud olekus, muutub sooja käes wioletiwärwiliseks gaasiks. Bromi ja jodi tuleb üsna wähesel mõõdul merewees ette. Nende ühendused on päewapildi-asjanduses ja arstiteaduses wäga tähtsad. Fluori leidub juba üsna rohkesti fluorkaltsiumis ehk sulapagus (CaF_2). Kloor aga on halogenidest kõige tähtsam, sest et ta natriumiga keedusoola ja kaliumiga (K) kalisoola sünnitab.

Kloori wõib sünnitada, kui mangani ülioksüdi (MO_2) ja soolahappe segu soojendatakse. Ta on, nagu juba öeldud, kollakasroheline gaas, mis sissehingatult läkastawalt kõhima paneb ja wäga kihwtiselt mõjub. 1 ruumiosa kloori ja 1 ruumiosa wesiniku segu ühineb warjatud walguse käes pikkamisi, lausa päikesekiirte paistel aga kangesti plahwatades soolahappegaasiks. Küünal põleb kloori sees kangesti suitsewalt, sest ainult küünlaraswa wesinik ühineb kloorigа, kuna süsi puutumata jääb. Kloorist kõigiti ägedam on fluor.

Lehelisemetallid.

86. Tähtsamad lehelisemetallid on kalium (K = 39,1) ja natrium (Na = 23,05). Neid nimetatakse sellepärast lehelisemetallideks, et nad hapnikuga wäga kangeid lehelisi sünnitawad. Mõlemad on hõbedakarwa wahapehmed metallid ja nii kerged, et wee peal ujuwad. Hõbedaläikega on nad ainult wärske lõike kohalt, muutuwad aga õhu käes hapnikuga ühinedes kohe tuhmiks, s. o. hakkawad kohe roostetama. Kui neid wee peale wisata, siis kisuwad mõlemad hapniku wee käest nii suure ägedusega ära, et ise sulama lööwad ja sulakerakestena wee peal susisedes ümber ujuwad, kuni nad leheliseks on muutunud, mis wee sisse ära sulab. Kalium süütab sealjuures wabanewa wesiniku koguni põlemagi ja ujub siis wioletiwärwilise leegiga põledes weepinnal ümber. Hästi sooja wee peal teeb natrium sedasama, kuid natrium wärwib põlewa wesiniku leegi kollaseks. Et kalium ja natrium igalt poolt omale nii ägedasti hapnikku kisuwad, siis wõib neid ainult niisuguse aine sees alal hoida, mis hapnikku ei sisalda. Harilikult hoitakse neid kiwiõli sees. Natriumi abil wõib wee seest wesinikku kõige kergemini kätte saada. Selleks pole muud tarwis, kui tükike koorikust hästi puhastatud natriumi sukawarda abil kärmesti klaastsilindri alla saata, mis wee sees kummuli ja weega täidetud. Koorikust peab natrium nimelt hästi puhastatud olema, sest muidu wõib see — weel mitte küllalt selgitatud põhjustel — plahwatusteks põhjust anda.

Lihtainete omaduste kordumiste tabel A.

Read.	Algainete salkkonnad.								
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	—	wesinik **H** 1,00	—	—	—	—	—	—	
2	helium **He** 4,0	lithium **Li** 7,03	beryllium **Be** 9,1	boor **B** 11,0	süsi **C** 12,0	lämmastik **N** 14,04	hapnik **O** 16,00	fluor **F** 19,0	
3	neon **Ne** 19,9	natrium **Na** 23,05	magnesium **Mg** 24,3	alumiinium **Al** 27,0	räni **Si** 28,4	woswor **P** 31,0	weewel **S** 32,06	kloor **Cl** 35,45	
4	argon **Ar** 38,0	kalium **K** 39,1	kaltsium **Ca** 40,1	skandium **Sc** 44,1	titan **Ti** 48,1	wanadium **V** 51,4	kroom **Cr** 52,1	mangan **Mn** 55,0	raud, kobalt, nikkel, (Cu) **Fe** **Co** **Ni** 55,9 58,6 59
5	—	wask **Cu** 63,6	tsink **Zn** 65,4	gallium **Ga** 70,0	germaanium **Ge** 72,3	arsen **As** 75,0	selen **Se** 79,0	brom **Br** 79,95	
6	krüpton **Kr** 87,8	rubidium **Rb** 85,4	strontsium **Sr** 87,6	üttrium **Y** 89,0	tsirkoonium **Zr** 90,6	niobium **Nb** 94,0	molybdän **Mo** 96,0	—	ruthenium, rhodium, palladium Ru Rh Pd (Ag) 101,7 103,0 106,5
7	—	hõbe **Ag** 107,9	kadmium **Cd** 112,4	indium **In** 114,0	inglise tina **Sn** 119,0	antimon **Sb** 120,0	tellur **Te** 125,0	jod **I** 127,0	

8	ksenon **Xe** 128,0	cäsium **Cs** 132,9	barium **Ba** 137,4	lanthan **La** 139,0	cerium **Ce** 140,0	—	—	—	—	—	—	
9	—	—	—	—	—	—	—	—				
10	—	—	—	ütterbium **Yb** 173,0	—	tantal **Ta** 183,0	wolfram **W** 184,0	—	osmium, **Os** 191,0	iridium, **Ir** 193 0	platina **Pt** 194,9	(Au)
11	—	kuld **Au** 197.2	elawhõbe **Hg** 200,0	thallium **Tl** 204,1	seatina **Pb** 206,9	wismut **Bi** 208,0	—	—				
—	—	—	radium **Ra** 224,0	—	thorium **Th** 232,0	—	uran **U** 239,0	—				

Kõige kõrgemad soolasünnitamise hapniku-ühendused:

R	R^2O	RO	R^2O^3	RO^2	R^2O^5	RO^3	R^2O^7	RO^4

Kõige kõrgemad gaasiolekus wesiniku-ühendused:

				RH^4	RH^3	RH^2	RH

Lihtainete omaduste kordumiste tabel B.

Mendelejewi esimese kokkuseade järele.

Read.	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				I	II	III	IV	V	VI	VII
1	—	**H** 1,00	—	—	—	—	—	—											
2	He 4,0	Li 7,03 0,59	Be 9,1 1,85	B 11,0 2,68	**C** 12,0 3,6	N 14,04	**O** 16,00 1,124	F 19,0									(N)	(O)	(F)
3	Ne 19,9	**Na** 23,05 0,97	**Mg** 24,3 1,75	**Al** 27,0 2,67	**Si** 28,4 2,49	**P** 31,0 2,3	**S** 32,06 2,04	**Cl** 35,45 1,33									(P)	(S)	(Cl)
4	Ar 38,0	K 39,1 0,86	**Ca** 40,1 1,57	Sc 44,1 2,6	Ti 48 1	V 51,4 5,5	Cr 52,1 6,8	**Mn** 55,0 8,0	**Fe** 55,9 7,8	**Co** 58,6 8,5	**Ni** 59,0 8,8	(Cu)	**Cu** 63,6 8,9	**Zn** 65,4 7,15	Ga 70,0 5,96	Ge 72,3 5,5	**As** 75,0 5,73	Se 79,0 4,6	**Br** 79,95 3,19
5	Kr 81,8	Rb 85,4 1,52	**Sr** 87,6 2,5	Y 89,0 3,6	Zr 90,6 4,15	Nb 94,0 7,06	Mo 96,0 8,6	—	Ru 101,7 12,26	Rh 103,0 12,1	Pd 106,5 11,5	(Ag)	**Ag** 107,9 10,5	**Cd** 112,4 8,6	In 114,0 7,42	**Sn** 119,0 7,29	Sb 120,0 6,71	Te 125,0 6,25	**J** 127,0 4,95
6	Xe 128	Cs 132,9 1,88	Ba 137,4 3,75	La 139,0 6,2	Ce 140,0 6,73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	Yb 173,0	—	Ta 183,0 10,8	W 184,0 19,13	—	Os 191,0 22,48	Ir 193,0 22,42	Pt 194,9 21,23	(Au)	**Au** 197,2 19,28	**Hg** 200,0 13,59	Tl 204,1 11,86	**Pb** 206,9 11,37	Bi 208,0 9,82	—	—
8	—	—	Ra 224,0	—	Th 232,0 11,0	—	U 239,0 18,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Mendelejewi lihtainete omaduste korduwuseseadus.

87. Kalium, natrium ja teised lehelisemetallid on oma keemialiste ühenduste poolest sarnased. Niisamasugust sarnadust leidsime ka fluori, kloori, bromi ja jodi ning hapniku, weewli ja seleni wahel. Ka teisi lihtaineid on wõimalik sarnaduse järele salkkondadesse seada. See andis Wene professorile Mendelejewile mõõdalãinud aastasaja teisel poolel põhjust arwata, et selleks mingisugune looduseseadus mõju awaldamas on. Uurimistel leidis ta, et lihtained, kui neid nende atomiraskuste järele kergemast raskemani korraldada, rea sünnitawad, kus iga kaheksas element eelminewatega sarnane on. Weel selgemalt tuleb see sarnadus nähtawale, kui elementisid 16 kaupa salkkondadesse seada. Mendelejew seadis nende nähtuste järele tabeli kokku, kus 8 sarnadussalkkonda leidus. Pärastpoole leitud lihtained sündisid enamasti tabeli tühjade kohtade peale, mida Mendelejew selleks tühjaks oli jätnud, et parajad lihtained puudusid. Nõnda ongi Mendelejew paljude lihtainete ülesleidmise ettekuulutajaks saanud. Uute lihtainete ülesleidmised on aga koguni uue salga juurde toonud, nii et nüüd 8 wõi 16 lihtaine järele kordumine tuleb. Et teised salkkonnad juba Ladina arwude läbi I—VIII nimetused olid leidnud ja uus salkkond nende ette-otsa käib, siis on ta 0 salgaks nimetatud (waata tab. lk. 88). Kui üksikute salkkondade lihtainete hapnikuga ühinemise wõimalust wõrrelda, siis on see 0 salga juures tõeste null. See salkkond, argoni salkkonnaks nimetatud, on seega hapnikku wastu täiesti püsiw. Iga järgnewa salkkonnaga kaswab lihtainete juures ühinewa hapniku hulk, nagu tabeli all leiduwatest ühinemisewalemitest näha; aga ühinemiseãgedus wäheneb. Ta wäheneb niiwõrt, et kaheksanda salkkonna juures hapniku ühinemise arw (RO_4) suurelt osalt paljas aimdus on, sest wähese ühinemiseãgeduse pärast pole tänini wõimalik olnud niisuguseid ühendusi tõepoolest luua. Wesinikuga ühinemise kõrguse tipp leidub IV. salkkonnas. Sealt alaneb ta kuni VII. salkkonnani, nagu sellekohastest ühendusewalemitest tabeli

all näha. Äärmised salkkonnad, seega 0 ja VIII. salkkond, on nähtawasti hapniku ja wesiniku pealetungimiste wastu kõige püsiwamad. Wase (Cu), hõbeda (Ag) ja kulla (Au) arwas Mendelejew VIII. salkkonna sekka, on aga põhjusi olemas neid I. salkkonna sekka arwata. Ridade järele awaldawad esimesed read läbistikku suuremat ühendamiseägedust kui järgmised. Tabelist on weel mitte küllalt kindlasti äramääratud algained wälja jäetud: samarium, europium, gadolinium, terbium, erbium, holmium, tulium, disprosium ja didym. Wiimane näit. on hiljuti praseodymiks ja neodymiks lahutatud.

88. Mendelejewi esimese kokkuseade järele on tabelis lihtained oma füsikaliste omaduste järele weel paremini korraldatud (waata tab. B lk. 90). Selles tabelis lihtainete atomiraskuste arwude all leiduwad numbrid on nende lihtainete tiheduse arwud tardunud wõi wedelas olekus. Tabelis E on lihtainete tihedus seda suurem, mida rohkem nad keskel ja all tabelis ette tulewad. Kuhupoole elektrikeemialiselt positiwlised ja negatiwlised lihtained kalduwad, on + ja — märgi läbi tabeli külgedel ära märgitud. Et teine ja kolmas rida paljalt pooled read on, siis on ainete sarnaduse pärast kohane nende ridade V., VI. ja VII. salkkonda järgmise V., VI., VII. salkkonnaga kohakute lugeda, nagu sellekohased lihtaine märgid klambrites näitawad. Hapete sünnitajad kogunewad paremale poole üles, kuna leheliste sünnitajad — wäljaarwatud null-salkkond — pahemale poole alla hoiawad. Keskkoha lihtained wõiwad niihästi happeid kui ka lehelisi sünnitada.

Kaltsium (Ca=40,1), strontsium (Sr=87,6) ja barium (Ba=14,4).

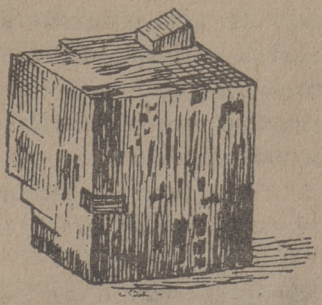
89. Kaltsium, strontsium ja barium käiwad II. salkkonna algainete sekka. Neid nimetatakse ka muldseteks lehelisemetallideks. Need käiwad eelminewa salkkonnaga selle poolest kokku, et nad kaunis ägedaid lehelisi sünnitawad, kuid saadud lehelised ei sula wees mitte nii kergesti, kui eelmise salkkonna omad. Sellepärast nimetatakse neid muldseteks

lehelisteks. Metallid ise on ägedad hapnikuga ühinema ja lahutawad pealegi wett. Sellepärast tuleb ka neid kiwiõli sees alal hoida. Nende seast on looduses kaltsium kõige enam söehappe-soolana (lubjakiwi ehk lubjapagu) ja weewlihappe-soolana (anhüdrid ja gips) laiali laotatud. Ka strontsiumi ja bariumi tuleb looduses karbonatide ja sulfatide näol ette.

Keedusool (ClNa).

(K. 2, t. 2,1)

90. Keedusool kristalliserib kuudise- ehk würfliwormis. Lõhkewus würflitahkude järele ülitäieline, nii et suuremat kristalli igaks soowitawa suurusega wähemaks würfliks wõib lõhkuda. Merewees leidub teda wäga palju. Maa sees tuleb teda suurtes lademetes gipsi ehk sawikihtide wahel kiwisoolana ette. Kiwisool on wististi endiste ärakuiwanud merede jätis. Ta on enamasti läbipaistew selge, sagedasti aga rauarooste mõjul punakaskollaseks wärwitud wõi mõne muu seguga sogaseks tehtud. Orenburi linnast 68 wersta lõuna pool, Iletsi maakonnas leidub kiwisoola-lademik, millesse 70-süllane auk on puuritud, kuid lademiku paksust pole weelgi ära wõidud määrata. Suured kiwisoola-lademed tulewad Lõuna-Wenemaal Bahmuti ja Slawjanski ümbruskonnas ette. Kaspia merest põhja pool ja Kesk-Asias tuleb sagedasti nõndanimetatud soolasteppisid ette. Maapind on seal nii soolarikas, et wähe taimi leidub, mis seal sigineda wõiwad. Jõed ja ojad uhuwad teda mullapinna seest wälja, ja kui niisugused jõed umbjärwedesse woolawad, kus wesi ära aurab, siis kogub nende põhja paks soolakord. Niisugused soolajärwed on näit. Eltoni ja Baskuntshaki järwekesed Wolga alamjooksu ja Urali mägestiku wahel, kus järwe ümbrus ja põhi süllapaksuse kõige puhtama keedusoola korraga kaetud on. Soola püütakse



Pilt nr. 37. Keedusoola kristall.

ka mereweest. Kuna selleks lõunapoolsetel maadel merewesi müüritud tiikidesse lastakse, kus päike wee ära aurutab, lastakse põhjamaadel merewesi ära külmada, sest jääks külmab ainult wesi, sool jääb aga jää alla wee sisse. Läpulikult saadakse sool suurtes kateldes äraaurutamise teel kätte. Ka leidub mitmel pool nõndanimetatud soolawee allikaid. Niisugused allikad saawad oma soola wististi mõnest maa-alusest kiwisoola-lademest. Et allikaweest soola kätte saada, selleks laotakse müüritud tiikide kohale kõrged haowirnad üles, mille otsa soolane wesi pumbatakse. Haowirnadest läbitungides jaguneb wesi tilkadeks ja aurab suurelt jaolt ära. Tuuletõmbus edendab wee ära-auramist suuresti. Kui soolwesi haowirnadest paar korda läbi on lastud, aurutatakse sool lõpulikult suurtes kateldes wälja. Keedusoola tarwitamine on üleüldiselt tuntud.

91. Stassfurti kiwisoola-kaewandustes Saksamaal leidub keedusool kalisoolaga segatult (CIK); see sool kristalliserib

Pilt nr. 38 Stassfurti kiwisoola kaewandus.

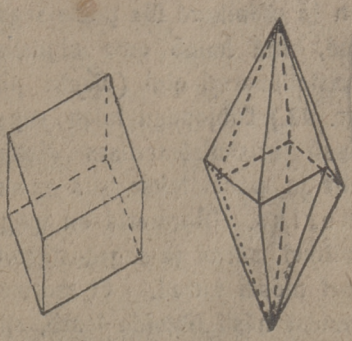
niisamuti, nagu keedusoolgi, kuudisewormis ja ei lähe pealiskaudselt waadates keedusoolast mingis tükkis lahku. Ka maitse on mõlematel ühesugune, kalisool natuke kibeda-wõitu. Kalisool on ülitarwilik taimetoidu-sool. Põllumehed, kes kalisoola põlluwäetisaineks ostawad, on teda tema maitse pärast kibesoolaks*) hakkanud hüüdma. Stassfurti kali- ja keedusoola segu nimetatakse kainidiks ja ta ei sisalda eneses mitte rohkem kui 12—14% kaliumi. Mitmete põlluainete peale mõjub aga keedusool kahjulikult. Sellepärast on Strassfurti soolasid keedusoolast lahutama hakatud ja saadetakse neid uuemal ajal 30% kalisoola nime all turule.

Kalisoola tuleb ka muudes kiwisoola-kaewandustes keedusoola seas ette, kuid wähepoole.

Lubjapagu ($CaCO_3$).

(Saueri atl. IX tabl.; k. 3; t. 2,6—2,8).

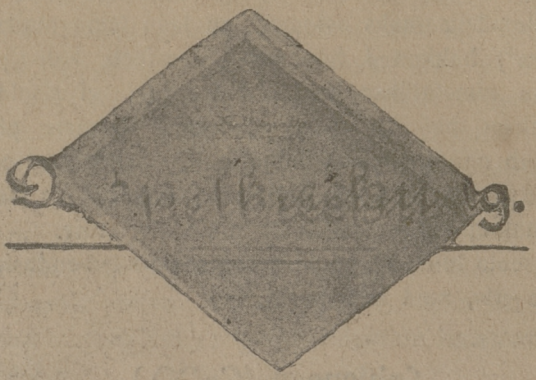
92. Lubjapagu ehk ilakiwi kristalliserib kuuekülgses süstemis pooltahulistes kristallides, nimelt rhomboedrites ja skalenoedrites. Rhomboeder ehk längruudu-tahk tuleb wälja, kui kuuekülje lise torniku tahkude seast teiste tahkude laiemakskaswamise läbi waheldamisi üks tahk ära kaob. Skalenoeder tuleb wälja, kui kaheteistkümnekülgelise torniku tahkudest pool osa tahkusid waheldamisi ära kaob. — Lubjapagu kristallid on sagedasti igapidi hästi wälja arenenud ja leiduwad üksikult kui ka salkkondadena. Ka tuleb tihti üsna suuri kristallisid ette. Lõhkewus on rhomboedri-tahkude sihis ülitäieline, nii et igast suuremast tükist wäiksemaid kristallisid wälja wõib lõhkuda. Kristallisid on läbipaistwast kuni iga-astmelise segaseni.



Pilt nr. 39 ja 40.
Rhomboeder. Skalenoeder.

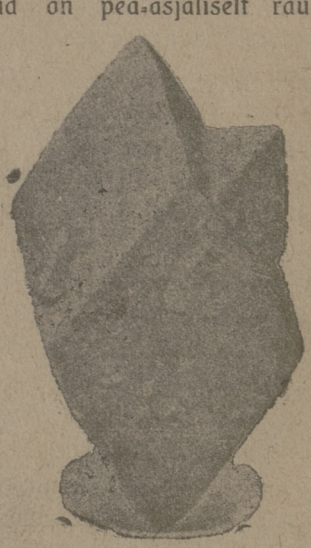
*) Mitte ära wahetada mõrusoolaga ($MgSO_4$)!

Läblpaistwad tükid ilmutawad ülihuwitawat loodusenähtust, nimelt kahekordset walgusemurdmist. Iga asi ilmub, kui nende läbi waadata, kahekordselt (waata pilt nr. 41), sellepärast



Pilt nr. 41. Kahekordne ehk Islandi lubjapagu.

nimetatakse niisugust lubjapagu kahekordseks paoks. Kahekordset pagu tuntakse ka Islandi pao nime all. Lubjapao kristallide sagasekstegijad on pea-asjaliselt rauarooste, sawi ja liiw. Liiwaga on ta mõnikord üle poole segatud, kuid hoiab oma alguslist kristalliwormi alal (Waata pilt nr. 42.) Lubjapagu tuleb sagedasti kristallsõmerlises olekus ette ja nimetatakse siis marmoriks. Marmorid on wäga mitmet wärwi ja sagedasti mitmet moodi kirjud. Et marmor ennast hästi lihwida laseb, siis raiutakse temast mitmesuguseid iluasju, hauaristisid, mälestusesambaid jne. wälja, ehitatakse temast sagedasti terwed lossid ja kirikud (Marmoripalee ja Isaku kirik Peterburis); walgest



Pilt nr. 42. Liiwaga segatud lubjapao kristall.

marmorist aga raiuwad kujuraiujad ülikaunid marmorikujusid wälja. Marmori leitakse wäga mitmel pool, Soomes ja Eestimaalgi. Kõige kuulsam aga on kujuraiujatele otsitaw walge Italia marmor Karrara linna ümbrusest.

93. Näota tihedat lubjapagu nimetatakse lihtsalt lubjakiwiks ehk paekiwiks. Terwe Eestimaa aluspõhjaks on lubjapae kihid. Ka mujal pool leidub teda, aga ainult sügawamal

Pilt nr. 43. Lubjapao kristallid.

maa sees. Suured mägedekogud, nagu näit. Balkani mäed, Juura mägestik jne., esitawad ainult kõrgele tõstetud lubjakiwikihtisid. Need kihid on mere all sündinud. Seda näitawad mere-elukate ja taimede kiwistused lubjakihtide wahel. Leidub lubjakihtides palju tigukarpisid, siis nimetatakse lupja *tigukarbi-lubjaks*. Kui kriidipulbrit mikroskopi all waadelda, tuleb awalikuks, et ka kriit mere-pisielukate karbikestest koos seisab ja wististi wähemalt 3000-jalalises meresügawuses on sündinud*). Kriit ja lubjakiwi on oma ainelise kokkuseade poolest üks ja seesama aine, nimelt söehapu lubi ($CaCO_3$). Kriit on ainult pehmem.

Üks selts hästi tihedat ja ühetaolist peenikest lubjakiwi on lithografikiwi nime all tuntud. Teda tarwitatakse kiwifrüki tarwis.

*) Niisugused pisielukad, kelle karpidest kriit on, elutsewad selles meresügawuses.

94. Söehapu lubi sulab külma wee sees natuke, iseäranis siis, kui wesi söehappest rikas on. Wihmawesi wõtab õhust omale harilikult söehapet kaasa. Mulla sisse wajudes rikastab ta ennast weelgi söehappega, ja kui niisugune wesi lubjakihtidesse juhtub, sulatab ja uhub ta sealt suured hulgad lupja minema. Lubjakihtides pole koopad maa-aluste jõgedega sugugi haruldased. Lubjarikas wesi teeb aga oma lubja-tagawaraga sajasuguseid tempusid. Woolab ta allikatest wälja ja kaotab sealjuures mõne osa söehappest, siis heidab ta enesest ka üleliigse lubja wälja. Sünnib see korratult, samblaid, lehti ja õlekõrsi kokku liites ning rauaroostet ja muud prügi kokku segades, siis nimetatakse kokkujuhtunud ainetest sündinud kiwi kobekiwiks ehk lubjatufiks. Lasub wäljaheidetud lubi tihedateks kristallisõmerlise marmori taolise iseloomuga kihtideks, siis nimetatakse teda aragonidiks ehk allikakiwiks (Saueri atl. X. t. nr. 1, 2, 6 ja 7). Mängib niisugune allikawesi liiwateradega, siis liituwad liiwaterade ümber aragonidi korrad, kuni terad nii raskeks lähewad, et wesi nad kõrwale heidab ja teiste sarnaste teradega wäljaheidetawa lubja-ainega ühendab. Niisuguseid aragonitisid nimetatakse terade suuruse järele — läätsa-, herne- wõi oakiwideks (Saueri atl. X. t. nr. 3, 4 ja 7). Karlsbadi

Pilt nr. 44. Adelsbergi koobas.

allikawesi (Saksamaa kuulus terwisewee-allikas) on nii lubjarikas, et allikasse wisatud lillekimp mõne tunni järele üsna lubjakoorraga kaetud on ja toredat kiwistust esitab.

Sagedasti tilgub lubjarikas wesi maa-aluste koobaste lagedest alla, kaotab tilkudes söehappe ja heidab selle tagajärjel lupja wälja, millest niihästi koopa lae külge, kui ka alla koopa põrandale jääpurikate taolised lubjasünnitused tekiwad. Ülewalt alla rippuwaid purikaid nimetatakse *stalaktitideks*, alt ülespoole ulatawaid aga *stalagmitideks*.

Lubjarikas wesi ei ole soowitaw ei joogiks, pesemiseks ega toidu walmistamiseks. Teda tuntakse kalgi wee nime all. Pesemise juures muudab ta seebi kleepiwaks tõrwataoliseks aineks (lubjaseebiks) ja takistab niimoodi küürimist. Keetmise korral katab ta keedunõu lubjakorraga, mida katlakiwiks nimetatakse, ja teeb wee üsna sogaseks. Katlakiwi ajab sagedasti aurukatlad rikki. Ka ei kee mitmed toidud niisuguses wees taw aliselt pehmeks.

95. Kõik lubjakiwid kaotawad põletamisel oma söehappe ja muutuwad nõndanimetatud põletatud kustutamata lubjaks, mis oma keemialise kokkuseade poolest muud ei ole, kui kaltsiumioksüd (Ca O). Wäljanägemise poolest pole põletatud lubjakiwi ennast palju muutnud; ainult pisut walgemaks on ta läinud. Walatakse kustutamata lubjakiwile wett peale, siis hakkab ta pragunema, läheb tulipalawaks ja pudeneb, weeauru pilwi wälja saates, peenikeseks õrnaks pulbriks, mida kustutatud lubjaks hüütakse. Kustutatud lubi on kustutamata lubja ehk kaltsiumi-oksüdi ja wee ühendus kaltsiumi-hüdradiks. ($Ca O + H_2 O = Ca(OH)_2$. Ühinemise puhul ilmuw kuumus tuleb ühinemise ägedusest. Wesi astub enne põletamise läbi wäljatõrjutud söehappe asemele, wõtab aga rohkem ruumi, kui wõljatõrjutud söehape kiwisse oli jätnud, ja sunnib teda niimoodi pulbriks pudenema. — Kustutatud lubi on majanduses ülitarwiline aine. Liiwaga segatult ja weega parajaks pudruks tehtult tarwitatakse teda krohwi nime all ehituste juures müürikiwide ühendamiseks. Müürides kuiwab krohw kõwaks ja kaltsiumihüdrat muutub aegade jooksul, õhust söehapet omandades, jällegi kõwaks söehapu lubjakiwiaineks. Sellest tulebki,

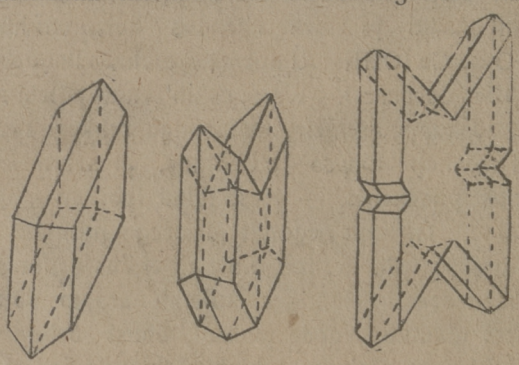
et mida wanemad müürid, seda kindlam leitakse lubi olewat. Kustutatud lubjaga walgeks tehtud wett — lubjapiima — tarwitatakse krohwitud müüride walgekstegemiseks ehk lupjamiseks. Keemias on kaltsiumihüdradil wäga laialine tähendus. Ta sulab wees natuke ja annab siis kaunis kange lehelise, mis punase lakmusepaberi kohe siniseks muudab. Hästi selginud lubjalehelise wett wõib selle tõenduseks tarwitada, kas teatud segus sõehapet ette tuleb wõi mitte. Puhutakse näituseks wäljahingatud hingeauru klaastoru kaudu selgest lubjalehelise-weest läbi, siis muutub ta kohe walgeks kui piim, sest wäljahingatud sõehape ühineb kaltsiumioksüdiga sõehapuks lubjaks, kuid see ei sula enam wees ja teeb wee sogaseks. Lubjaweest läbilaskmise teel saawad mitmed gaasid, näit. walgustusegaas, sõehappest täiesti puhtaks.

Ka põllumajanduses on lubi tähtis aine. Parajal mõõdul lupja wõtawad maa seest pea-aegu kõik taimed. Lubi teeb ka teisi taimetoidu-soolasid sulawamaks ja tõstab füsikaliselt põllumulla häid omadusi. Taimede kaudu läheb lubi ka loomade kehasse, kus ta nende luude kokkuseades tähtsat osa etendab. Lindude munade koored, tigude karbid, wähjade koored jne. on puhas sõehapu lubi.

Gips ($CaSO_4 + 2H_2O$).

(Saueri atl. X. t. nr. 12—18; k. 2; t. 2,2.)

96. Gips kristalliserib ühesümmetrialises süstemis. Ta ilusasti arenenud kristallid annawad sagedasti kaksikuid ja



Pilt nr. 45. Gipsi kristallid.

neljikuid. Nii nimetatakse kristallide kogusid, kus kaks või enam kristalli külgedega üksteise sisse on kaswanud. Gipsi kristallist on wõimalik ainult ühte sümmetria-lõikpinda läbi panna. Selle läbi langeks kristall kaheks õhukeseks tahwliks. Telgedeks arwatakse kahte lõikpinna keskelt läbiminewat joont, mis kumbki ühe lõikpinna serwaga roobastikku. Need teljed lõikawad üksteisest wiltu läbi, s. o. nad ei sünnita õigeid nurkasid. Kolmas telg seisab esimese kahe peal, nende lõiktäppe kohal ristloodis ja esitab nii-ütelda kristalli paksust. Lõhkewus on wiltupinakoidide sihis ülitäieline. Lõikpinnad on siledad ja läikiwad kui peeglid. Läige klaasitaoline, lõikpinnal pärlmutritaoline. Puhtalt on gips läbipaistew, selge ja wärwita, kuid lisandused annawad talle mõnesuguse karwa ja wähendawad ta läbipaistwust. Sagedasti sünnitab ta kiudlisi kihtisid. On kiud siidiläikega, siis nimetatakse teda siidigipsiks. Tihedaid peenesõrmelisi tükka nimetatakse alabastriks, millest mitmesuguseid iluasju walmistatakse.

Gips on oma ainelise kokkuseade poolest weewlihapu lubi ehk kaltsiumisulfat, millele kaks moleküli nõndanimetatud kristalliserimise wett *) juurde tuleb ($Ca\,SO_4 + 2\,H_2O$). Teda tuleb paksudes kordlistes lademetes sagedasti ette ja ta on arwatawasti ärakuiwanud merede jätis. Seda lubab see asjaolu arwata, et teda merewees sulanult leidub ja ta lademed kiwisoola-lademete naabruses ette tulewad. Maa-alused weewoolud uhuwad ta mõnikord oma pesapaigast minema, kuhu siis ainult tühjad koopad järele jääwad. Langewad need koopad kokku, siis sünniwad maapinnale trehtrisarnased awandused. Raudteeinshenerid peawad niisuguseid maakohti kohe märkama, et nendest mitte raudteesid läbi ehitada. Omal ajal tuli tükk Urali raudteed ümber ehitada, sest et rongid maapinnast sagedasti läbi murdusid ja sel kombel sõidu kardetawaks tegid.

97. Kui gipsi tulel põletatakse, siis kaotab ta oma kristalliserimise wee ja langeb õrnaks walgeks pulbriks, mida põletatud gipsiks nimetatakse. Üsna wedel puder, mis sellest

*) Tähele tuleb panna, et aine weega keemialiselt ühenduses olles mitte märg ei tundu olewat.

pulbrist wee abil tehtud, tardub 10 minuti jooksul kõwaks kiwiks. Sellepärast tarwitatakse põletatud gipsi nõndanimetatud gipsikujude walamiseks. Gipsikujud täidawad kallite marmorikujude aset üsna hästi. Nende walamiseks tuleb enne kas gipsist enesest, wahast wõi muust sedalaadi materjalist worm walmistada. Wormi ei pruugi tungil täis walada, waid sissewalatud pudru tuleb wormis loksutada ja keerata, kuni wormi seinad tarduwa gipsiga kaetud on. Nii saawad gipsikujud seest õõnsad. Kasulik on wormi enne walamist seest õlitada. Põllumajanduses tarwitatakse gipsi kui suure tähtsusega põlluwäetist. Kui lubjasool annab ta taimedele mõndagi toidu-ainet, kõige suurema tähtsusega on aga tema sees leiduw weewlihape. See teeb mitmed muud tarwilised taimetoidu-soolad mulla sees sulawaks ja nii taimedele kättesaadawaks. Loomalautadesse sõnniku sisse külwatult keelab ta kallist lämmastiku-ühendust — ammoniakki — lahkumast, nagu eespool korra juba tähendasime.

Looduses tuleb weewlihapu lubjasoola ($CaSO_4$) ka ilma kristalliserimiseweeta anhüdriidi (Saueri atl. X. t. nr. 10 ja 11) nime all ette. Anhüdriit on wälimuse järele sagedasti wõimata gipsist lahutada. Ainult katse, kas ta põletamisel enesest wett wälja eraldab, wõib selgust muretseda. Anhüdriidi kerge ümbermuutumine hariliseks gipsiks on iseenesest mõistetaw.

Teised kaltsiumisoolad looduses.

98. Sulapagu (k. 4; t. 3,1; Saueri atl. XI. tb. nr. 1—6) esitab fluori ja kaltsiumi ühendust (F_2Ca). Ta kristalliserib korrapäralises süstemis. Peaworm on kuudis; sagedasti leidub kuudise ühendisi oktaedri, dodekaedri ja tornik-kuudistega. Lõhkewus on oktaedritahkude sihis täieline. Teda leidub ka tihedates ja sõmerlistes tükkides. Läige on tugew, klaasisarnane. Iseenesest on ta wärwita ja läbipaistew, enamasti aga lisanduste mõjul wäga mitmesugune, sagedasti üsna toredates wärwides leitaw mineral. Tema leidub wioleti, kollast, rohelist, sinist, punast jne. karwa tükkides. Weewlihape lahutab ta ära ja sün-

nitab temast fluorwesiniku-gaasi. Iseäranis ilmutawad rohekad tükid ühte sulapao huwitawat omadust, nimelt wosworlikkust. Seisawad niisugused tükid mõnda aega päikesewalguse käes, siis hoowawad nad pimedas kergel soojendamisel enesest tükk aega kahwatut walgust wälja.

Sulapagu on üsna sagedasti leiduw mineral. Peale fluorwesiniku (FH) sünnitamise tarwitatakse teda kiwinõude waaba ning emalje walmistamiseks ja mitmeks muuks otstarbeks.

99. Apatit (k. 5; t. 3,16—3,22; Saueri atl. XI. tab. nr. 7—11). Ta keemialine walem on: $n\,[Cl\,Ca_5\,(PO_4)_3] + m\,[FCa_5\,(PO_4)_3]$. Selle järele esitab ta wosworhapu *) lupja wähese määra kloorkaltsiumi ja fluorkaltsiumiga. Ta kristalliserib heksagonalsüstemis, iseäranis kuuekülgsetes serwikutes. Ta kristallid on mõnede muude mineralide kristallidele (berülli kr.) nii sarnased, et sagedasti üsna wilunud kiwidetundjad petta on saanud. Ta nimigi tuleb Kreka sõnast *apatão*, s. o. petan.

Apatidi aine on iseenesest wärwita, lisandused aga wärwiwad tema wahel helerohekaks, violetiks wõi kollakaspruuniks. Läige on kristallitahkudel klaasitaoline, murrukohtadel aga raswane. Läbipaistwuse astmed on wäga mitmesugused. Soolahappes ja salpetrihappes sulab apatit kergesti ära.

Lubja, sawi ja liiwaga tublisti segatult, selguseta kristalli iseloomus, nimetatakse teda lihtsalt wosworidikiwiks. Wosworitisid leidub sawi ja liiwa sees poolümarguste wäiklaste tükkidena mitmel pool Wenemaal, iseäranis rohkesti Podolia kubermangus. Nad on oma wosworhape-rikkuse pärast põllumullale wäga soo-

Pilt nr. 46. Podolia wosworidikiwi läbilõikes.

*) Wosworhappe soolasid nimetatakse teaduslise nimega fosfatideks.

Pilt nr. 47. Podolia wosworidikiwid.

witawad lisandused. On ju wosworhape taimede tähtis toiduaine ja terade sünnitaja. Taimede läbi läheb wosworhape kõikide loomade kehasse edasi. Loomade luud sisaldawad wosworhapu lupja märksa rohkemal mõõdul kui söehapu lupja. Sellest tulebki, et uuemal ajal kondijahu kui ka muude wosworhappeliste ainete jahusid põlluwäetisaineteks tarwitatakse. Apatidi ja wosworitide jahus tehakse wosworhape weewlihappe juurdelisamise läbi sulawaks ja müüakse ta siis superfosfadi nime all põlluwäetisaineks. Põhja-Ameerika Ühisriigid walmistawad ja tarwitawad aastas üle 63 miljoni puuda wosworitide jahu. Wenemaal ei tõuse see arw weel üle miljoni.

Strontsiumi- ja bariumisoolad looduses.

100. Strontsiumi- ja bariumimineralid on kaltsiumimineralidega wäga ühesarnased, sest need algained käiwad samuti muldsete leheliste salkkonna sekka. Nende soolasid leidub aga looduses palju wähemal mõõdul. Tähtsam strontsiummineral on *côlestin* ($SrSO_4$; Saueri atl. t. XII. nr. 9 ja 10).

Ta on gipsi meeldetuletaw, kiudlistes kristallides hele kuni taewakarwa sinine strontsiumisulfat ehk weewlihapu strontsiumi-sool. Strontsiumi-soolad lähewad tulewärgi-kunstis punase tule sünnitamise aineks.

Tähtsam bariumimineral on raskepagu ($BaSO_4$; Saueri atl., XII. t. nr. 4—7; k. 3—3,5; t. 4,3—4,4). Ta on bariumisulfat ehk weewlihapu bariumi-sool ja kõige raskem kiwide seast, harilikult lumiwalge kristallisõmerline. Mõned kristallid ilmutawad tugewat wosworlikkust (Bologna pagu). Ta soolasid tarwitatakse tulewärgikunstis rohelise tule sünnitamise aineks.

Lubjapaole wastaw strontsiumikarbonat on strontsianit ($SrCO_3$), bariumikarbonat aga — witherit ($BaCO_3$; Saueri atl. XII. t. nr. 3).

Rānimuld (SiO_2).

(k. 7; t. 2,7)

101. Räni on, nagu algainete tabelist näha wõib, sõesarnane algaine. Ta ühendus hapnikuga rānimullaks (SiO_2) on wastaw sõehappele (CO_2). Süsi on elusas looduses walitsew algaine, räni on aga kiwiriigis kuningas. Rānimulla liiw tuleb looduses aina otsatutes lademetes ette, rānikiwidest rääkimata.

Rānikiwi, ka konnakiwiks nimetatud, tuleb igal pool küll puhtalt, küll teiste mineralidega segatult ette, näit. raudkiwis wõi granidis. Rānikiwi kristalliserib heksagonalsüstemi kuuekandilistes serwikutes, millel kuueküljelised tornikud otstel. Kristallid on mõnikord üsna suured ja nende serwikutahud on risti krammitud, kuna tornikute tahud siledad on. Puhtad kristallid on wesiselged, kuid sagedasti annawad wõõrad ained rānikiwile mõnesuguse wälimuse ja wähendawad ta läbipaistwust. Lisandused wõiwad kas ühetaoliselt rānikiwi kristallainest läbi tunginud olla, ehk on kübemetena wõi kiududena sekka segatud. Rānikiwi sünnitab ka tihedaid wõi kristallsõmerlisi kogusid, wõi tuleb mõnikord kiirte moodi arendatud nõeltekogudena ette. Läige on kristalltahkudel tugew, klaasitaoline, murrukohtadel aga nõrgem ja raswasem. Kõik rānikiwid annawad terast wastu sädemeid.

102. Puhtaid, läbipaistwaid ränikiwi kristallisid nimetatakse mäekristalliks (S. atl. XII. t. nr. 1, 2 ja 14). Iseäranis puhtad tükid lihwitakse kalliskiwideks (S. atl. XIII. t. nr. 3) ja neid müüwad kullasepad teadmata inimestele sagedasti teemantide päha. Suitsukarwa-hallisid wõi kollakaspruunisid kristallisid nimetatakse suitsu-ränikiwiks (S. atl. XIII. t. nr. 6, 7, 9 ja 10) ja lihwitakse mõnikord ka ilukiwideks (S. atl. XIII. t. nr. 8). Täiesti musti kristallisid nimetatakse morioniks; ilusaid kollaseid kristallisid nimetatakse citriniks ja lihwitakse ilukiwideks. Marjawiina-karwa kollaseid kiwa müüwad petised kullasepad topasikiwide päha, punakaskollaseid kiwa aga hiatsindikiwide päha. Raua-oksüdi läbi punaseks wärwitud kristallid on kompostellakiwide nime all tuntud (S. atl. XIII. t. nr. 11). Manganihüperoksüdi läbi wioletiwärwilised lühikesed kristallid nimetatakse ametistikiwideks (S. atl. XIII. t. nr. 4, 5 ja 23). Ametistid on otsitud kalliskiwid (nr. 5).

Kristalliserimata kristallisõmerline ränikiwi on harilikult walkjashall; teda leidub sagedasti meie põllukiwide hulgas ja nimetatakse haraka-räniks. Piimawalged tükid on piima-räni, roosawärwilised aga roosi-räni (S. atl. XIII. t. nr. 22) nime all tuntud.

Siderit on sinine, prasem (S. atl. XIII. t. nr. 16) aga roheline kristalliserimata ränikiwi. Läbipaistwat ränikiwi, mille sees kassikulla kübemed sätendawad, nimetatakse awenturiniks (S. atl. XIII. t. nr. 15). Kassisilmakiwist (S. atl. XIII. t. nr. 17 ja 18) käiwad peened asbestikiud läbi, mis lihwitud kiwidele toreda sisemise walgusehelgi annab. Tiigrisilmakiwile (S. atl. XIII. t. nr. 19, 20 ja 21) annab pruuni rauakiwi lisandus walgusehelgi.

103. Ränikiwi tuleb weel üsna tihedas olekus ilma mingi kristalli-iseloomuta ette. Nimetamisewäärilised oleksid: sarwekiwi, tuleräni ja jaspis. Sarwekiwi tuletab oma wälimuse poolest sarwe-ainet meelde, pea-aegu läbipaistmata ja halli, kollakas-rohekat, pruunikat wõi mõnda muud tuhmi karwa. Tuleräni on hall kuni suitsukarwa-hall, äärtest läbihelendaw raswasewõitu läikega. Teda tarwitati endistel aegadel tulesüütamiseks, ja enne metall-aega walmistati temast

nuge, kirweid j. m. terariistu. Jaspis on meeldiwa, pehme, tuhmja läikega, wäga tihe ränikiwi. Wärwi poolest tehakse wahet paelamoodi triipudega paeljaspise (S. atl. XIV. t. nr. 1), kerajaspise (S. atl. XIV. t. nr. 2) ja Egiptuse jaspise wahel. Wiimase kiri on kollakatest rõngakestest kokku seatud. Muud jaspisekiwid on tõmmud, pruunid, kollakad wõi mitmet moodi kirjud. Ränimulda (SiO_2) leidub jaspisekiwides ainult kuni 73 %. Et jaspisekiwi ennast kaunisti lihwida laseb, siis walmistatakse temast mitmesuguseid iluasju.

Pilt nr. 48. Mäekristall Alpi mägedest.

Kristalliseritud ränikiwa (mäekr. jne.) leidub wäga mitmel pool Wenemaal, iseäranis Urali ja Siberi mägedes. Need mäed sisaldawad ka määratuid kõige parema jaspisekiwi lademeid. Ilusate mäekristallide kogusid leidub Ungrias ja Alpimägedes, kuna Madagaskari saare mäekristallid oma suuruse poolest kuulsad on. Brasiliast tuleb wäga ilusaid ametistisid. Tuleräni leidub kera- wõi neerutaolistes kamakates kriidi sees.

Kaltsedonid.

(Saueri atl. XIV. t. nr. 4—13 ja XV. t. 1—7).

104. Kaltsedonidel on seesama keemialine kokkusead, mis ränikiwidelgi, nimelt ränimuld (SiO_2). Et nad kristall-

iseloomu poolest ebasümmetrialisesse süstemisse käiwad, loetakse neid oma ette mineraliliigiks. Ka füsikaliste omaduste poolest läheb kaltsedon muudest ränikiwidest mitmeti lahku. Selgetes kristallides ei leidu teda millalgi, waid ta sünnitab ikka tihedaid kogusid. Mikroskopi all wõib näha, et ta kogud õhukestest ebemetest kaos seisawad, mis omakorda peente, pikkade kristallinõelakeste kogusid esitawad. Kaltsedoni leidub muude kiwikihtide õõnsustes ja lõhedes, kuhu ta weesulangutest wälja heidetakse. Wähemad õõnsused kogunewad kaltsedoni otsani täis. Lõhedes ja suuremates õõnsustes sünnitab ta purikaid ja mõnesuguseid kokkuwalgunud konarusi. Kaltsedonil on klaasitaoline wõi raswane läige. Harwa on ta wärwita. Wärw käib mineralist mõnikord enam wõi wähem ühetaoliselt läbi, kuid mõnikord sünnitab ta mitmesuguseid wõõtisid ja triipusid.

Pilt nr. 49. Ahatikiwi Uruguay mägedest Lõuna-Amerikast.

Wärwi poolest jaguneb kaltsedon järgmiselt: mustade ja walgete wõi hallide kordadega waheldawat nimetatakse oniksiks, punaste ja walgete kordadega waheldawat — sardoniksiks, lihakarwa punast — karneoliks, heledat õunarohelist — krüsoprasiks, punaste täpetega tumerohelist kaltsedoni kutsutakse heliotrop jne. Kaltsedoni nimetatakse ka ahatikiwiks, kuid mõned soowiwad selle nimetusega ainult teatawat kaltsedonitõugu nimetada. Kiwide kirja järele on ka nimetused sambla-ahat, pilwe-ahat, wareme-ahat jne. tarwitusel.

Kaltsedonid on otsitud ilukiwid. Nende tiheduse, kõwaduse ja libeda sileduse pärast walmistatakse ahatikiwidest kompassinõelte liikumisenagasid, peente, teaduslisteks otstarbeteks tarwitawate kaalude liikelaagrid jne.

Opalid.

105. Räniмuld on mõnesugustel tingimistel wees sulaw aine. Weega ühenduses esitab ta õieti nõndanimetatud räni-hapet. Ta wõib weega igasuguses wahekorras ühineda. Ainult mõne atomi weega sünnitab ta süldisarnase aine. Wees sulanud olekus on räniмuld ka taimedele tähtis, sest ainult nii saawad nad teda oma juurte läbi wastu wõtta. Räniмuld annab kõrs-taimede kõrtele tugewust, mis neid wihmasel ajal mahaheitmise wastu kaitseb. Iseäranis on kõrstaimede sõlmed täis räniмulla-ainet. Ka osjade wartes leidub teda rohkesti. Ühe osjatõu kandid on räniмulla mõjul nii karedad, et puusepad neid kui-wast peast klaaspaberi asemel puu lihwimiseks tarwitawad.

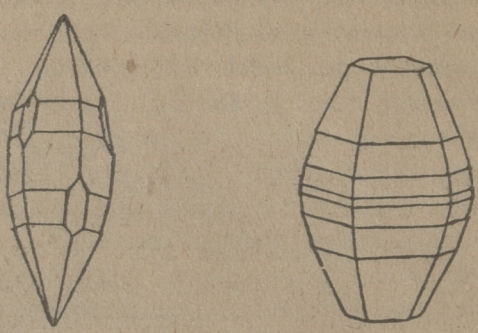
Kuumawee-allikate, näit. Islandi saare kuulsa Geiseri kuumawee-allika wesi sisaldab ülipalju wees sulanud räniмulla-ainet. Õhu käes heidetakse räniмuld weest wälja ja ta tardub kõwaks kiwiks — opaliks. Opalikiwid lähewad muudest räni-kiwidest selle poolest lahku, et nad räniмullaga ühenduses weel enam-wähem wett sisaldawad. Opali, kui weest wälja-heidetud ainet, leidub iga maapinna sügawuses ja tuleb sage-dasti ka kiwistuse-ainena ette. Iseäranis sagedasti leidub opali läbi sündinud puuaine-kiwistust puuopali (S. atl. XV. t. nr. 14 ja 15) nime all. Iseenesest on opali-aine wärwita. Ta wärwi-takse aga lisanduste läbi halliks, kollaseks, pruuniks jne. Opalid leiduwad ainult kristalliserimata kamakates ja kobarates. Kõik opalid muutuwad aja jooksul wee-aine kaotamise tagajärjel kaltsedonideks ehk räni-kiwideks.

Opali iseliigid on: Kallis-opal (S. atl. XV. t. nr. 2, 10 ja 11). Ta on piimawalge ja helgib sealjuures igasugustes wikerkaari-wärwides. Kalliskiwide hulgas on ta kuulus. Tule-opal, walge kui piim, minerali seest kiirgawa tuleleegi hel-giga, — mitte wäga kallis. Piima-opal (S. atl. XV. t. nr. 12), walge kui piim, kuid harwa lihwimisewääriliseks arwatud. Maksa-opal (S. atl. XV. t. nr. 13), pruunid wõi hallid kiwid ilma iseäralise wäärtuseta.

Korund (Al_2O_3).

(Saueri atl. VIII. tab. nr. 11 ja 3*); k. 9; t. 4).

106. Korund kristalliserib kuuekülgelises süstemis. Tema kristallidel on enamasti waadikeste kuju, sagedasti aga esitab ta kahekordseid tornikuid. Leidub ilusasti arenenud ja kaunis suuri kristallisid. Kõwaduse poolest on ta teemandi järgmine. Läige tugew, klaasitaoline, wärwi poolest enamasti hall wõi sinakas. Keemialiselt on ta aluminiumioksüd (Al_2O_3).



Pilt nr. 50. Korundi kristallid.

Läbipaistmata wõi ainult äärtest läbihelendawat korundi nimetatakse *lihtkorundiks*. Teda leitakse iseäranis Urali ja Ilmeni mägedest, kus ta kristallid enamasti põllupao sisse on kaswanud. Peeneteralised kogud on *smirgeli* nime all tuttawad. Teda tarwitatakse metallide ja kalliskiwide lihwimiseks (noapulber). Läbipaistwad korundid an wäga harulдased ja langewad kõige kallimate kiwide hulka. Punane läbipaistew korund on *rubin* (S. atl. VIII. t. nr. 4). Ilusad weripunased kiwid loetakse teemantidega ühewääriliseks. Uuemal ajal on korda läinud rubinisid kunstlikult sünnitada, mis wärwi ja kõwaduse poolest loomulikkudest sugugi lahku ei lähe, kuid kristallisid ei saadud neist paremaid, kui õhukesed kuuekandilised lehekesed (S. atl. VIII. t. nr. 6). Neid wõib

*) S. atl. I trükk VIII. t. on piltide nr. 3 ja 13 numbrid ümber wahetatud.

küll ühte sulatada, nagu ka pisikesi loomulikka rubinisid ühte on hakatud sulatama ja wormidesse walama, kuid saadud kiwidel ei ole kristalli iseloomu ja suurekstegewa klaasi abil wõib nendes tühje mullisid tähele panna. Kõwadus on neil harilik. On tähele pandud, et sulatamise läbi kiwid wärwi poolest wõidawad. Sinist läbipaistwat korundi nimetatakse safiriks (S. atl. VIII. t. nr. 5); teda leidub sagedamini kui rubini. Kõige paremad rubinid tulewad Ülem-Birmast, ilusamad safiri kiwid aga Siiamist, Taga-Indiast. On aluminiumioksüdile magnesiumi-, rauа- wõi tsingioksüd juurde astunud, siis esitab ta spinellisid (S. atl. VIII. t. nr. 7, 8, 9, 10 ja 11). Ilusad spinellid on ka otsitud kalliskiwid.

* * *

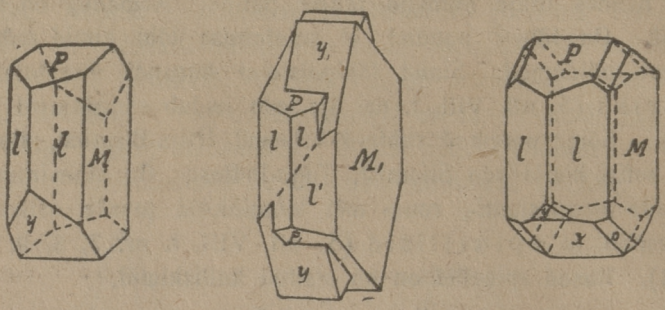
Eelminewas peatükis kuulsime, et ränimulla ühendust weega ränihappeks nimetatakse. Seda nime kannab ühendus sellepärast, et ta igasuguste metalloksüdidega ühendustesse astub, mis oma keemialise ühenduse kawa poolest soolasid meelde tuletawad. Niisuguseid ränimulla soolasid nimetatakse teaduslise nimega silikatideks (räni ladinakeelsest nimetusest *silicium*). Aluminiumoksüd tuleb sagedasti silikatides kui põhjendaja ette. Ta annab sawidele alguse; sellepärast nimetatakse teda ka sawialundiks.

Põllupagu ehk rabekiwi, ka päewakiwiks nimetatud.

107. Silikatide seas on põllupaod looduses kõige rohkem laiali lagunenud. Ühed nendest kristalliseriwad ühesümmetrialises, teised ebasümmetrialises süstemis. Kristallisüstemi wahest hoolimata, on kõikidel põllupagudel isekeskis palju ühist. Tähtsam ühesümmetrialistest on orthoklas, ebasümmetrialistest — albit ja anortit.

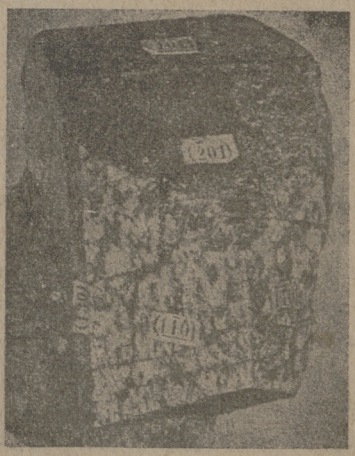
Orthoklas ($K_2Al_2Si_6O_{16}$; k. 6; t. 2,5—2,6; S. atl. XX. t. nr. 1, 3, 5, 6, 7 ja 8) leidub mõnikord määratu suurtes kristallides. Need esitawad enamasti lühikesi jämedaid sambakesi, mis sagedasti huwitawateks kaksikuteks kokku on kaswanud.

Nende sündimist wõime alamalseiswate piltide abil omale järgmiselt ette kujutada. Esimese kristalli tahud P ja y ei ole kristalli tahkude iseloomu poolest mitte ühesugused, waid



Pilt nr. 51. Põllupao kristallid.

täiesti lahkuminewad. Hakkawad nüüd kaks kristalli üsna ligistikku nii arenema, et mõlemate kristallide wastawad tahud wastupidistesse otsadesse tulewad, s. o. esimesele kristallile teine niisamasugune kõrwale asub, ainult alumine ots ülespoole pöördud, siis langeb ühe P tahk teise y tahuga kokku, ja et nad teine teist laadi on, s. o. peateljega teine teistsuguse nurga sünnitab, siis peawad nad üksteisest läbi kaswama ja annawad kaksiku, nagu keskmine pilt kujutab. Cõhkewus on pinakoidi P sihis täieline, natuke wähem aga wiltu pinakoidi M sihis. Need kaks tahku sünnitawad teineteisest läbi lõigates ikka õigeid nurkasid (*orthos* = õige). Orthoklas sünnitab ka kristallisõmerlisi ja tihedaid kogusid. Ta läige on klaasitaoline. Mõnikord on ta pool-läbipaistew, harilikult aga äärtest läbihelendaw. Harwa on ta wärwita, enamasti aga lihakarwa punakas, kollakas, hall wõi walkjas.



Pilt nr. 52. Hariline rabekiwi, leitud Alaboshka külast, Urali mägedest.

Tuttaw on ta järgmistes ise-olekutes: Harilik rabekiwi — mitte-läbipaistew hall, kollane wõi lihakarwa. Ta tihedatest kogudest on mõnikord kõwerikud ränikiwi otsakesed läbi põimitud, mis ta pinnale Hebrea tähti meeldetuletawa kirja sünnitawad. Niisuguseid kiwa nimetatakse sellepärast ka Hebrea kiwideks. Urali mäed on kui rabekiwi-kristallide paremad leiukohad tuttawad. Praguline põllupagu ehk sanedin — walwakashalli karwa; pind paistab peenikesi praokesi täis olewat, mis ta üsna karedaks teewad. Amatsonikiwi (S. atl. XX. t. nr. 4 ja 9) — roheline orthoklas. Adular ehk kuukiwi (S. atl. XX. t. nr. 2) — wesiselge; teda lihwitakse ilukiwideks, milles kuu-kuma sarnast walgusehelki tähele wõib panna.

108. Albit ($Na_2Al_2Si_6O_{16}$; k. 6—6,5; t. 2,6; S. atl. XX. t. nr. 10). Kristalliserib ebasümmetrialises süstemis; sellegipärast on ta kristallid orthoklasi kristallidega üleüldiselt wäga sarnased. Ühesümmetrialistes kristallides on kaks telge üksteise wastu wiltu (ei sünnita õigeid nurkasid), kuna kolmas telg kahe peal loodis seisab. Sellepärast sünnitawadki orthoklasi lõhkepinnad õige nurga. Ebasümmetrialises süstemis on kõik kolm telge üksteise wastu wiltu; sellepärast ei sünnita albidi kristallide lõhkepinnad õiget nurka (93°39′). Albidi kristallid on üleüldiselt tublisti wähemad, kui orthoklasi kristallid. Muidugi leidub ka albit tihedates ja kristallisõmerlistes kogudes. Läige klaasitaoline. Läbipaistwus wäga mitmejärguline. Mõnikord wärwita, kuid wäga sagedasti walget, halli wõi punakat karwa.

109. Anorthit ($Ca_2Al_4Si_4O_{16}$; k. 6—6,5; t. 2,7). Ebasümmetrialised anorthidi kristallid esitawad lühikesi sambakesi wõi leiduwad paksude tahwlikeste näol. Üleüldiselt on nad albidi kristallide sarnased. Ka läike, läbipaistwuse ja lõhkewuse poolest ei ole wahet albidi ja anorthidi wahel. Peaasjaline wahe on keemialine kokkusead. Kuna albidis natriumi ette tuleb, leidub anorthidis selle asemel kaltsiumi. Nii on siis anorthit lubja-põllupagu, kuna albit natriumi-põllupagu esitab. Orthoklas aga on kaliumi-põllupagu. Põllupagude hulgas äratab tähelepanemist weel üks albidi ja anor-

thidi ühendus — labrador. Ta tuleb ainult kristallsõmerlises ja tihedas olekus ette ja on wärwi poolest hele- kuni mustjashall. Ta lihwitud pinnal tuleb kohti ette, mis toredat wärwidemängu awaldawad ja mida labradori silmadeks nimetatakse (S. atl. XX. t. nr. 11, 12 ja 13). Seda kiwi leiti kõige esiti Labradori poolsaarelt, Põhja-Amerikast. Head leiukohad on ka Kiiewi kubermangus.

110. Oligoklas ($CaNaAl_4Si_6O_{20}$; k. 6; t. 2,6—2,7) esitab põllupagu, kelle kokkuseade sekka ka Ca käib. Ta kristallide küljetahud sünnitawad 86° 75′ nurga. Ta on rohekas-halli ja kollakas-walget wärwi, äärtest natuke läbi helendaw ja sulab albidist kergemine. Leidub raudkiwi sarnaste segamineralide (dioridi ja diabasi) segu-ainena.

Põllupagudest ja sellesarnastest mineralidest arwatawasti wulkanilise ümbersulatamise läbi on sündinud: pigikiwi, perlkiwi ja obsidian ehk loomulik klaas. Nad on tihedad klaasisarnased mineralid lohklise murru ja sulapao kuni põllupao kõwadusega. Wärwi poolest on nad mustad, hallid, pruunid, rohekad, kollakad ja punakad igas astmes ja läbipaistwad kuni täiesti läbipaistmata. Nende reas tuleks ka tulepurskawa mägede laawa ja selle tardunud waht pimstein nimetada. Wiimast tarwitawad tislerid puu lihwimiseks.

Põllupagude pudemed.

111. Me wõime põllupagude kui keemialiste kaksik- ja kolmik-soolade peale waadata. Ühine nendes kõikides on ränihapu aluminiumisool ($Al_2Si_3O_8$). Orthoklasis astub selle kõrwale ränihapu kaliumisool ($K_2Si_3O_8$), albidis ränihapu natriumisool ($Na_2Si_3O_8$) ja anorthidis ränihapu kaltsiumisool ($Ca_2Si_2O_6$). Wiimases tuleb ränihapu aluminiumisoola ainult teises ühenduse-wahekorras ($Al_4Si_2O_{10}$) ette. Kõik ränihapu natriumi- ja kaliumisoolad on kerged wees sulama (wesiklaas). Sellepärast mõjub wesi lahutawalt põllupagude peale. Sulawad soolad uhutakse wälja ja ränihapu aluminiumi-sool ühes mõne weemolekuliga jääb õrna peene pulbrina järele. Wesi

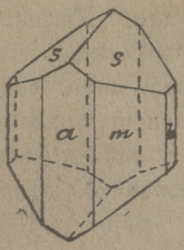
kannab ka teda edasi ja walmistab tast paksud lademed, mis muu pole kui igaühele tuntud *sawi*. Sawi on seega üks põllupagude pudenemise- (murenemise) saadus. Sawil on see omadus, et ta kuiwast peast ahnesti wett sisse imeb. Rohkema wee mõjul tursub ta tihedaks ja ei lase siis enam wett läbi. Sawist aluspõhjaga põllud on sellepärast kui head weepidajad tuntud. Saab sawi ülirohkesti wett, siis muutub ta taignaks, mis ennast wormida ja ringijookswa ümarguse lauakese peal waagnateks ning pottideks treida laseb. Wormitud asjad muutuwad kuiwatamise läbi kiwikõwaks, kuid wee wastu nad ei püsi. Et nendele täielist püsiwust anda, põletatakse neid ahjudes. Nüüd ei tee wesi neid enam pehmeks, kuid nendest imbub wesi pikkamisi läbi. Et pottisid weetihedaks teha, kaetakse nad põletamise ajal waabaga. Mida puhtam sawi, seda kõrgema kraadi all wõib pottisid põletada.

112. Üsna puhast sawi leidub harwa. Puhas sawi on lumiwalge; teda nimetatakse *kaoliniks* ehk portselanisawiks. Temast walmistatakse kõik taldrikud ja portselan nõud. Sawi on enamasti liiwaga segatud ja telliskiwide walmistamisel lisatakse talle liiwa weel juurde. Lubjasegast sawi nimetatakse *mergliks*. Ta on taimetoidu-soolade poolest rikas ja esitab sellepärast ülisoowitawat põllumulla seguainet. Punase wärwi saab sawi raua-ühendustest. Liig rauа- ja lubjarikas sawi ei kõlba nõude walmistamiseks ega anna häid telliskiwa, sest ta tikub põletamisel liig wara sulama. Kui sawi kriidiga (lubjaga) segatult telliskiwideks wormitakse ja põletatakse, pärast aga peeneks jahwatatakse, siis saadakse nõndanimetatud tsement, millel see omadus on, et tema weega tehtud puder ka wee all kõwaks tardub. Tsementi tarwitatakse weealuste ehituste tarwis. Uuemal ajal walmistatakse (walatakse) temast betoni nime all maa-aluseid weetorusid, trepiastmeid, siledaid põrandaid, koguni terweid majasid ja sõjakindluste wärkisid. Rauaoksüdi läbi hästi punaseks wärwitud sawi nimetatakse *boluseks*; teda tarwitatakse punaseks kriidiks.

Augidi salkkond.

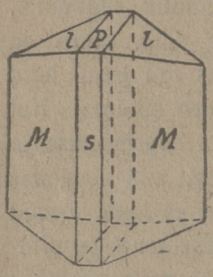
113. Need mineralid kannawad oma pea-esitaja nime. Nad on kõik silikadid, mille alundite sekka ka sawialund (Al_2O_3) kuulub. Nii on nad siis põllupagudele kaugelt sugulased, ja nende pudenemisesaaduste sekka käib ka sawi.

Augit (k. 5—6; t. 3,5; S. atl. XXII. t. nr. 5—10). Augidi kristallid on ühesümmetrialisest süstemist. Nad on harilikult wäiksepoolsed madalad sambakesed, sagedasti aga ilusasti, wäga korrapäraliselt igast küljest wälja arenenud. Püstiprisma *m* tahkude sihis on nende lõhkewus üsna selge. Selle prisma tahud lõikawad üksteisest peaaegu õiges nurgas läbi. Augit on tumedat wärwi: tumeroheline, pruun, sagedasti peaaegu must. Ta on läbipaistmata wõi helendab ainult läbi. Keemialine kokkusead on tal küllalt keeruline. Temas tulewad peaasjalikult ette: ränihapu kaltsium, magnesium ja raud, muidugi ka sawialund. Augiti leidub ka sõmerlistes ja tihedates kogudes. Ta on õige laialt leitaw mineral.



Pilt nr. 53. Augidi kristall.

114. Küünekiwi (k. 5—6; t. 3,2; S. atl. XXII. t. nr. 13—18). See mineral on wäga augidi sarnane. Ta kristallid käiwad ka ühesümmetrialise süstemi sekka ja esitawad lühikesi sambaid. Lõhkewus läheb ka temal püstprisma *M* tahkude sihis. Selle prisma tahud lõikawad aga selgesti wiltu, kahte nüri ja kahte terawat nurka sünnitades, üksteisest läbi. Kui niisugust prismat risti läbi lõigatakse, siis on lõikepinnad wiltu- ehk längruudud. Põhiprisma nurgad on seega wahetegemise peatundemärgid augidi ja küünekiwi kristallide wahel. Peale kristallide leidub küünekiwi weel terasarnastes, sõmerlistes, kiudlistes ja tihedates kogudes. Wärwi poolest on ta augidi sarnane. Ka tema keemialine kokkusead on keeruline ja ei lähe augidi kokkuseadest palju lahku. Küünekiwi leidub looduses kaunis rohkesti.



Pilt nr. 54. Küünekiwi.

115. Asbest ehk kiwilinad (S. atl. XXIII. t. nr. 2 ja 3). Asbest on oma keemialise kokkuseade poolest seesama, mis küünekiwigi. Üksnes ta wäliskuju lahutab teda eelmisest. Teda tuleb nimelt wäga peente walgete kiududena ette, mis mõnikord üsna sitked on. Kiud argnewad kergesti koost ja on linataolised, lasewad endid ka lõngaks ketrada.

Asbestist walmistatakse tulekindlat riiet, lambitahtisid, asbest-pappi. Wiimasega wooderdatakse mõnikord aurumasina torusid wäljaspoolt, ka pannakse teda tihedusematerjaliks autorude kokkukruuwimise kohtadele. Siberis kantakse asbestilõngast kindaid, Pirenei mägedes — sellestsamast materjalist mütsisid ja Comos walmistatakse tast keskmise peensusega niplisid ehk pitsisid. Asbestist laudlinad on selle poolest kasulikud, et neid puhtaks pesemise asemel puhtaks põletada wõib.

Wilgukiwi.

116. Wilgu- ehk sädekiwi nime all on mitu minerali ühendatud. Nende keemialine ühendus on kaunis keeruline. Nad on silikadid, nagu põllupagu, aga peale rãnimulla ja aluminium-oksüdi käiwad nende hulka weel wesinik (H), üks lehelisemetallidest — K, Na, Li, mõnikord ka kaks — K ja Na, ja wahest weel magnesium, kaltsium ja raud.

Kõik wilgukiwid kristalliseriwad ühesümmetrialises süstemis. Tähtsam tundemärk on nende lõhkewus otsapinakoidide sihis, mis nii täielik on, nagu üheski muus mineralis. Wilgukiwi wõib näppude waral üsna ilma waewata koguni õhukesteks, siledateks ja läikiwateks plaatideks lõhkuda, mis hästi painduwad ja wibawad on. Kõik wilgukiwid on hästi pehmed, nii et neid sagedasti hõlbus on küünega kaapida; harwa ulatab nende kõwadus kolmeni. Nende tähtsamad tõud on:

117. Kaliumi-wilgukiwi (S. atl. XXI. t. nr. 4, 5, 6 ja 7). Ta lehelisemetallide hulka käib kalium ja osalt natrium. Ta sünnitab tahwlisarnaseid ehk terawatornikulisi kristallisid. Teda leidub aga ka, nagu teisigi wilgukiwa, õhukeste lehekeste wõi liblekeste näol teiste mineralide osade wahel kulla wõi

hõbeda moodi läiklemas, ja saab seepärast omale mõnikord ka kassikulla või kassihõbeda nime. Wäiksed kassikulla kübemed läiklewad pea-aegu iga sawi ja liiwa hulgas. Harilikult on kaliumi-wilgukiwi wärwita, harwa walgeks, hele-kollakaks või rohekaks wärwitud. Suurtest wesiselgetest lõhketahwlitest walmistatakse laewa-aknaid (maarjaklaas), sest et nad painduwad ja sitked on, õmmeldakse lambitsilindrid, mis weepritsimist ei karda, ja walmistatakse sulatamiseahjudele aknaid, sest et need nii kergesti sulama ei lõõ. Kaliumi-wilgukiwi pulbrit tarwitatakse ka puuwillase riide wärwide walmistamiseks.

Magnesiumi-wilgukiwi (S. atl. XXI. t. nr. 1—3). Ta metallide hulka käib peale magnesiumi ka raud ja wähesel mõõdul kalium. Eelmisest eraldab ta ennast pea-asjaliselt oma tumedate ja tõmmude wärwide läbi. Ta on kas rohekaspruun, üsna pruun või must. Magnesiumi-wilgukiwi leidub looduses sagedamini kui kaliumi-wilgukiwi.

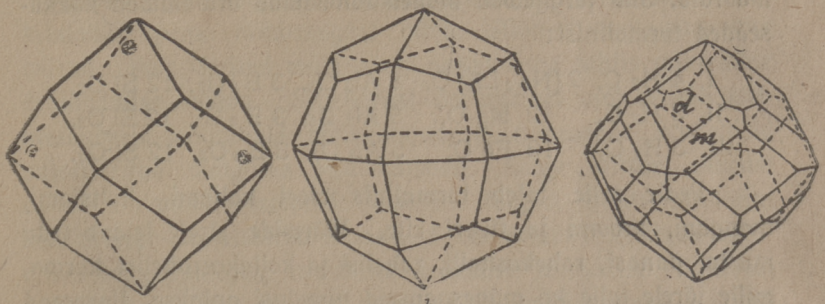
Wilgukiwidega sugulased on ka nõndanimetatud kloridid (S. atl. XXI. t. n. 19), pehmed raswased ja muljutawad, wilgukiwi iseloomu kandwad mineralide kogud.

Tähtsam kloritide seast on talk ehk raswakiwi (k. 1; t. 2,7; S. atl. XXI. t. nr. 12 ja 13). Selgete kristallidena ei tule teda looduses millaski ette. S. atl. nr. 13 esitab ränikiwist tulnud walekristallisid. Harilikult sünnitab ta kordlisi ja liblelisi kogusid. Talgitahwlikeste lõhkewus laia tahu sihis on üsna täieline. Ta on üks kõige pehmematest mineralidest. Ta karw on ikka hele-, rohekas- või kollakaswalge. Lõhkpinna läige on pärlmutri taoline, murrukohtadel ja tihedates kogudes raswane. Ka katsudes tundub ta raswane. Talk on üsna laialt leiduw mineral. Ta sünnib magnesiumirikaste silikatide murenemisel. Teda tarwitatakse masinate liikuwate puu-osade määrimiseks. On uued jalanõud kitsapoolsed, siis teewad kingsepad neid talgipulbri abil jalgatõmbamiseks libedamaks. Et talk wäga wisa on sulama, seepärast on ta ka tulekindlate telliskiwide walmistamiseks kohane.

Granadid.

(Saueri atl. XVIII. tab. k. 6,5—7,5; t. 3,2—4).

118. Granadid on liik mineralisid, millest mõnda looduses üsna rohkesti leidub. Nende keemialine kokkusead on õige wankuw, sellepärast ei ole wõimalik sel teel üksikuid iseseltsisid kindlasti ära määrata. Kõikides leidub igatahes ränimulda (SiO_2). Peale selle tuleb igaühes üks nõndanimetatud poolteist-oksüd, kõige sagedamini Al_2O_3 ehk Fe_2O_3, harwemini Cr_2O_3 ette; üsna sagedasti tuleb ka Al_2O_3 ja Fe_2O_3 ühtlasi ette. Peale selle on tingimata igas granadis üks ehk mitu järgmistest oksüdidest leida: CaO, MgO, FeO, MnO. Niisuguse sisemise kokkuseade wankumise peale waata-



Pilt nr. 55. Granadi kristallid: *a* — granatoeder, *b* — trapetsoeder, *c* — eelminewate ühend.

mata on kõikide granatide kristall-worm ometi imestamisewäärt ühtlane: granadid kristalliseriwad kõik korrapäralises süstemis. Harilik worm on längruudu kaksteistkümmend-tahk (*a*), mida sellepärast ka granatoedriks nimetatakse. Peale selle leidub trapetsoedrid (*b*) ja mõlemate ühendisi (*c*). Granadid annawad ilusaid, igast küljest hästi wäljaarenenud kristallisid, mis mõnikord üsna suured juhtuwad olema. Harilik granat on punakaspruun. Hessonit on helepunane hüatsindikarwa. Kallisgranat on weripunane ja läbipaistew, kuna sinakahelgiga kallisgranat almandini nime all tuttaw on. Grossularid on rohelised ja melanidid mustad. Granadid leiduwad wilgu-kildkiwis, raudkiwis wõi mõnes muus kihtkiwis sisseasendatult.

Turmalin.

(S. atl. XVI. t. nr. 24 ja XVII. t. nr. 1—7; k. 7—7,5; t. 3—3,2).

119. Turmalin on huwitaw mineral silikatide seast. Ta kristallid awaldawad lausa pooltahulsuse kalduwust. Kuue külje asemel on ta sammastel ainult kolm külge, kuna teised kolm serwasid nüriks teewad. Et ta küljetahud weel pikuti sügawaid kriimusid kannawad, siis pole wahe ta üksikute küljetahkude wahel mitte selge. Sammaste otsasid katawad kolm siledat rhomboedritahku. Keemialine kokkusead on wäga keeruline ja seda polegi weel kindlasti wõidud ära määrata. Siin järgnewad mõned tähtsamad arwatawad kokkuseaded turmalinist:

I. $4\,H_2\,O,\ 2(Na_2\,Li_2)\,O,\ 8\,Al_2\,O_3,\ 3\,B_2\,O_3,\ 12\,Si\,O_2.$
II. $3\,H_2\,O,\ 12\,Mg\,O,\ 5\,Al_2\,O_3,\ 3\,B_2\,C_3,\ 12\,Si\,O_2.$
III. $3\,H_2\,O,\ 12\,Fe\,O,\ 5\,Al_2\,O_3,\ 3\,B_2\,O_3,\ 12\,Si\,O_2.$

Peale selle tuleb turmalinis weel kaliumi, kaltsiumi, mangani, kroomi ja fluori ette. Wärwide järele leidub teda musta, punast, rohekashalli, rohelist ja kollakasrohelist karwa, mille järele talle ka mõnesuguseid nimetusi antakse. Ilusamad lihwitakse kalliskiwideks, sagedasti aga müüakse punaseid rubiinide, rohelisi smaragdide ja kollakasrohelisi krüsolithide päha. Turmalini tuleb pea-aegu igas maailmajaos ette ja Europas wäga mitmel maal. Wenemaa paremad leiukohad on Urali ja Siberi mäed.

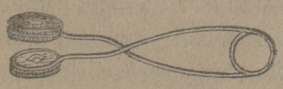
120. Turmalinil on mõned omadused, mida iseäraldi maksab harutada. Õõrumisest saab ta kergesti elektriwäeliseks ja tõmbab paberossituha kübemekesi külge (tundemärk ostjatele). Tähtsam omadus on aga ta walguse polariserimine. Polariserimata walgusekiir teeb ristwirwetusi ja wõbiseb, nagu katsed näitawad, sealjuures iga külje poole (a). Niisugust walgusekiirte wihku wõib pimedas toas peegli abil igasse soowitawasse külge (paremale ja pahemale poole, üles wõi alla) põrgata lasta. Läheb aga walgus turmalinikristallist läbi, siis on walgus polariseritud, ta kiired teewad wõnkusid ainult

weel kahele poole (b), ja kui polariseritud walgusekiirt pimedas toas peegli abil katsutakse helgitada, siis leidub, et seda ainult kahele poole wõimalik on teha.

Et turmalin walgust polariserib, see laseb arwata, et ta kristallid walguse wastu nagu pragulised oleksid. Walgusewirwetused, mis pikuti pragu käiwad, peasewad läbi, teised jääwad kinni. Pannakse kaks turmalinikristalli ristamisi teineteise peale, siis ei lase nad walgust sugugi läbi, mis eelminewa seletuse järele üsna arusaadaw on.

Pilt nr. 56. Walgusekiirte wirwetused.

121. Polariseritud walgus awaldab ka teiste mineralide kristallide peale mitmesugust mõju. Mõned kaotawad oma wärwi. Polariseritud walgus on seega üsna tähtis mineralide äratundmise abinõu. Sellepärast on uuemal ajal selleks mitmesuguseid aparatisid walmistatud, et mineralide kristallisid polariseritud walguses läbi katsuda. Kõige lihtsam abiriist selleks on nõndanimetatud turmalini tangid. Kaks turmalini kristallidest walmistatud klaasikest on kumbki mustaks wärwitud laia, ümarguse metallraami keskele asendatud. Lihtsast traadist painutatud wõrude sees, mis mõlemaid raamisid ühendawad ja ühte wedrutawalt teise wastu pigistawad, wõib kumbagi raami ringi keerutada. On mõlemad raamid õieti teineteise peal, s. o. kui mõlemad turmaliniklaasist aknakesed kohakuti on, siis paistab walgus mõlemate läbi silma, kui wastu walgust waadatakse ja mõlemate klaaside kristalliteljed ühtepidi on. Keeratakse nüüd pikkamisi üht raami ringi, siis on warsti walguse kahanemist märgata, kuni see lõpeks täiesti ära kaob. Niisugust toimetamist nimetatakse aparadi pimeda peale seadimiseks. On turmalini tangid pimeda peale seatud, siis pannakse järelekatsutaw mineralikristallike ehk selle killuke mõlemate klaaside wahele ja waadatakse uuesti wastu walgust. On klaasid nüüd katsutawa minerali


Pilt nr. 57. Turmalini tangid.

kohalt läbipaistwad, siis katsutakse järele, kas pealmist klaasi tarwis paremale wõi pahemale poole keerata, et klaasid katsutawa minerali kohalt pimedaks läheksid. Kindlaksmääramise läbi tuleb seega awalikuks, kas katsutaw mineral polariserimisewälja paremale wõi pahemale poole keerab.

Topas ($5\,Al_2SiO_5 + Al_2SiH_{10}$).

(S. atl. XVI. t. nr. 18—23; k. 8; t. 3,5—3,6.)

122. Topas kristalliserib wilturuudu-sammastes, enamasti kanditud otsapinakoididega. Ka topas käib, nagu ta keemialisest walemist näha, silikatide reasse. Ta on harwa üsna wärwita ja wesiselge, enamasti aga ilus kollane, merewee karwa, sinakas wõi rohekas, punakaskollane, wiolet ja roosikarwa punane, läbipaistew kuni äärtest läbihelendaw wõi kumaw ja klaasisarnase läikega. Tihedawärwilised topasid aga pleegiwad natuke päikesewalguse käes. Hästi kollased topasid muutuwad, kui neid õhust eraldatakse ja tuliseks aetakse, roosawärwilisteks. Ilusaid wesiselgeid topasisid saadakse Siberist, kuulsad kollased topasid tulewad aga Brasiliast.

Berüll ($Be_3Al_2Si_6O_{18}$).

(S. atl. XII. t. nr. 12, 13 ja 14; k. 7,5—8; t. 2,7.)

123. Ka berüll langeb silikatide hulka. Ta kristalliserib kuuekülgsetes otsapinakoididega sammastes, mis üksikult teiste mineralide (wilgu-kildkiwi) sisse on kaswanud, wõi esitab sambalisi kogusid. Ta on wahest wärwita seige, enamasti aga roheline, kollane, sinine, wäga harwa roosat karwa, läbipaistew kuni läbihelendaw ja klaasitaolise läikega. Ilusad rohelised tükid esitawad s m a r a g d i nime all paremaid kalliskiwa. Merewee karwa sinikat berülli nimetatakse akwamariniks. Ka teised berüllid loetakse heade kalliskiwide hulka. Leiukohad on Urali ja Altai mägedes, Ees-Indias, Brasilias j. m.

124. Berüllide järele wõiks nimetada krüsoberülli ($BeAl_2O_4$) ja berülliumi aluminati, kuid see käib silikatide reast wälja. Teda leidub lühikestes sambasarnastes wõi pak-

sudes tahwlimoodilistes wilturuudu-tahkudega kristallides, ta on enamasti tumeroheline. Sagedasti leidub tükkisid, mis mitmet moodi waadates kahte kuni kolme (dichroismus ja trichroismus) wärwi wõiwad näidata. Üks tema isetõug, keiser Aleksander II. auks aleksandridiks (S. atl. XII. tb. nr. 11) nimetatud, on tumeroheline, läbi waadates punane, kuid tulewalgel wiolett. Krüsoberüllid on otsitud kalliskiwid, aleksandrit aga on oma harulduse pärast ülikallis. Ta ainukene leiukoht — Takowaja mägi Urali mägedes — on juba kord läbi kaewatud, kuid nüüd kaewatakse kaewamiseprügi weel kord läbi, et ehk weel mõnda aleksandriti leida.

Puhast ränihapu berülliumi ($Be_2Si_2O_{10}$) esitab phenakit, mida tema sarnaduse pärast teemandiga wiimase päha müüakse. Leidub Urali mägedes ühes berülliga ja mõnel pool Prantsusemaal.

Mõned wähem tähtsad silikadid, sulfadid ja woswadid.

125. Küanit esitab puhast ränihapu aluminiumi soola (Al_2SiO_5; S. atl. XVI. t. nr. 11 ja 12). Ta kristalliserib pikades längruudu serwikutes. Ta kõwadus on ühe ja sellesama tüki juures — koguni ühe ja sellesama tahu peal — igas tahu sihis isemoodi. Wärw on taewakarwa sinine, kuid leidub ka heledamaid, piimawalgeid, telliskiwi punaseid ja tume-halli wärwilisi tükka. Küanit leidub wilgukildkiwides Urali mägedes ja Alpides.

Olivin ($(MgFe)_2\ 2\ SiO_2$; S. atl. XIX. t. nr. 6 ja 7; k. 7) kristalliserib längruudu süstemis. Ta on kollakas-rohelist kuni kollast wärwi ja loetakse kalliskiwide hulka (krüsolit). Leiukohad on Brasilias, Egiptuses ja mujal.

Rodonit ($MnSiO_5$; k. 5; t. 3,5—3,7). Kristallisid pole leitud. Ta meeldiwa lihakarwa wärwi pärast walmistatakse temast waasisid ja muid iluasju. Leiukohad Jekaterinburi ümbrus, Rootsi- ja Soomemaa.

Lasuri- ehk Sini-kiwi on silikatide ja sulfatide ühendus ($3\ NaAlSiO_4Na_2SO_4$; S. atl. XIX. t. nr. 12 ja 13; k. 6).

Harwa kristallides (granatoeder). Ta ilusa sinise wärwi pärast tarwitatakse teda ilukiwideks ja ultramarin-siniseks wärwiks. Leiukohad Taga-Baikalis ja Buharas.

Kallait ehk türkis ($Al_2PO_8 + 5\,H_2O$; k. 7). Muldne läbipaistwuseta mineral meeldiwa sinise wärwi ja tuhmi läikega; lihwitakse sõrmuksekiwideks. Leiukohad Herati ümbruses.

Segamineralid.

126. Mineralid leiduwad looduses enamasti kõik segamini, kuid sellegipärast ei nimetata niisugust kokkusegatud kogu igakord segamineraliks. Segamineraliks kutsutakse suurt, terweid mägesid ja maakihtisid sünnitawat kogu, mis ühedest ja nendestsamadest üksikutest mineralidest wõrdlemisi kaunis ühetaoliselt kokku on segatud. Nad on seega ühtlasi ka lademe- ehk kihikiwid *). Kõik lademekiwid ei ole segamineralid. Segamineral on meie tuntud raudkiwi. Teda sünnitawad peaasjaliselt kolm minerali: orthoklas (põllupagu), räni- ja wilgukiwi. Orthoklas ja ränikiwi on kristallisõmerlistes terades wõi kogukestes ilma ühegi korrata tihedasti üksteise kõrwal, wilgukiwi aga leidub tahwlikeste ehk soomusekeste näol neis waheruumides, mis esimesed järele on jätnud. Raudkiwi ehk granidi iseloom on seega terwelt kristallisõmerline. Sõmerate suurus on muutlik. On raudkiwa, mis nii peenesõmerlised, et üksikuid mineralisid palja silmaga waewalt wõimalik on seletada. Sellewastu leidub raudkiwa, mille üksikud sõmerad rusikasuurused ja weel suuremadki on. Ränikiwi sõmeraid wõib raudkiwis nende halli ehk suitsukarwa wärwi, klaasitaolise raswaka läike ja walguse läbihelenduse poolest ära tunda. Põllupagu sõmerad on kõige pealt nende lõhkewuse poolest tuntawad, siis aga weel nende lihakarwa, kollaka wõi halli wärwi poolest. Wilgukiwi jälle torkab oma kordlise soomusetaolise oleku, ülisuure lõhkewuse ja poolmetallilise läike poolest selgesti silma. Wilgukiwidest leidub raudkiwides kõige sagedamini magnesiumi-wilgukiwi

*) Kõik maakera kihid ei ole mitte kiwid. Sawi ja liiw on lademe- ehk kihimullad.

(must), harwemini heledat kaltsiumi-wilgukiwi. Raudkiwide wärw on mitmesugune ja oleneb pea-asjaliselt põllupagu wärwist.

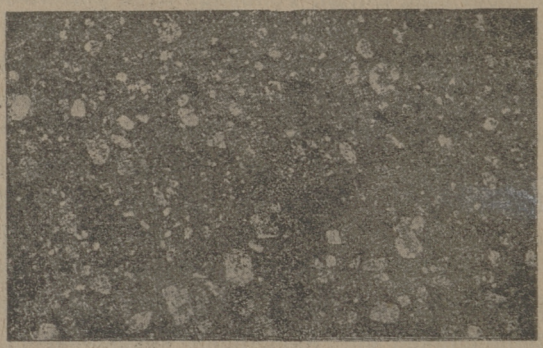
127. Et wäga peenekirjalises raudkiwis üksikuid osasid ära tunda, ihutakse neist nii õhukesed liblekesed, et walgus igast osast läbi tungib. Neist walmistatakse nõndanimetatud mikroskopilised preparadid *) ja waadeldakse neid mikroskopide, s. o. aparatide läbi, mis mitmekordselt suurendawatest klaasidest kokku pandud. Tarwilisel korral on wõimalik mikroskopidesse weel walgust polariseriwaid klaasisid wahele lisada, nii et waadeldaw asi polariseritud walguses paistab. Rãnikiwi terad omandawad polariseritud walguses wioleti, kollakas-punase, kollase wõi mõne muu wärwi. Põllupagu terad paistawad tuhmid ja sogased olewat, wilgukiwi osakesed aga pruunid ja kordlised (lõhkewuse pärast). Põllupagu tuhm wärw tuleb sellest, et ta ühtelugu sawiks pudenemise teel on. Ülipeened sawikibemekesed tema sees teewad ta sogaseks.

128. Raudkiwi on wäga laialilagunenud kihikiwi. Looduses tuleb teda korratu pealmise kattena ette, üleskuhjatud ja wirnade näol, mõnikord käikude moodi. Praod jaotawad raudkiwi lademed üksikosadeks, mis mõnikord laua moodi laiad, mõnikord kildude moodi, mõnikord aga mõndamoodi jämedad kaljumürakod on. Raudkiwide kodukohad on Soomes, Urali mägedes, Ida-Siberis ja edelapoolsel Europa-Wenemaal. Soomest ja Rootsist on raudkiwi-rahnud jääga meie maale toodud ja kuni Kesk-Wenemaani kantud. Ka Saksa madalik on nendega üle külwatud, mis jää-aja piirkonna ulatawust näitab. Kõik see sündis kauges minewikus. Sel ajal oliwad meie maad wee all. Rootsi mägedes sündisid jääliugustikud ja kandsid hulga kiwirahnusid enesega kaasa. Ulatas liugustik merde, siis tõusis ta jäämägedena weepinnale ja kandis enesega kiwimürakaid kaasas, kuni need jää sulamise korral põhja wajusid ja seega uue peatuskoha leidsid. Raudkiwi tarwitatakse põliseks ehitusmaterjaliks. Et ta ennast hästi

*) Mikroskopiliseks preparadiks nimetatakse mõne wedeliku, näit. Kanada balsami sisse, kahe klaasi wahele mikroskopi all waatlemiseks asetatud ainet. Ülemine klaas peab hästi õhukene olema, et ta mikroskopi otsa asjale liginemast ei takistaks.

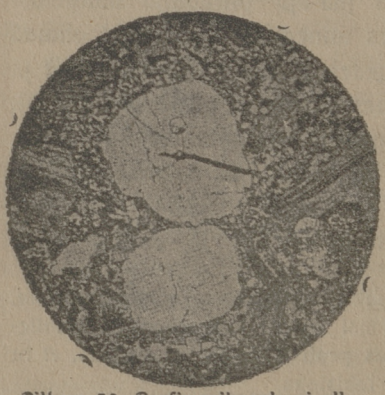
lihwida laseb, walmistatakse temast ka hauaristisid, mälestusesambaid j. m.

129. Gneis ehk waresekiwi pole muud kui peenekirjaline raudkiwi, mis üsna selget kordist iseloomu awaldab. Teda peawad mitmed teadlased ta kordlise iseloomu pärast wete põhja settinud kihikiwiks. Teised teadlased arwawad, et tema korrad maakera paksu kooriku all tulisulast olekust rahulikul teel kõwaks on tardunud. Kõrwaliste lisandustena leitakse gneisi seest mõnikord grafiti, küünekiwi, augiti ehk mõnda muud wäheste osadena. Gneisid on looduses weel rohkem laiali lagunenud kui raudkiwid.



Pilt nr. 58. Porfir.

130. Porfir ehk punakiwi, on kihi- wõi lademekiwi, mis nendesamadest osadest kokku on segatud, millest raudkiwigi, kuid segu iseloom on koguni teine. Ta esitab ülitihedat kogu, milles üksikuid osakesi ka lihtsa suurendawa klaasi abil näha pole, waid ainult tugewate mikroskopide abil. Selle peale waatamata on segu hulka üksikuid, wõrdlemisi suuri kristallisid külitud.



Pilt nr. 59. Porfir mikroskopi all.

Porfiri on wäga mitmet tõugu. Tähtsamad on: räni-

kiwi-porfir, enamasti tõmmu karwa, ja raudkiwi-porfir, tuhmi ja konarlise murrupinnaga. Soome lahes on Kõrgesaare (Hochlandi) Soome poolse osa aluspõhi raudkiwi, kuna Eestimaa poolne osa punakiwi kaljut esitab.

Siienit, diorit ja diabas on kihikiwid, mis ainult kahest mineralist kokku on segatud. Esimene on orthoklasi ja küünekiwi segu, teine on ebasümmetrialiste põllupagude ja küünekiwi segu, kolmas aga on ebasümmetrialiste põllupagude ja augidi nimelise silikadi segu.

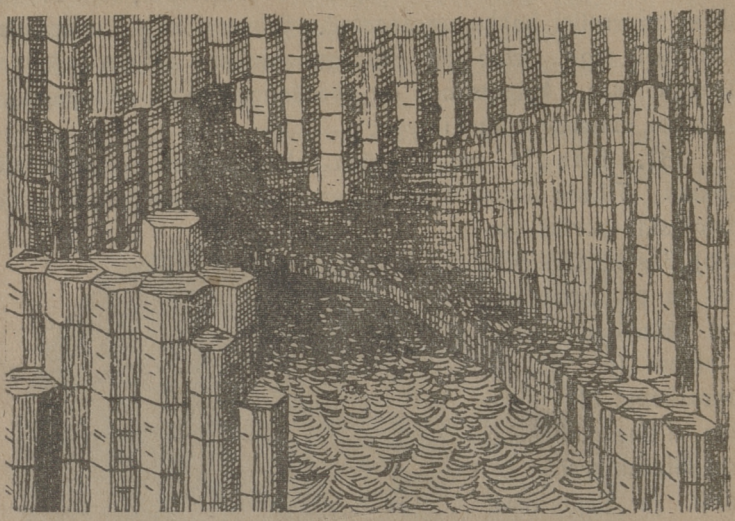
131. Basalt esitab wäga tihedat tumeda-wärwilist kihikiwi. Tiheda ülipeene segu sees leidub üksikuid suuremaid kristallisid (porfiri iseloom). Basaldi segu peaosad on ebasümmetrialised põllupagud, augit ja oliwin (ka silikat). Mikroskopi all wõib näha, et tihedad basaldi osad ülipeenikestest teradest ja kepikestest koos seisawad, mis nimetatud mineralide hulgast pärit. Mõnikord seltsib nende juurde weel loomulik klaas wõi obsidianikiwi. Ebasümmetrialiste põllupagude kristallid on harilikus walguses läbipaistwad ja täiesti ühetaolised, polariseritud walguses omandawad nad aga korrapäralise peenetriibulise karwa.

Pilt nr. 60. Basalt.

Basalt on endise ilma tulepurskajate mägede tardunud laawa *). Teda leidub wäga mitmel pool. Teda tuleb kattekiwina, üleskuhjatud kogudena ja käikudena ette. Lõhed jaotawad basaldi kogud sagedasti kuue- wõi wiiekandilisteks püstsammasteks. Wenemaal leidub basalti Kaukasia mägedes, edelapoolsetes kubermangudes ja Ida-Siberis.

*) Laawaks nimetatakse tulepurskawatest mägedest sulanud olekus wäljawoolawat kiwiainet.

Schoti ranna ligidal Hebridide saarestikus Staffa saarel leiduw kuulus Fingali koobas on basaldikiwist. Koopa suu on mere poole. Ainult mõõna ajal wõib koopasse pääseda, meretõus matab aga koopa suu täiesti kinni.



Pilt nr. 61. Fingali koobas.

Kà praeguste tulepurskawate mägede laawa aineline kokkusead läheb basaldi omaga suuresti kokku. Ta pole aga oma kristalliserimise-teel weel nii kaugele edenenud ja pole ka mitte sammasteks prágunenud. Laawa tardunud wahtu nimetatakse pimsteiniks ja tarwitatakse puutöösfuses puu siledaks lihwimiseks.

Basaltide ja laawade pudemed annawad taimekaswule wäga rammusa pinna, ja lopsakas taimekasw ongi, mis inimesi nii wäga kardetawate tulepurskajate mägede naabrusesse asuma meelitab.

Liitkiwid.

132. Niihästi põllupaod kui ka teised aluminiumi-silikadid pudenewad ja murenewad, niisama ka raudkiwi ja muud segatud mineralid, kuhu sekka aluminiumi-silikadid käiwad.

Murenemise pea-saadus on sawi; jämedamad järelejäänud sõmerad ei ole muud kui liiw ja kruus. Liiw, mis raudkiwi murenemisest tuleb, on pea-asjaliselt räni, wõi kwartsiliiw. Wesi lahutab sawi, liiwa ja kruusa raskuse järele igaühe oma kihisse. Päris puhas kwartsiliiw on walge. Klaasiwabrikutele on ta otsitaw aine. Eesti perenaised tarwitawad teda aga puunõude küürimiseks ja toapõrandate puhastamiseks. Harwa on kwartsiliiw üsna puhas kwartsi- wõi ränisõmerakeste kogu. Ka põllupaost, wilgukiwist ja teistest mineralidest jääb jämedamaid killukesi järele, mis ka üleüldist liiwakogu suurendada aitawad. Puhkawad liiwakihid aastatuhanded sügawal maa all ja wiib wesi liiwaterakeste wahele mõnda ühendawat ainet— lupja, wees sulanud ränimulda wõi mõnda muud — siis liituwad üksikud sõmerakesed jälle ühiseks kindlaks kihikiwiks. Liiwast sünnib nõndamoodi liiwakiwi. Teda leidub wäga mitmesuguses kõwaduses ja suurtes kihtides, mis terwetest maakondadest läbi ulatawad. Teda tarwitatakse weskikiwideks, käiadeks ja ehitusematerjaliks. Konglomeradiks nimetatakse liiwast ja suurematest pool ümargustest kiwidest liitkiwi. On aga suuremate kiwide kandid terawad, siis nimetatakse seesugust liitkiwi breccia'ks (l. bretsha) ehk rühkkiwiks.

130. Lamawad sawikihid aastatuhandeid sügawas maapõhjas, siis liituwad nad mõne liitaine, näit. ränimulla, juurdetuleku läbi kõwaks kiwiks — nõndanimetatud sawi-kildkiwiks. Ta on mitmet wärwi, nagu sawigi, millest ta tekkinud, ja wäga mitmesuguse kõwadusega. Ühest mustast kildkiwist — tahwlikiwist — tehakse kooliju sidele tahwlid, selle pehmematest tükkidest aga krihwlid. Hallid kildkiwimurrud annawad häid katusekiwa, ränirikkad — luiskusid jne. Maaaluseid kiwisõe-lademeid ümbritseb enamasti kildkiwi. Kildkiwi must wärw tuleb sõelisandusest. Kui musta kildkiwi põletatakse, läheb ta walgeks, sest süsi põleb süehappe-gaasiks. Eestimaa põlewast kildkiwist oli juttu eespool.

Nagu sawi ise, nii on ka puruks pudenenud kildkiwi taimetoidu sooladest rikas. Moseli jõe marjawiinad on kuulsad. Nende jooks tulewad kohutad lopsakalt kaswawatelt

wiinapuudelt, mis kildkiwi tükikeste wahel juurduwad, kus peenet mulda peaaegu ei näi olewatki.

Wilgukiwid sünnitawad ka kildkiwi kihtisid. Üks peenesõmerline ränirikas wilgu-kildkiwi annab häid wikatiluiskusid. Sawi-kildkiwide ja wilgu-kildkiwide wahel on mõnikord üsna raske wahet teha.

Kuna sawikübemekesed kui ka wilgukiwi ebemekesed sagedasti ränimulla abil on kokku liidetud, mis wististi wee kaudu juurde on toodud ja wesi kildkiwidesse weel mõned ained toob, siis näeme wäimalust, et kildkiwi juhtuwal korral kordliseks raudkiwiks ehk gneisiks wõib muutuda. Raudkiwi pudemetest saab seega uus raudkiwi alguse. Üleminek kildkiwidest gneisideks läheb nii järkjärgult, et kindlat piiri raske on määrata. On teadlasi, kes raudkiwi kohta looduses ainult niisugust ringkäiku makswaks soowiwad tunnistada, kuid paljud geologialised*) tõeasjad ei kinnita seda arwamist.

Metallurgia.

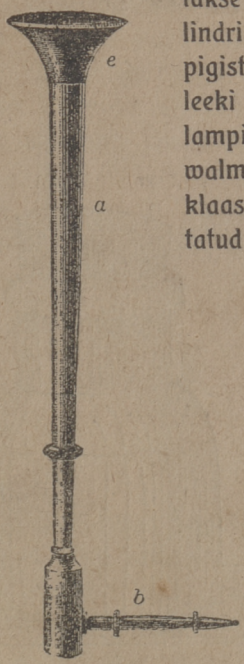
131. Need metallid, millest inimesed omale igapäewaseid tarbe- ja ilu- ning ehteasju walmistawad, olid suuremalt osalt juba wanaaegsetele rahwastele tuntud. Neid leiti kas puhtalt maa seest, ehk nad lasksid ennast oma keemialistest ühendustest kergesti eraldada ehk „wälja sulatada“, nagu öeldi. Kuna wanal ajal metallisid üsna pisikesel mõõdul, nõnda-ütelda käsitsi walmistati, on mäe-asjandus ja metallitööstus uuematel aegadel kuulmata kõrgele järjele jõudnud. Metallide wäljasulatamist metallikiwidest ehk ärtsidest nimetatakse metallurgiaks.

Et teada saada, kas ühest wõi teisest metallikiwist wõimalik on metalli wälja sulatada, selleks on tarwis teda keemialiselt analüserida. Metallurgias tarwitatakse metallikiwide analüserimiseks kõiki neid abinõusid, mida keemiaski — küll katsutawat minerali wedelikkudes ja hapetes lahutades, küll

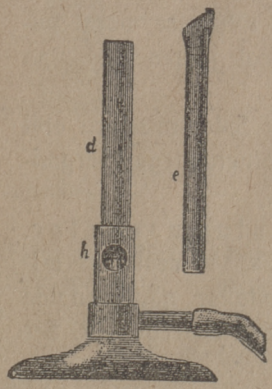
*) Geologiaks nimetatakse õpetust maakera wälimise ja sisemise iseloomu ja selle muutumise üle.

tule soojust abiks wõttes. Kiwide-uurijad aga armastawad sagedasti oma kiwide järelkatsumisel õige lihtsat abinõu tarwitada. Riistapuud, mida sealjuures tarwitatakse nimetatakse sulatamisetoruks.

132. Sulatamisetoru abil puhutakse gaasi- ehk küünlaleegisse peenike juga õhku, mis leegisse palju hapnikku saadab, nii et rohkema hapniku abil põlemine jõudsamini edeneb ning kiireneb. Selle tagajärg on leegi kõrgem temperatur. Sulatamisetoru osad on: suunaga (e), mis walgest wasest toru (a) sisse pistetakse. Toru on laiendatud tsilindri (c) sisse kruuwitud, kust täisnurgas peenike toru (b) wälja tuleb, mille otsa üsna peenikese awandusega platinast tulenagakese wõib pista. Suunaga (e) wõetakse tugewasti huulte wahele, tulenaga (b) aga pistetakse leegisse, kuhu õhujuga tahetakse saata. Tarwitamiseks on gaasileek kõige mõnusam. Niisugusel korral pistetakse harilise gaasi põlemise-naga tsilindri sisse teine tühi tsilinder koomale-pigistatud wildaka otsaga (e). Kui gaasileeki saadawal pole, wõib piirituselampi tarwitada, mida täiesti ise wõib walmistada. Läbi laia ja madala rohuklaasi korgi pistetakse koomale-pigistatud wildaka ülemiseotsaga klaas-toru.



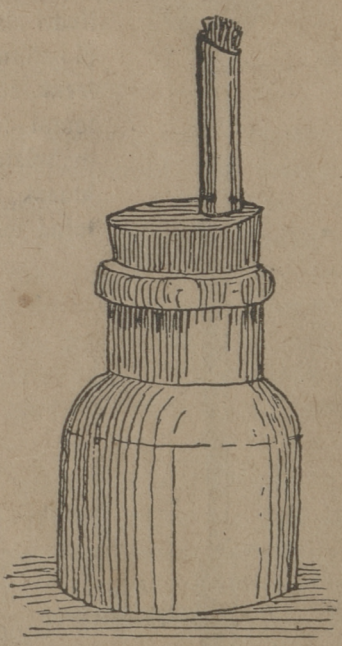
Pilt nr. 62. Sulatamisetoru.



Pilt nr. 63. Gaasilamp wildaka põlemisenagaga.

Torust tõmmatakse pehmetest puuwillalõngadest põlemise taht läbi. Rohuklaasi enesesse walatakse segu 12 osast denatureritud, s. o. joomiseks kõlbmataks tehtud, piiritusest ja ühest osast puhastatud terpentiniõlist — ja lamp on põlemiseks walmis.

133. Sulatamisetoru abil wõib kahesugust leeki saada — oksüderijat ja wabastajat. Et oksüderijat leeki saada, pistetakse toru tulenaga 1/3 leegi laiusest läbi, nõnda et toru wildaku lambinaga äärega roobastikku oleks. Puhumise peale kaldub leek kõrwale ja sünnitab wäga terawa, kahwatu sinaka keelekese. Kõige wälimine leegi wiir (a) mõjub sellepärast oksüderiwalt, et siin katseaine kange kuumuse käes tubli hapniku juurdewoolu sees wiibib. Et wabastajat leeki sünnitada, selleks ei lükata tulenaga nii sügawale leegi sisse, waid ainult niikaugele, et ots leeki puudutab. Puhumise korral kaldub kollane helendaw leek kõrwale. See on rikas põlemata sõe-osakeste poolest, mis kõrge temperaturi käes ärapõlemiseks tarwisminewat hapnikku katsel olewa aine käest wõtawad ja teda seega hapnikust wabastawad. Sulatamisetoru tarwitades peab ennast harjutama õhku torusse põselihaste rõhumise waral puhuma ja seal juures läbi nina hingama.

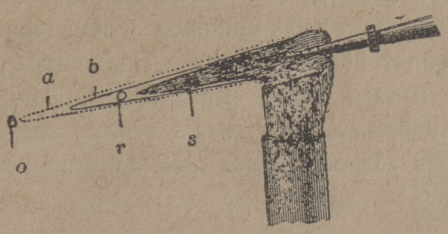


Pilt nr. 64. Rohuklaasist walmistatud piirituselamp.

134. Sulatamisetoru abil tehakse mineralidega järgmised katsed.

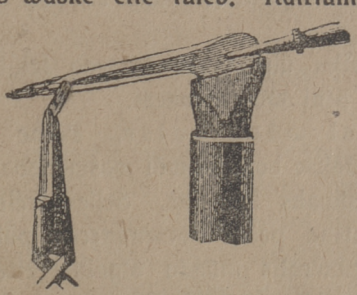
1) Sulawusekatse. Õhuke killuke katsealusest mineralist hoitakse näpitstangide waral oksüderija leegi sees. Sel wiisil on kerge otsusele jõuda, missugused mineralid mitte ei sula (ka õhukestes äärtes

sulama ei lõõ), missugused raskelt sulawad (ainult õhukestes äärtes sulaks lõõwad) ja missugused kergesti sulawad.



Pilt nr. 65. Oksüderija ja wabastaja leek.

2) Leegi wärwikatse. See katse teeb wõimalikuks mõne algaine ettetulekut mineralides kindlaks määrata. Nii näit. wärwiwad kõik wase (Cu) ühendused, kui neid soolahappega märjaks kastetakse, leegi sügawroheliseks. Leitakse niiwiisi, et soolahappega niisutatud mineral sulatamisetoru leegi sees wiimase roheliseks wärwib, siis wõib kindel olla, et selles mineralis waske ette tuleb. Natriumisoolad wärwi-

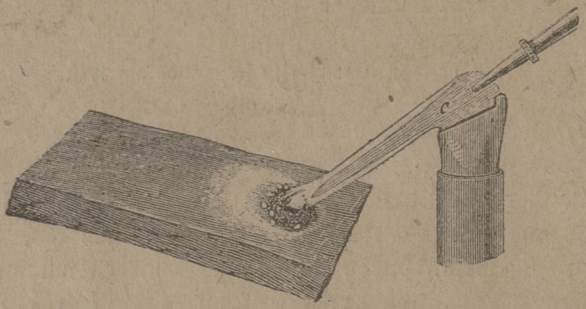


Pilt nr. 66. Sulawusekatse.

wad leegi kollaseks, strontsiumisoolad selgesti punaseks, bariumisoolad, ilma soolahape abiks wõtmata, roheliseks, jne.

3) Katse sõe peal. Selleks wõetakse lame tükk hästi põletatud puusütt. Ühe otsa sisse kaewatakse lame auguke ja pannakse sinna tükike katsealust ainet wõi selle pulbrit ja juhitakse ta peale sulatamisetaru leek. Selle juures aurawad mõned mineraliosakesed ära ja langewad uuesti

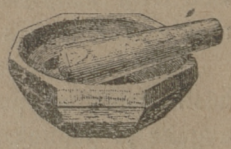
alla, natuke maad eemale sõetüki peale mitmekarwalisi tahmasid sünnitades. Nõnda tõuseb mineralidelt, mis antimoni sisaldawad, sulatamisetoru leegi ees tihe suits antimoni oksüdi ja waob sõe peale walge tahmana alla. Ka arsenikut (As) sisaldawad mineralid annawad walge tahma, aga nende suitsul on wänge küüslaugu-lõhn. Tina annab rohekaskollase tahma, mis üsna minerali proowitüki ligidale maha langeb. Suur hulk mineralisid, mis eneses raskeid metallisid sisaldawad, annawad sõe peal nende metallide kuulikesi. Sõehappe,



Pilt nr. 67. Katse sõe peal.

weewli ja hapniku ühendused wasega tekitawad sulatamisetoru leegis sõe peal wasekerakesi.

4) Klaasi wärwikatse. Peene platinatraadi silmuse sisse wõetakse boraksi wõi wosworisoola pulbrit ja sulatatakse läbipaistwaks klaasiks. Selle järele lisatakse klaasi juurde natuke üsna peent katsemineralipulbrit. Selle tagajärjel, et katsemineralis mõnda algainet ette tuleb, omandab klaas üsna iselaadilise wärwi. Nõnda wärwiwad kroomi sisaldawad mineralid boraksi wõi wosworisoola klaasi smaragdikarwa roheliseks. Raud annab klaasile wabastajas leegis pudeliklaasi karwa rohelise wärwi jne. Et katseks tarwisminewat ülipeent mineraalipulbrit saada, selleks purustatakse ja õõrutakse mineralikilluke ahatikiwist uhmrikese sees sestsamast kiwist nuiaga pihuks.



Pilt nr. 68. Ahatikiwi uhmer.

Kuld (Au).

(S. atl. ll. t. nr. 1—5; k. 2,5—3; t. 15—19,4; puhta kulla t. 19,28).

135. Kuld kristalliserib korrapäralises süstemis, kuid kristallides leitakse teda wäga harwa. Kristallid on harilikult wäiksed, segaselt wälja arenenud ja kõwerate tahkudega. Suurem hulk nendest on oktaedrid, kuudised ja längruudu kaksteist-tahud. Sagedamini leidub aga lausa kulda looduses harulistes puusarnastes sünnitustes ehk kokkukeeratud traadikimbukeste näol. Ka on wäga harilikud liblekesed, soomusekesed ja terakesed, — sagedasti nii pisikesed, et nad paljale silmale nähtawadki ei ole; mõnikord aga tuleb kulda üsna suurtes kamakates ette. Mitme solotniku raskuseid tükka leidub juba sagedasti, kuid tükka, mille raskust naelte järele tuleks arwata, tuleb harwa ette. Kõige suurem kullatükk, mis Australias Viktoria maakonnast leitud, kaalus 70,91 kilogrammi (puhast kulda oli temas 69,67 kg.). Kõige suurem Wenemaal, Lõuna-Urali mägedes Tsarewo-Aleksandrowski kaewanduses leitud tükk kaalus 2 puuda 7 naela 91 solotnikku.

Pilt nr. 69. Kulla kristall.

Kulla läige on tugew metalliline, wärw iseloomuline kollane. Mida enam aga hõbedat kullale juurde on segatud, keda heledam on ta karw. Üliõhukesed kullalehed helendawad rohelise walgusega läbi. Kuld on ülisitke ja weniw, nii et kopika suuruse tükiga wõimalik on ratsameest ühes hobusega üle kullata. Ta on nii pehme, et teda küünega kriimustada wõib. Et kullale rohkem kõwadust anda, segatakse teda wasega. Niisugusest kokkusulatatud segust — sulandist ehk ligaturist — walmistatakse harilikult kõik kuldehted ja rahad.

137. Lausa kuld pole looduses millalgi keemialiselt puhas. Temas leidub igasuguseid lisandusi, enamasti hõbedat, mille rohkus 3 kuni 38 protsendi wahel kõigub. Muidugi mõista on kullal seda wähem wäärtust, mida rohkem temas

hõbedat leidub. Teistest lisandustest teenib kõige rohkem tähelepanemist wask. Kuld sünnitab kuningaweega (salpetri- ja soolahappesegu) ja tsüankaliumi lehelisega wees sulawaid kullaühendusi; elawhõbedas aga sulab ta ise. Tulel sulab kuld 1072° C. juures.

Kuld on kallis ja puhas metall. Ta ei roosteta millalgi. Sellepärast esitab ta warandust, mis rikki ei lähe ja mida kerge on igasuguse teise kauba wastu ümber wahetada.

Kulda tuleb ainult teiste mineralide sisse paigutatult ette. Ta wõib nendes kas algupäraselt ette tulla, wõi on ta juhtumisi nende sisse külitud. Algupärased leiukohad on need, kus kuld soontena ehk terakestena miskisuguse kõwa pudenemata lademekiwi sees peitub. Niisuguseks lademekiwiks on sagedasti ränikiwi ehk kwarts. Et kullakübemekesi kwartsitükkide seest kätte saada, selleks purustatakse kwarts suurte tampimisemasinate abil peeneks pulbriks. Suurem jagu kwartsipuru uhutakse weega minema, kuna raske kullapõrm uhtumisewärgi põhja jääb, kust ta prügi seest elawhõbeda abil wälja toodakse, sest elawhõbe korjab ja sulatab kõik kulla killukesed enese sisse.

Kõwa kwartsi seest kulla kättesaamine on kulukas. Sellepärast wõib kulda kasuga ainult niisugustsst kiwidest wälja töötada, kus 100 puuda kiwi kohta wähemalt 8 solotnikku kulda saadakse.

137. Külitud kulla leiukohad tekiwad, kui algupäraste kohtade lademekiwid wee ja õhu tegewuse läbi ära pudenewad. Pudenemisesaadused, liiwa ja kiwirahnud, kannab wesi madalamatesse kohtadesse, kuhu ka kuld uuesti sisse sängitatakse. Siin leidub kuld juba wabade terakestena kobeda sawi ja liiwa sees. Need kohad on kas praegu jookswate jõekeste wõi endiste jõgede liiwikud. Kullakandja kihi peal lamab aga harilikult wäga mitmesugusest paksusest ladem kullata liiwa. Jõe põhjast tuuakse kullarikas liiw ämbrite ja kärude abil pesurennide ülemisesse otsa, kust teda weega minema uhutakse. Rennide põhjas on tee peal risti ees serwakesed, mille taha kuld, kui raskem aine, korjab, kuna liiw ja sawi weega edasi läheb. Niisugust kullapesemist toimetatakse

ka suurel mõõdul kaewamise- ja pesemisemasinete abil. Et siin kulla kättesaamise waew palju wähem on, kui kulla algupärastest leiukohtadest kättesaamisel, siis maksab nendes juba töötada, kui 100 puuda liiwa sees 25 dooli kulda leidub. 2 solotnikku kulda 100 puuda liiwa sees lubawad leiukohta rikkaks nimetada.

Kuld oli ju wanadel egiptlastel tuntud ja kaewati Niili madalikus wälja. Sellekohased teated ulatawad üle 1600 a. e. Kr. tagasi. Suurem kulk endise aja kulla leiukohtasid on ammu läbitöötatud ja ei anna enam saaki, — muu seas ka Europa kullakaewandused. Üsna wähesel mõõdul saadakse praegu weel kulda Karpatides ja Alpide jalal. Mõõdalãinud aastasaja õnneotsijaid kihama panew Kalifornia poolsaar on kulla poolest tühjaks otsitud ja ka Austraalia kullasaak wähenenud. Ameerika jääb aga praegu esimeseks kullaleiu kohaks (Aljaska, Kolumbia, Mehhiko, Guyana, Tschile j. t.). Austraalia on teisel ja Afrika (Transwaal — wististi endine Ophir) kolmandal kohal. Siberi ja Urali leiukohad lubawad Wenemaad kullasaagi poolest neljandal kohal seista. 1903 aastal kaewati Wenemaal kulda 2119 puuda. Terwe maailma kullasaak on wäga wankuw ja oli 1893 a. 227.400 kgr. suur.

Platina (Pt).

(K. 4—5; t. 14—19; puhta taotud platina t. 21,23).

139. Platina kristalliserib korrapäralises süstemis, kuid kristallisid leidub wäga harwa. Harilikult leidub teda wäikeste terakeste, soomusekeste, plaadikeste ja tükikeste näol, nagu kuldagi, kuid platina tükid on läbistikku palju wähemad. Kõige suurem Urali mägedest leitud tükk kaalus 23 naela 48 solotn. Platina on terashalli karwa. Lausa platina ei ole looduses aga millalgi puhas. Tähtsam lisandus on raud. Iseäranis Wenemaa lausa platinas leidub rauda kuni 10 protsenti. Sulatamisetoru leegis platina ei sula; lahkub ühest ainult kuningawees, teised happed ta peale ei mõju.

Et platina tulel raske on sulama (1775° C.) ja hapetele wisalt wastu suudab seista, sellepärast on ta keemialistes

laboratoriumides ehk töötubades ülitarwiliseks aineks saanud. Temast walmistatakse sulatamisepannisid, tulekindlaid nõusid ja põlemisenagasid. Hinna poolest oli ta kümmekonna aasta eest alles kulla ja hõbeda wahel, nüüd aga kullast kõrgemal. Pealeiukohad on Urali mäed; teda tuleb ka Amerikas, Austraalias ja Borneo saarel ette. 90 protsenti kõigest müügile tulewast platinast on Wene platina Urali mägedest.

Hõbe (Ag).

(S. atl. II. t. nr. 6—9; k. 2,5—3; t. 10—12)

140. Hõbe kristalliserib korrapäralises süstemis, kuid ta kristallisid leidub wäga harwa. Sagedasti tuleb lausa hõbedat looduses juukse- wõi traadikujuliste sünnituste näol ette. Liblekesed, lehekesed ja korratua tükid on ta harilised wormid. Tulel sulab ta 960° C. juures. Hõbeda karw on igaühele tuntud — walge. Ta pind katab ennast aga sagedasti pruuni wõi musta tahmaga. Wäga õhukest, ükskõik missugust wärwi tahmakordasid mineralide peal nimetatakse wineks. Et winega kaetud minerali õiget wärwi näha saada, selleks on tarwis temast kild maha lüüa wõi ta pinnale kriim tõmmata, mis pärast kriimu puru ärapühkimist wärsket mineralipinda näitaks. Hõbedast walmistatakse söögiriistu, tehakse ehteasju ja lüüakse raha. Teda leidub üsna suurtes lausa tükkides. Hõbedat sagedasti tuleb ka keemialistes ühendustes ette. Iseäranis weewliga sünnitab ta nõndanimetatud hõbedaläike-kiwi (Ag_2S; S. atl. II. t. nr. 10—15). Hõbedaläike-kiwi tuleb aga looduses suuremalt jaolt tinaläikega (PbS) segatult ette. Sellepärast wõidetaksegi uuemal ajal hõbe ühes tina ja wasega tinaläike-kiwist (waata lhk. 141), kus ta harilikult 0,01 kuni 0,5 protsenti terwest kogust wälja teeb, kuid seegi lisandus on suur küllalt, et temast kasuga hõbedat wälja eraldada. Lausa hõbedat saadakse paljalt mõnes Põhja-Amerika Ühisriikide osas. Wenemaal töötatakse kõik hõbe tinahõbeda-kiwist wälja. Iseäralised leiukohad on Siberis Altai mäed ja Nertshinski ümbrus, kuna Kaukasia

mägedes teda wähem leidub. 1903. aastal saadi Wenemaal 6494 puuda tina kõrwal 70 puuda hõbedat.

Kõige rohkem hõbedat saadawad turule Põhja-Amerika Ühisriigid ja Mehhiko, esimene aasta 1 1/2 miljoni, teine üle 1 miljoni kgr. Selle järele tuleks Saksamaa (üle 300,000 kgr. aastas), Australia, Boliwia ja Tchile.

Elawhõbe (Hg).

(T. 13,59)

141. Elawhõbe on ainuke metall, mis harilikus temperaturis wedelas olekus on. Ta karw on hõbewalge kuni hall. 40 kraadilise külma käes (Celsiuse järele) külmab ta kõwaks ja laseb ennast taguda nagu muudki metallid. Suur hulk teisi metallisid sulab ta sees ära. Niisugused sulandid nimetatakse amalgamideks. Juhtub näituseks tilk elawhõbedat kuldsõrmusega kokku puutuma, siis ei jäta ta kulla sulatamist naljalt järele ja sööb sõrmuse katki. Tule kuumus (360° C.) muudab elawhõbeda auruks, kuid jahtudes tiheneb ta jälle tilkadeks. Elawhõbedat tarwitatakse soojamõõtjate, barometerite ja mitmete muude füsikaliste abiriistade walmistamiseks. Peale selle on tal suur tähtsus metallurgias (kuld ja hõbe), peegliklaasi tööstuses, lõhke-ainete walmistuses, arstiteaduses ja mujal. Lausa leitakse teda looduses harwa. Teda saadakse ta weewliühenduse — suitsukiwi — seest üsna hõlpsasti kätte.

Suitsukiwi ehk tsinnober (HgS; k. 2, t. 8; S. atl. II. t. nr. 16—18). Suitsukiwi kristalliserib kuuekülgses süstemis, kuid ta kristallid on üsna wäiksed ja tulewad harwa ette. Harilikult esitab suitsukiwi tihedaid ehk kristallisõmerlisi kogusid. Tal on iseloomulik tumepunane karw, kuid lisanduste läbi wõib see helepunaseks ehk hallipoolseks kuni tinahalliks muutuda. Kriimud on igakord punased. Kristallitahkudes on ta teemandiläikega. Keemialiselt on ta weewli ja elawhõbeda ühendus. Sulatamisetoru leegi ees aurab ta täiesti ära. Kui suitsukiwi pulbrit soodaga segatult katseklaasis soojendatakse, lahkub elawhõbe ühendusest ja koguneb enese läikiwate tilkadena klaasi ülemiste külmade äärte külge.

Suitsukiwi on ainuke mineral, millest elawhõbedat saadakse. Halwematest tükkidest walmistatakse punast tsinnoberiwärwi.

Suitsukiwi leiukohad on küllalt haruldased. Kõige paremad on Almadeni kaewandused Lõuna-Hispanias. Wenemaal kaewatakse suitsukiwi Nikitowka jaama ligidalt, Bahmuti kreisis, Jekaterinoslawi kubermangus. Peale selle tuleb teda Kaukasia mägedes, Dagestani maakonnas ja üsna wähesel mõõdul Urali mägedes ette.

Tsink (Zn).

(K. 2; t. 7,15).

142. Tsingi karw on sinakaswalge. Tal on kristallisõmerline iseloom, mis iseäranis ta murrukohal awalikuks tuleb. Ta on rabe metall ja ragiseb hammaste all. 100°—150° C. palawuses on ta kaunis sitke, läheb oga peale 205° C. nii rabedaks, et teda metalluhmris pulbriks wõib tampida. 420° C. kuumuses lõõb ta sulama.

Tsink on laialt tarwitataw metall, iseäranis elektritehnikas, tsinkografias, keemias ja arstiteaduses. Lausa teda looduses millalgi ei leita, waid saadakse ühendustest. Niisugused ühendused on: tsingiläige (Zn S: S. atl, IV. t. nr. 8, 9 ja 10), — punakaskollane, pruun kuni mustjas, wilturuudu dodekaedrites wõi tornik-tetraedrites kristalliseriw teemandiläikega tsingi ja weewli ühendus; galmei ($ZnOH)^2 CO^3$; S. atl. IV. t. nr. 12), sõehapu tsink weego. Rikkamad tsingi kaewandused on Rheini-maades, Belgias, Silesias, P. A. Ühisriikides ja Inglismaal.

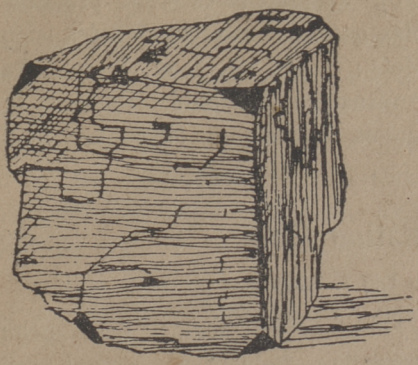
Seatina (Pb).

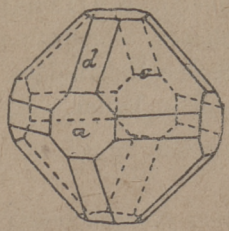
(K. 1,5; t. 11,37).

143. Seatina karw on wärske lõike kohalt sinakashall. Ta läheb aga mõne aja pärast üsna tuhmiks. Ta on üsna pehme ja määrib paberi halliks. Seatina sulab 395° C. kuumuses. Teda tarwitatakse maa-alusteks weetorudeks, püssikuulideks ning haawliteks jne. Lausa teda looduses ei leita.

Tähtsam mineral, millest teda saadakse, on tinaläige, ka sõmertinaks nimetatud.

Tinaläige (PbS; S. atl. IV. t. nr. 1—3; k. 2—2,5; t. 7,3—7,6). Tinaläige kristalliseerib korrapäralises süstemis.

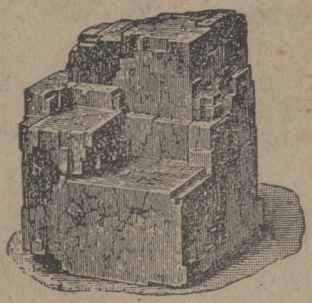




Pilt nr. 70. Tinaläike kristallid.

Harilik worm on kuudis, kuid sagedasti leidub kuudise ja oktaedri wõi kuudise, oktaedri ja rhombuslise dodekaedri ühendusi. Kristallid on hästi wälja arenenud ja mõnikord üsna suured. Lõhkewus on kuudisetahkude sihis ülitäielik. Suuremalt jaolt leidub tinaläige aga tihedates peenesõmerlistes tükkides. Tal on tugew metallilläige ja tinahall karw wähe punaka warjundusega. Nagu eelmises peatükis öeldud, leidub temas peaaegu ikka ka hõbedaläiget.

Pilt nr. 71. Tinaläike kristall.



Pilt nr. 72 Tinaläike kristalli lõhkewus.

Teised tinakiwid looduses on: **püromorfit** (Pb^4 (Pb Cl) $(PO^4)^3$; S. atl. IV. t. nr. 4 ja 5), wosworihapu tina, rohelist, pruuni wõi walget wärwi, kristalliseerib kuueküljelistes pikatriibulistes sammastes. — **Mimetesit** (Pb^4 (PbCl) $(AsO_4)^3$ S. atl. IV. t. nr. 6), wahakollastes kuni pruunikaskollastes tugewasti läikiwates neerusarnastes kristallides leiduw mineral. **Wulfenit** ($PbMoO^4$; S. atl. IV. t. nr. 7), punakaskollased tahwlisarnased ruutsüstemi kristallid. Rohkesti tina leitakse Ühisriikides, Mehhikos, Saksamaal, Hispanias, Inglismaal ja Italias.

Inglistina (Sn).

(K. 1,5; t. 7,29)

144. Inglistina on hõbedakarwa walge, üsna pehme metall. Tal on kristallisõmerline iseloom ja ragiseb sellepärast painutamisel. Ta ei muuda õhu käes oma karwa, sellepärast tarwitatakse teda wasknõude ja raudpleki tinutamiseks. Ka taotakse teda õhukesteks lehtedeks, mida stanniolpaberi nime all õrnade toidu-ainete sissepakkimiseks tarwitatakse, et neid hukkaminemise eest hoida. Ta kerge sulawuse pärast (228°C) tarwitatakse teda selleks, et metallisid ühte joota. Lausa looduses teda ei leita. Ta tähtsam ühendus on **tinakiwi** (SnO^2; S. atl. XVI. t. nr. 7). Tinakiwi on kollakat kuni musta karwa ja kristalliserib ruudusüstemis. Tähtsamad leiukohad on Sunda saared, India, Saksimaa, Cornwall (l. kornuaal), Lõuna- Inglismaa, ja põhjapoolne Laadogajärwe kallas Wenemaal.

Raud (Fe).

(K. 4—6; t. 7,8)

145. Mitte kuld ei ole ilma kuningas, waid raud. Raud on kõige praeguse aja kultura alus. Raua abil lühendsa inimene oma tarwis kõik maapealsed kaugused, maad raudteedewõrguga kattes ja mere tarwis raudseid hiiglasi — aurulaewu — ehitades. Raudsed masinad astuwad inimesele igal ta töõpõllul abiks. Ilma rauda tarwitamata ei saa kulturaini-

mene sammugi teha. Koguni mõttetöö wiligi leiab omale raua abil teed inimeste sekka. Pisikese terassule abil woolawad mõtted paberile ja suured raudsed kiirtrükimasinad haarawad nad kinni ning paiskawad kümnetes tuhandetes eksemplarides maailma. Kui keegi sortsilane oma kunstiga ilmast äkitselt kõik kulla ära häwitaks, ei kaotaks inimesed selle läbi suurt ühtigi. Raua ärahäwitamine ilmast lükkaks aga terwe inimesesoo wiletsuse sisse.

Kui tarwiline inimesesoole raud on, seda näitab juba iga-aastane wäljasulatatud raua üleüldine rohkus. Rauda walmistatakse üleilmliselt iga aasta ligikaudu 30 korda niipalju, kui kõiki teisi metallisid ühtekokku.

Rauda leitakse looduses lausa olekus üsna wähesel mõõdul. — ainult meteorkiwides (S. atl. V. t. nr. 1 ja 2).

Rauakiwid.

147. Raualäige (Fe_2O_3; k. 6; t. 5,3; S. atl. V. t. nr. 9—12 ja t. VI. nr. 1). Raualäige kristalliserib kuuekülgses süstemis. Ilusaid kristallisid leidub sagedaste, kuid harilikult sünnitab ta tihedaid, warjatud kristalliiseloomuga kogusid, mida ühise nimega punaseks rauakiwiks nimetatakse. Wäga sagedasti on ta looduses õhukeste soomusetaoliste liblede kogudena asumas. Karw on raudmust wõi terashall. Ta on täiesti läbipaistmata ja läigib tugewa metallilise läikega. Raualäige on kergesti tunda kriipsust, mis ta walge kareda portselaniplaadi peale järele jätab. See on nimelt kirsipunane. Keemialiselt on raualäige raua oksüd (Fe_2O_3) ja enamasti puhas lisandustest. Ilusatest tihedatest tükkidest lihwitakse ilukiwa (werekiwi), muu läheb raua- (malmi-) sulatamise ahju.

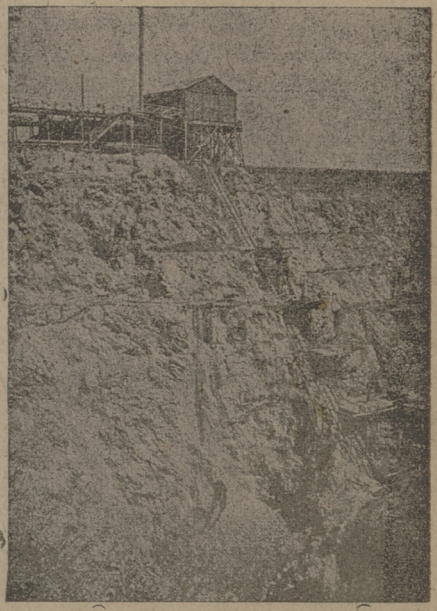
Punase rauakiwi poolest rikkad Wenemaal on kohad: Kriwoi Rog' ümbruskond, Hersoni ja Jekaterinoslawi kuberm. ja Urali mäed. Suuri lademeid leidub ka Saksamaal, Inglismaal, Belgias, Elba saarel ja Põhja-Ameerikas.

148. Pruun rauakiwi ($Fe_2O_3 + 2H_2O$; t. 3,4—4; S. atl. VI. t. nr. 2,3,4,6 ja 7). Leidub ainult warjatud kristallilistes kogudes, nii et tema kristallisüstem teadmata on. Sünnitab kogusid, mis kokkuwoolanud jääpurikaid meelde

tuletawad, wõi esitab peenekiulisi kobara- ja neerusarnaseid sileda pinnaga teisendisi (pruun klaaspea). Kõige sagedamini leidub teda tihedates muldsetes lademetes wõi kordlise iseloomuga terades. Teda tuleb ka kiwistuse ainena ette. Siberis leidub pruuni rauakiwi läbi kiwistatult terweid metsi maa all. Ta läige on nõrk, poolmefalliline ja puudub muldsetes kogudes üleüldse. Karw on muldsetes kogudes igas astmes kollakaspruun, tihedates kogudes tumepruun, mõnikord pea-aegu must. Ka üsna muste tükka on portselaniplaadi peale tehtawa kriimu läbi kerge ära tunda. See on nimelt iga kord kollakaspruun. Keemialiselt on pruun rauakiwi rauaoksüdi hüdrat, nõnda siis tihe rauarooste. Kõik teised rauaühendused muutuwad sagedasti wee tegewuse läbi pruuniks rauakiwiks. Keemialiselt puhas on ta harwa. Lisandused — sawi, kwartsiliiw jne. — on aga paljalt juurde segatud.

Pruuni rauakiwi lademeid tuleb wäga mitmel pool ette. Iseäranis rikas nende poolest on Ural. Pruuni rauakiwi tarwitatakse ainult malmi wäljasulatamiseks.

Pruun raudkiwi sünnib praegugi ühtepuhku meie järwede, rabade ja wesiste heinamaade põhjas. Niisugune noor rauakiwi on soo-rauakiwi nime all tuntud.



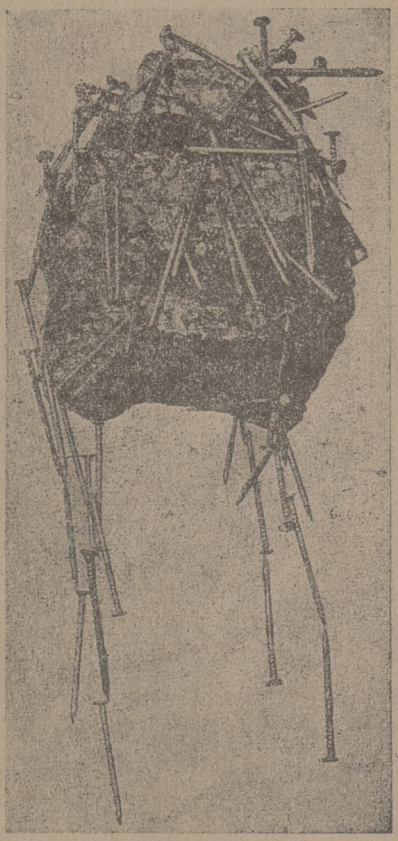
Pilt nr. 73. Karnawatka rauakaewandus Kriwoi Rog'i juures.

149. Magnet-rauakiwi ($FeFe_2O_4$; k. 6; t. 4,9—5,2; S. atl. V. tb. nr. 13 ja 14). Magneti rauakiwi kristalliseerib korrapäralises süstemis. Kristallid on enamasti hästi wälja-

arenenud oktaedrid, harwa leidub rhombuslisi dodekaedrid. Harilikult leidub aga magnet-rauakiwi tihedates wõi sõmerlistes lademetes, wõi kirjana teiste mineralide seas. Ta on ka kõige õhemates lehekestes läbipaistmata. Läige metalliline, kuid mitte tugew; karw raudmust; kriim — walge portselanitahwli peal ikka must, nii et teda juba kriimu järele teistest raudkiwidest wõib eraldada. Tema muudest iseäraldustes kõige tähelepanemise-wäärilisemad on tema magnedilised omadused. Ta ei tõmba mitte üksi magnedinõela tugewasti oma poole, waid mitmed tükid tõmbawad isegi tublisti rauda külge. Niisuguseid tükkisid nimetatakse loomulikkudeks magnetideks ja neil on mõlemad poolused, nagu seda magnedinõela külgetõmbamiste ja äratõukamiste läbi kindlaks wõib teha.

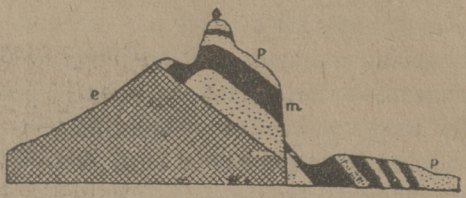
Keemialiselt pole magnet-rauakiwi muud kui raua enese happega ($H_2 Fe_2 O_4$) sünnitatud rauasool, kus kahe wesinikuatomi asemele üks raua-atom (kahe wäärtusline) on astunud. Teda leidub sagedasti keemialiselt puhtalt, kuid tuleb ka lisandusi ette. Sulatamisetoru leegi ees sulab ta wäga raskesti.

Magnet-rauakiwi on looduses küllalt laialilagunenud raua-ühendus; ta läheb raua wäljasulatamiseks. We-



Pilt nr. 74. Magnet-rauakiwi magnediline tegewus (tõmbab raudnaelu oma külge).

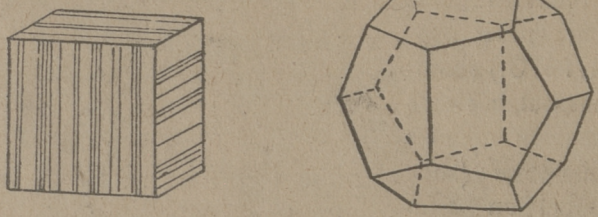
nemaal on Ural määratusuurte magnet-rauakiwi lademete poolest kuulus, ja nimelt mäed: Wõssokaja, Blagodatj, Magnitnaja ja Katshkanar. Peale selle on peq-leiukohtadena nimetada: Norra-, Rootsi-, Soome- ja Lapimaa; — Algeria, Kanada ja P. A. Ühisriigid.



Pilt nr. 75. Blagodati mägi.

Rauapagu (S. atl. VI tb. nr. 8) on iseseisew kordlise (paolise) iseloomuga rauakiwi. Ta esitab sõehaput rauda ($FeCO_3$), kristalliserib rhomboedrites, on wärwi poolest kollakas kuni pruun ja annab head rauda. Enamasti on ta ränimulla ja lubjaga segatud.

150. Pürit ehk leeprikiwi (FeS_2; k. 6—6,5; t. 4,9—5,2; S. atl. V. t. nr. 3—8). Ka pürit tuleb rauakiwide



Pilt nr. 76. Püridi kristallid.

hulka lugeda, ehk teda küll raua wäljasulatamiseks ei tarwitata. Ta kristalliserib korrapäralises süstemis. Kõige sagedamini leiduwad triibuliste tahkudega kuudised ja üks iseäraline tõug pooltahulsust, wiienurgeline kaksteist-tahk ehk pentagonal dodekaeder. Ka mõlemate ühendid tuleb ette. Kristallid on enamasti ilusasti wäljaarenenud ja hästi suured. Sagedamini kui kristallides leidub pürit tihedates neerusarnastes kogudes. Ta on helekollane mineral tugewa metallilise läikega, mille tõttu teadmata inimesed teda ka kullakiwiks peawad.

Keemialiselt on ta kahekordselt weewliga ühendatud raud ja teda leidub sagedasti keemialiselt puhtas olekus. Harwa leitawatest lisandustest on kuld nimetamisewäärt. Sulatamisetoru leegi ees sulab ta magnediliseks kuulikeseks. Pürit on nii kõwa mineral, et terasega sädemeid annab.

Pilt nr. 77. Püridi kristall.

Pürit kui ka teised weewlimetallid on wähese püsiwusega mineralid. Wesi ja õhuhapnik lahutawad püridi ära. Esiteks lahkub weewel ja ühineb wee wesinikuga weewelwesinikuks (H_2S) — mädamunade järele lõhnawaks gaasiks; rauaga ühineb aga hapnik ja wesi, ning wesi sünnitab raua-oksüdhüdradi s. o, pruuni rauakiwi ehk rauarooste ($2Fe_2O_3 3H_2O$). Weewelwesinik sulab wees ära ja uhutakse minema. Tuleb niisugune wesi päewawalgele, siis wõtab õhu hapnik wesiniku weewelwesinikust omale ja weewel heidetakse wälja ($H_2S + O = H_2O + S$). Niimoodi on weewli lademed Urali mägedes Saimonowi orus sündinud. Rauarooste ehk pruun rauakiwi, kui wees sulamata aine, jääb endise püridi asemele. Enamasti jätab muutumine pruuni rauakiwi kogudele weel koguni püridi kristalliwormidki alale. ja need ilmuwad seega nõndanimetatud walekristallides.

Pilt nr. 78. Püridi kubikud Kaukasia mägede sawi-lademetest.

Püridist walmistatakse weewlihapet, kuid rauda temast ei sulatata. Ei ole nimelt korda läinud rauda weewlist odawal teel wabastada, weewel aga teeb raua rabedaks.

Püriti leidub peaaegu igal pool wäga mitmesugustes tingimistes. Suuremate kogudena leidub teda Wenemaal mitmel pool Urali mägedes, Kaukasias ja mujal. Eestimaa lubjapae sees leidub üksikuid, ilusaid püridikristallisid.

Raua wäljasulatamine.

151. Tähtsamad rauakiwid, millest rauda wälja sulatatakse, on: magnet-rauakiwi, raualäige ja pruun rauakiwi. Sulatamisele tulewad tükid sisaldawad nimetatud mineralisid peaaegu puhtalt. Tühjade lisanduste rohkus pole neil kuigi suur. Magnet-rauakiwi leidub kristall-sõmerliste segamineralide lademete wahel iseladememete ja lasude wiisi. Raualäige asub harilikult kristall-sõmerliste kildkiwi-kihtide wahel lademetena ja lasudena. Pruun rauakiwi sellewastu asub purunenud maakihtide, iseäranis sawide ja liiwakiwide wahel pesakondade wiisi ridades.

Pilt nr. 79. Blagodati mägi.

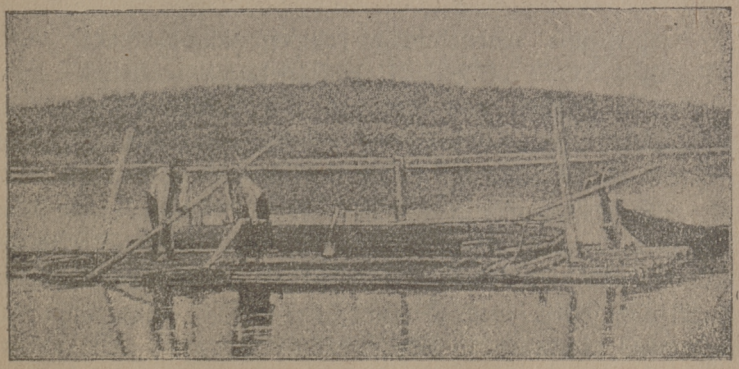
Wenemaal on Urali mäed rauakiwi lademete poolest iseäranis rikkad. Nad seisawad rauarikkuse poolest terwes maailmas esimeses reas. Nende rauakiwide tagawara näib lihtsalt otsata olewat. Urali mägedes kaewatakse peaasjalikult magnet- ja pruuni-rauakiwi. Esimese leiukohad on määratud. Mitmel pool Urali mägedes tõusewad taewa poole mäed, mis suuremalt jaolt läbi ja läbi magnet-rauakiwi esi-

tawad. Magnet-rauakiwi murtakse nendest lausa mäe pinnal mitmes trepimoodi astmes. Magnitnaja mäe üleüldine rauakiwi tagawara üksi arwatakse üle 3 milljardi puuda ulatawat.

Mägi Blagodatj on Permi kuberm., Werhoturje kreisis. Merepinnast on ta 180 sülda kõrgemal. Raobastikku Urali pea ahelaga ulatab ta põhjast lõunasse ja on ligi 2 wersta pikk. Magnet-rauakiwi lademed asuwad ta harjal ja idapoolsetel kallakutel. Need lademed on juba 1735. aastal üles leitud ja sest saadik tänapäewani on nendes peaaegu wahet pidamata töötatud. Tema rauakiwi on õige puhas ja annab 52—58% puhast rauda. Kolm wabrikut saawad sellest mäest oma toore materjali.

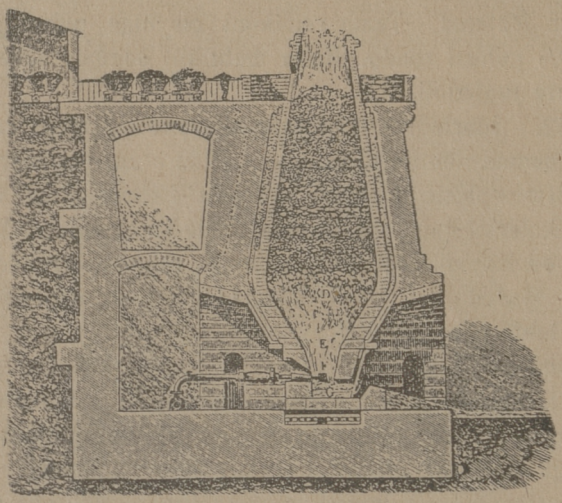
152. Suurte rauakiwi-lademete poolest rikas on ka Europa-Wenemaa lõunapoolne osa. Määratud tagawarad ootawad päewawalgele toomist iseäranis Kriwoi Rogi ümbruses ning Jekaterinoslawi ja Hersoni kubermangudes. Wiimastel aastatel on Kriwoi Rogi ümbruskonnas rohkemgi rauda päewawalgele toodud kui Urali kaewandustes. Kaewamist toimetatakse lahtisel maapinnal.

Soomes ja Olonetsi kubermangus wõidetakse rauakiwi koguni iseäralisel wiisil. Pruun rauakiwi, mis sealsetes järwedes weel praegugi sünnib (sooraud), ammutatakse peene kiwiprügi näol toobritega järwe põhjast palkidest parwede peale, pestakse sealsamas liiwast ja limast puhtaks ning sõidutatakse rauawabrlku juurde.



Pilt nr. 80. Rauakiwi otsimine Soome järwedel.

153. Rauda saadakse rauakiwidest wäljasulatamise teel. Seda toimetatakse üsna suurel mõõdul. Sellekohased wabrikud panewad waatajaid oma suurepäralsusega otse imestama. Hiiglasuurtesse raua-ahjudesse, mis alt ja ülewalt kitsad, keskelt laiad, kuni 12 sülda kõrged ja laialt kohalt kuni 20 jalga laiad, laotakse kordamisi sütt ja rauakiwi ühes sulawust edendawate kiwidega. Süsi sünnitab ahjus põledes rauakiwide sulamiseks tarwilise temperaturi. Peale selle mõjub süsi sel-



Pilt nr. 81. Rauasulatamise ahjud.

les temperaturis wabastawalt rauahapniku-ühenduste peale ($2\,Fe_2O_3 + 3\,C = 3\,CO_2 + 4Fe$). Süsi wõtab rauakiwide hapniku omale ja raud jääb wabaks. Ühes rauakiwidega läheb lisandustena ahju ka sawi ja kwartsi-liiwa, mis iseenesest wäga wisad on sulama. Et ka nemad kergesti sulama lööksid, segatakse rauakiwide hulka lupja. Teistel juhtumistel walitakse sulawuse edendajaks mõni teine aine. Põlemiseks tarwiline õhk pressitakse raske rõhu all toru kaudu alumisest otsast ahju. Kui sula metalli juba küllalt ahju põhja on kogunenud, lastakse ta iseäraliste awanduste läbi wälja. Helendawa hiilgawa ojana woolab sula metall pisikest kraawi

mööda töötegijate kärmel kaastegewusel terwe rea liiwast wormide sisse, kus ta ära tardub. Sellel möödul, kudas sulatamisesaadusi alt ahjust wälja lastakse, kahaneb ahjudes sulatataw kogu. Ülewalt aga lisatakse ühtelugu wagunikeste kaupa uut materjali tagajärele, — kordamisi sütt, rauakiwi ja sulawuse edendajaid. Niimoodi kord tegewusele seatud ahi töötab ööd ja päewad läbi wahet pidamata, kuni ta töötamiseks kõlbmataks saab ja ümber ehitada tuleb.

154. Sulatamiseahjudest tulew raud on malm. Malm läheb harilisest rauast ainult selle poolest lahku, et ta eneses palju sütt — 2 kuni 7% ja enamgi sisaldab. Üks ainuke sulatamiseahi wõib päewas kuni 7000 puuda malmi anda. Sulama löönud kiwi-ained ujuwad ahju põhjas sulanud malmi peal ja kaitsewad malmi õhu hapniku eest. Kui neid liig palju koguneb, lastakse nad teist teed ahjust wälja. Niisugust rauaahjust tulewat äratardunud kiwi-ainet nimetatakse rauarãbuks.

Rauakiwide seas leidub, iseäranis Inglismaal, palju ka niisuguseid, mis eneses woswori sisaldawad. Woswor aga teeb raua rabedaks, ja et endisel ajal rauda wosworist ei osatud puhastada, siis pidiwad need rikkad raualademed muidu seisma. Inglane Thomas leidis aga, et lubi raua wosworist täiesti puhastab ja wiimase rãbuga ühes wälja wiib. Nüüd on ka wosworirikkad rauakiwi-lademed tööstusele awatud. Aga ka sealjuures saadaw wosworihappe poolest rikas rauarãbu on hinnaline aine: ta jahwatatakse ülipeeneks jahuks ja müüakse põllumeestele thomasfosfati nime all wosworihappeliseks wäetisaineks.

Et rauatööstus praegusele kuulmata kõrgele järjele wõis tõusta, selleks pidi enne weel üks takistus ära wõidetama. Wanasti sulatati raud rauakiwidest puusüte abil wälja. Kiwisüsa tarwitada ei wõidud, sest need sisaldawad sagedasti weewlit, ja weewel teeb raua rabedaks. Niipea aga, kui kiwisütest walgustuse-gaasi walmistades leiti, et kateldesse järelejäänud süsi — nõndanimetatud koks — weewlist waba puhas söe-aine oli, wabanes rauatööstus ka sütepuudusest.

155. Malm muutub pehmeks rauaks, kui teda söest wabastatakse. Seda tehakse selle läbi, et malm suurtes liiku-

wates tulekindlates waatides uuesti sulaks aetakse ja sulast metallist ööotsutamise teel õhku läbi pressitakse. Siis läheb raud suurte auruhaamrite alla tagumisele ja lõpuks waltsimasinatest rullide wahelt läbi, kus ta kas leht- wõi kangrauaks wälja wenitatakse. Pehme raud ei tohi üle $^1/_2$ % süsi sisaldada. Teras seisab oma söerikkuse poolest pehme raua ja malmi wahepeal. Ta sisaldab 1—$1^1/_2$ % süsi. Mida rohkem rauas süsi, seda kergemini ta sulab. Malm sulab 1200° C. kuumuses, teras umbes 1375-kraadilises, pehme raud aga 1500° juures. Teras käib oma kõwaduse poolest teistest raualiikidest üle. Karastamise läbi läheb teras kõwemaks, kaotab aga palju oma põrksusest ja muutub rabedamaks.

Wask (Cu).

(S. atl. III. t. nr. 1 ja 2; k. 2,5—3; t. 8,5—8,9)

156. Lausa wask kristalliserib looduses korrapäralises süstemis. Kristallid on harwa hästi wälja arenenud. Sagedasti leidub harilisi puuoksade moodi sünnitusi, jõhwisarnaseid wõi traadinäolisi kogusid, lehekesi, plaadikesi jne. Wasele on wasepunane karw omane, kuid ta pind on harilikult pruunika winega kaetud. Ehk wask küll grünspaniks — kihwtiseks waseühenduseks — roostetab, siiski leidub teda looduses lausa, sest wasele peale tekkinud grünspanikord takistab teda edasi roostetamast. Waske taswitatakse wäga laialt. Teda taotakse kateldeks, lüüakse rahaks, wenitatakse traadiks, mis iseäranis elektrotehnikas tarwitamist leiab, jne. Wasest keedunõusid peab seest inglistinaga tinutatama, et tekkiw grünspan toitusid ära ei kihwtitaks. Wask sulab 1082° C. kuumuses. Kui wask tsingiga kokku sulatatakse, tekib suland walge wask, mis kõwem on kui harilik punane wask.

Lausa wask on looduses pea-aegu keemialiselt puhas. Lisandusteks on tal kõige sagedamini hõbedat (kuni 7%). mõnikord kuldagi. Sulatamisetoru leegi ees sulab ta kergesti, leeki roheliseks wärwides. Salpetri- ja weewlihappega sünnitab ta kergesti wees sulawaid soolasid. Ammoniakisulatises lahkub ta ühest ja wärwib wiimase siniseks.

Lausa leitakse teda kõige rohkem Michigan'i (l. mishigan) osariigis Põhja-Ameerikas Ülem-järwe ümbruses. 2—50-puudalised tükid pole siin mitte haruldased. Kõige suurem siin leitud tükk kaalus 30,000 puuda. Wenemaal leitakse lausa waske mõnes Urali kaewanduses.

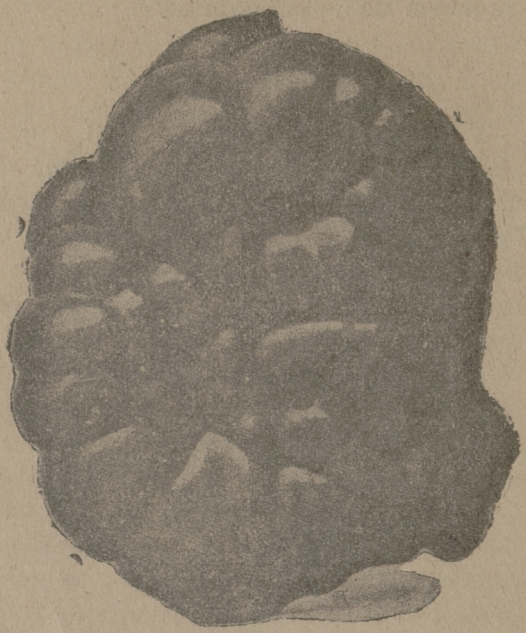
Wasekiwid.

157. Wasepürit ($CuFeS_2$; S. atl. III. t. nr. 2, 6 ja 7; k. 4; t. 4,2) kristalliserib ruudusüstemis; ta kristallid on wäiksed ja pole hästi wälja arenenud. Enamasti leidub wasepüriti tihedates kogudes. Ta karw on walge wase moodi kollane, wiolet winega kaetud, mille läbi teda ka siis kergesti teiste mineralide seast ära wõib tunda. Wärwi poolest temale kõige rohkem sarnane on pürit, kuid wiimane on natuke heledama karwaga ja palju kõwem. Wasepürit laseb ennast noaga kriimustada, pürit aga mitte. Keemialiselt on wasepürit weewliwase (Cu_2S) ja weewliraua (Fe_2S_3) ühendus.*) Sulatamisetoru leegi sees sulab ta kergesti, keeb üles ja annab kerakese, millel magnedilised omadused on. Salpetrihape wõtab ta käest wase, kusjuures weewel wälja heidetakse. Wasepürit on kõige rohkem looduses laialilagunenud wasekiwi ja teda tarwitatakse wase wäljasulatamiseks. Teda leidub sagedasti ligistikku teiste weewlimetallidega, näit. püridi ja tinaläikega (weewelting). Lisandustest, mis wasepüridis ette tulewad, on tähtsamad hõbe ja kuld. Wenemaal on Kaukasia mäed iseäranis rikkad wasepüridi lademete poolest. Peale selle leidub teda Urali mägedes, Siberis ja Soomes.

158. Malahit ($CuCO_3\,Cu(OH)_2$; S. atl. III, t. nr. 10 ja 11 k. 3,5—4; t. 4) kristalliserib ühesümmetrialises süstemis, kuid selgetes kristallides leidub teda harwa. Kristallid on nõelte sarnased ja sünnitawad kiirte moodi kimpusid. Enamasti sünnitab malahit neerusarnaseid tihedaid kogusid, mis üksikutest, üksteist ümbritsewatest kordadest kokku on pandud, peale selle leidub malahit muldsetes kogudes ja kirjana

*) Õigemini on wasepürit wase sool, millele happeks raua thionihape — FeS_2H on (waata thioniühendused lehek. 64).

teiste mineralide seas. Malahiti wõib kergesti ta helerohelise karwa poolest ära tunda. Ka on rõngastriibuline kordade kiri neerutaoliste tükkide läbilõikes tema kohta wäga iseloomuline. Malahidi kristallidel on teemandi wõi klaasi läige, kiudlistel

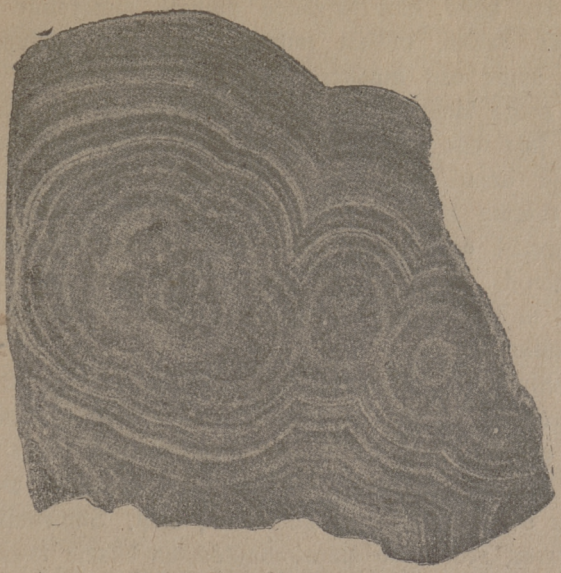


Pilt nr. 82. Malahit lihwimata kiwi näol.

kimpudel aga siidi läige. Keemialiselt on malahit weega ühenduses olew sõehapu wask. Peale soolahappega ülewalamist lahkub sõehape kangesti üles keedes. Sulatamisetoru leegi ees sõetüki peal sulab ta ja annab wasekerakese.

Tihedaid kiudlisi ja kordlisi tükka hinnatakse kaunis kõrgewäärtuslisteks, sest malahit laseb ennast ilusasti lihwida ja temast walmistatakse mitmesuguseid iluasju. Halwemad tükid jahwatatakse roheliseks maalriwärwiks wõi lähewad wasesulatamiseahju. Kõige paremad malahidi leiukohad on Urali mäed Tagilski ümbruses.

Oma keemialise kokkuseade poolest malahidiga lähedalt sugulane on waselasur ($2CuCO_3Cu(OH)_2$; S. atl. III.



Pilt nr. 83. Malahit lihwitult.

t. nr. 12 ja 13), mida ta ilusa sinise wärwi ja harulduse pärast weel kallimaks hinnatakse kui malahiti. Teistest wasekiwidest, mis ainult wase sulatamiseks lähewad, on rohkem tähelepanemisewäärt punane wasekiwi (Cu_2O; S. atl. III. t. nr. 3). Kristallid, oktaeder ja rhombusline dodekaeder, on hästi wälja arenenud, kuid harilikult wäiksed. Ta leidub aga enamasti tihedates kogudes. Karw — punakaswiolett (Saueri atl. sellekohased pildid ei näita iseloomulist wärwi). — Wenemaa wasesulatamise-wabrikud andsid 1903. aastal 563.609 puuda waske. Esimesel kohal on aga selle poolest Ühisriigid enam kui 100.000 tonni aastase wasesaagiga; selle järel tuleks nimetada Pirenei poolsaar, Tshile, Saksamaa ja Japan.

Aluminium (Al).

(K. 2,5; t 2,6—2,7)

159. Aluminium on alles möödalãinud aastasaja teise poole sees igapäewases elus tarwitatawate metallide hulka astunud. Nagu eelpool tundma õpitud mineralide keemialisest

kokkuseadest näha, käib ta wäga paljude mineralide ainelise kokkuseade sekka, millest mitmed, iseäranis põllupaod ja ja sawid, suure osa maakera koorikust sünnitawad. Aluminium on seega looduses wäga laialt leiduw metall, kuid lausa olekus ei tule teda mitte ette ja ta ühendustest eraldamine oli weel hilja aegu wäga suurte kuuludega ühenduses. Oma imestustäratawa kerguse poolest oli ta juba ammu inimeste tähelepanemist oma peale tõmmanud ja kui tulewikumetall ettekuulutatud. Nüüd on ta wäljatöötus juba nii odawaks läinud, et ta kehakoguse järele wõrreldes weel üksnes wasest natuke kallim on.

Aluminiumi lahutatakse praegusel ajal tugewa elektrijõu abil iseäralisest sawist — krüolidist — wälja. Aluminiumitööstuse eeltingimised on seega wäga selged. Kus suured lademed krüoliti käepärast ja odawat koskede weejõudu elektriwäe sünnitamiseks saadawal on, näit. Shweitsis, Rootsis ja Norras, seal wõib aluminiumitööstus õitsele tõusta.

Aluminium on hõbedakarwa metall ja ei muuda oma wärwi ei kuiwas ega niiskes õhus. Paljud happed ei hakka ta peale. Tulel sulab ta 600° C. kuumuses.

Aluminiumist walmistatakse köögi- ja söögiriistu, muusikariistu, iluasju ja matematikalisi teaduse-tarbeasju. Ka kiirsõiduriistade ja lennu-aparatide walmistamiseks on aluminiumi tarwitama hakatud.

Sulandid ehk ligaturid.

160. Sulanditel on suur tähtsus tegelikus elus. Mitmed metallid ei leiagi puhtalt laialist tarwitamist, waid neid sulatatakse teistega ühte — sulanditeks, mille läbi nende omadused muutuwad ja nad tarwitamiseks kõlblikumaks saawad. Kuld ja hõbe näit. on tarwitamiseks liig pehmed, wäike wase lisandus annab aga nendele nõuetawa kõwaduse. Wask leiti omal ajal kohasena suurtükkide walamiseks, kuid ta ei olnud küllalt kindel — 10% inglistina lisaks andis sulandi tarwiliste omadustega. Trükitähtede walamiseks oli soowitaw kergesti sulaw, hästi wormitäitew ja kindel, kuid mitte rabe

metall, — kõige enam wastaw nendele nõudmistele leiti suland olema, mis 80 kaaluosa tina ja 20 kaaluosa antimoni sisaldab.

Sulandid ehk ligaturid sünniwad kahe wõi enam metalli kokkusulatamise teel, kusjuures enamasti raskemalt sulaw metall enne sulama aetakse, mille sisse kergesti sulaw metall segatakse. Metallid ühinewad selle juures ka keemialiselt üksteisega, ühinemise saadus aga sulab (lahuneb) üleliigse metalli sisse ära. Et metallide kokkusulatamisel ka keemialised reaktsionid ette tulewad, siis ilmub sulandite sünnitamisel lisa soojus, mille hulk mõnel juhtumisel nii suur on, et sula metall laialt paisatakse.

161. Sulandid esitawad aineid, mis oma omaduste poolest metallide kõrwale astuwad, — nad on kõwad, läbipaistmata kehad, mis hästi soojust ja elektriwäge edasi saadawad. Nende tihedus ei ole ikka sulandiks tarwitatud matallide tiheduste keskarw; — tuleb keharuumi suurenemist ja wähenemist ette, mille põhjusel tihedus sulandis wähem wõi suurem on. Sulandid on kergemalt sulawad, kui nendeks tarwitatud metallid üksikult. Nii sulab näituseks Wood'i (l. wuud) metall, mis 1 osast kadmiumist, 1 osast inglistinast, 2 osast seatinast ja 4 osast wismutist on sulatatud, 60° C. juures, kuna temaks tarwitatud metallidest kõige kergemalt sulaw alla 228° ei sula.

Et keemialise ühenduse saadused sulandites üleliigse metalli sees kristaliserima tikuwad ja mõned sulandisse käiwad metallid, liig kaugele teistest lahku minewa sulawuse astmega, tardudes ennast eraldama tikuwad, siis ei esita sulandid mõnikord küllalt ühtlast ainet. Ileäraliste walamise wiiside läbi on korda läinud mõnda nendest nähtustest kõrwaldada. Metallide sulandid elawhõbedaga nimetatakse amalgamideks.

Tähtsamad sulandid on:

1. Wene kuldraha . . { kulda — 85 / waske — 11
2. Kuld ehteasjad . . { kulda — 56 / waske — 40
3. Hõbe asjad Wenem. { hõbed. — 84 / waske — 12

4. Aluminiumi brongs	waske	— 90
	alum.	— 10
5. Kiriku kellad . . .	waske	— 80
	Inglist.	— 20
6. Teleskopide brongs	waske	— 67
	Inglist.	— 33
7. Medali brongs . .	waske	— 95
	Inglist.	— 4
	tsinki	— 1
8. Walge wask . . .	waske	— 65
	tsinki	— 35
9. Neisilber	waske	— 50
	tsinki	— 25
	nikkelt	— 25
10. Britannia metall. .	Inglist.	—100
	antim.	— 8
	waske	— 4
	wismuti	— 1
11. Jootmise tina . .	Inglist.	— 66
	seatina	— 33
12. Kienmayeri amalgam (elektri masinate jaoks)	Inglist.	— 1
	tsinki	— 1
	elawh.	— 2

Radium (Ra) ja tulewikuwaated lahutusteadlaste ilmas.

162. Möödalãinud aastasaja teisel poolel leidsid teadlased Röntgen ja Crookes (l. kruks) nõndanimetatud x-kiired üles. Nendel kiirtel oli omadus puust, riidest, lihast jne. läbi tungida, kuna metallid ja kiwid neid mitte läbi ei lasknud. Mitmed teised teadlased, muude seas Becquerel (l. bekrell), hakkasid saadud algatusel järele katsuma, kas niisuguseid kiiri ka looduses ette ei tule. Katseid tehes leidis Becquerel, et iseãranis üks uranimineral — urani pigikiwi (U_3O_2) —

niisuguste kiirte wäljasaatmise poolest tugew oli. Parisi teadusteakademia professorite abielupaar, herra ja proua Curie'd (l. kürii), jatkasid uurimisi ja leidsid, et üks iseäraline aine urani sees nende kiirte sünnitaja peab olema, ja nimetasid seda radiumiks. Proua Curie'l läks koguni korda selle metalli atomiraskust 224 peale kindlaks määrata. Radiumi ennast pole weel puhtalt kätte saadudki, waid kõik, mida selle nime all tuntakse, on radiumi, kloori ja bariumi ühendused. Kuid nendel ühendustelgi on imeline walguse ja soojuse wäljakiirgamise omadus; sel kiirgamisel pole nähtawasti mingit algallikat ja ometi kestab ta raugemata ühtesoodu edasi. Teadusemehe Helmholtzi uurimiste tagajärgede (jõu kestwuse seadus) peale toetades, nimelt seda tõeks pidades, et ka üleüldine jõukogu looduses ei kaswa ega kahane, waid et jõud ainult oma tegewusekuju muudab, järeldati, et radiumi-aine mingi lagunemiseprotsessi läbi teeb, mis nii pikkamisi edeneb, et radiumi wähenemistki wõimalik pole kindlaks määrata, kuna sealjuures suur hulk energiat (tegewat jõudu) wabaneb. Siin oleks siis jõud umbes niimoodi ära peidetud, nagu seda weeauru juures tähele wõib panna, kus auru weeks tihenemisel soojus jälle wabaks saab, ehk nagu me sarnaseid näitusi ka keemiastki leiame. Niipalju jõudu, kui palju näit. wesiniku ja hapniku lahutamise peale ära kulutati, ilmub jällegi nendesamade ainete ühendamise puhul põlemise läbi soojuse näol. Jõudu mõõdetakse uuemal ajal üleüldse tõsiste soojuseüksustega, nõndanimetatud kalooriatega. — Weel käesolewa aastasaja esimistel aastatel läks Inglise keemiateadlasel sir William Ramsay'l (l. remmsi) korda näidata, et radium tõesti lagunemiseprotsessi läbi teeb, ja et radiumi kiirtest wähemalt üks osa esitab ollust neljandas — kiirgamise tihendis (emanatsion).

163. Igal algainel on oma iseäraline walgus, kui ta helendab. Walgust wõib aga kolmekandilistes klaasprismades ehk serwikutes murda. Iga liik walgusekiiri murdub sealjuures isesuurustes nurkades. Niimoodi külwatakse üks ühine walgusetriip üksikuteks wärwilisteks triipudeks laiali, mille kogu selle aine spektrumiks nimetatakse. On üks aine mitmest teisest kokku pandud, siis on ühenduse spektrum just

kokkupandud ainete spektrumite summa, s. o. kokkupandud ainete triibud tulewad kõik ka ühises spektrumis ette.

Teadusemees Ramsay leidis, et ülipisike kogu radiumi, mis klaasnõu sisse oli sulatatud, mõne aja pärast oma radiumi-spektrumi jooned kaotas ja uued, nimelt heliumi triibud omandas. Ta järeldas sellest, et radiumi imewalgus radiumi lagunemisest tuleb ja et üks lagunemisesaadus helium on.

Seega oleks algainete atomide jagatawus üsna kindlaks tõenähtuseks saanud, ja kui teadus edasi sammub, wõib weel loota, et kord õnneks läheb nii mõndagi algainet teiseks muuta.

Radiumi kiired on praegusel ajal suurt tähelepanemist selle läbi wõitnud, et neid hea tagajärjega mitme, tänini parandamata haiguse wastu wõitlemiseks on hakatud tarwitama. Kuid ka kardetawus ei puudu neil. Paljale kaitsmata ihule wõib kauane radiumiwalgustus haawu põletada, mis naljalt paraneda ei taha. Uuemad uurimised on tõeks teinud, et mitmel pool maapind ja meremuda radiumikiirte sarnaseid kiiri wälja saadab, milles suurt terwekstegewat jõudu arwatakse peituwat. Aineid, millel niisugune kiirte wäljasaatmise omadus on, nimetatakse radioaktiwilisteks.

Asjade register.

Acethülen 76.
Adelsbergi koobas 98.
Adular 113,
Aequivalent 35.
Aequivalentide kordsete seadus 31.
Aequivalent osade seadus 31.
Ahatikiwi 107—108.
Ahat pilwe 108.
„ sambla 108.
„ wareme 108.
Aine 3, 5, 25.
Aineline analüs 27.
Aineline kokkusead 20—22.
Akwamarin 122.
Alabaster 101.
Alasalpetri anhüdrid 47, 59, 62.
Alund 45—46, 48, 54, 59.
Albit 111—113.
Aleksandrit 123.
Algained 25.
Alkohol 78.
Allikakiwi 98.
Almandin 119
Aluminium 155—156.
Alumlnium brongs 158.
Aluminium oksüd 110, 117.
Amalgam 139, 157, 158.
Amatsonikiwi 113.
Ametisti kiwi 106.
Ammoniak 37—38, 58, 60, 61.
Amorf 17.
Analüs 22, 26, 27, 130.
„ aineline 27.
„ arweline 27.
Anhüdrid 42, 45, 46, 54.
„ alasalpetri 47, 59, 62.
„ salpetri happe 47, 56, 59.
„ söehappe 42, 76—80.
„ weewli 46, 62, 64.
„ weewline 42, 46, 59, 62.
„ woswori 42, 59.
Anhüdrit 102.
Anorganiline keemia 74.
„ loodus 1.
Anorthit 111—114.
Antimon 128, 157.
Antratsit 65, 73.
Apatit 103—104.
Aragonit 98.
Argon 55, 58.
Arsenik 128.
Arweline analüs 27.
Asbest 117.
Asfalt 65, 80, 82.
Atomid 31, 34—37, 44.
Atomide hüpothes 31.
„ jagatawus 160.
„ wäärtus 37-38.
Atomiraskus 35—36, 64, 91—92.
Augit 116, 126—127.
Auramine 53, 58, 76.
Avogadro seadus 34.
Awenturin 106.

Barium 92, 93.
Bariumi soolad 104-105.
Basalt 127—128.
Berlini sinine 21.
Bernstein 81.
Bensin 53, 82.
Berthelot seadus 46.
Berüll 122.
Beton 115.
Bipiramid 13, 14.
Bologna pagu 105.
Bolus 115.
Botanika 2.
Breccia 129.
Britannia metall 158.
Brom 59, 75, 86.

Bromoform 75.
Bromwesinik 86.
Brongs aluminiumi 158.
„ medali 158.
„ teleskopide 158.

Citrin 106.
Cölestin 104.

Daltoni seadus 31.
Davilamp 71.
Desoksüderimine 44.
Destillerimine 54, 82.
Destilleritud wesi 23, 54.
Diabas 127.
Diorit 127.
Dodekaeder 12, 13, 145.

Ebametallid 38, 45, 54. 59, 64.
Ebasümmetriline süstem 16, 64, 111.
Egiptuse jaspis 107.
Elawhõbe 58, 136, 139—140.
Elawhõbeda oksüd 29.
Elekter 61, 81, 120.
Elektrijuga 26, 38, 47, 156.
Elektrisäde 28, 44, 50, 56.
Elektriwäe edasisaatjad 38.
Elektronid 31.
Element 25, 26, 35.
Eluline loodus 1.
Elundiline loodus 1.
Energia 25.
Erapooletu aine 46, 54.
Erned 56.
Eudiometer 28.

Faraday katse 85.
Filtrerimine 54.
Fingali koobas 128.
Fluor 86, 87.
Fluorkaltsium 86.
Fluorwesinik 86, 103.
Formium 75.
Fosfatid 103.

Gaasitaoline olek 3.
Galmei 140.
Gasometer 51.
Gay-Lussac'i katse 32.
Geologia 52, 130.
Gips 53, 61, 62, 77, 100—102.
Gipsikristall 15, 100.
Gipsikujud 102.
Glaubrisool 45, 46.
Gneis 126, 130.
Grafit 65, 69—70, 126.
Granat harilik 119.
„ kallis 119.
Granatoeder 12, 119.
Granit (raudkiwi) 7, 10, 105, 119, 124-126, 128.
Grossularid 119.
Grünspan 152.
Gummi 58.

Halogenid 86—87.
Hape 38, 42, 45, 46, 48, 54, 59.
„ räni 109.
„ salpetri 45, 56, 59—60, 62.
„ soola 21, 24, 28, 34, 37, 61, 65, 86.
„ sula 86.
„ weewli 42, 45, 46, 48, 62—65, 77.
„ weewline 42, 45, 46, 47, 60.
„ woswori 42, 45, 55.
Hapend 47.
Hapnik 20, 25—28, 34, 35, 38—47, 48, 50—52, 55, 56, 58, 59, 62, 63, 83, 87, 105, 131.
Haraka-räni 106.
Harilik granat 119.
Hebrea kiwi 113.
Heksagonal bipiramid 14.
Heksagonal prisma 14.
„ süstem 14, 60, 103, 105.
Heksaeder 12, 13.
Helendamine 83.
Heliotrop 108.
Helium 58, 160.
Hemiedria 16.
Hernekiwi 98.
Hessonit 119.
Hingamine 43, 44, 57.
Humus 23.
Härmatis 58.
Hõbe 138—139.
„ asjad 157.
Hõbeda läige 138.
Hüdrat 43, 45, 54.
Hüdroksil 38, 54.
Hüdrostatika seadus 6.
Hüperoksüd 47.

Igawene tuli 83.
Ilakiwi 95—100.
Ilmuwus 24, 25.
Inglistina 142, 152.
Ionid 31.
Islandi pagu 96.

Jahutamine 5.
Jaspis 106.
„ Egiptuse 107.
„ kera 107.
„ paela 107.
Jod 75, 86.
Jodoform 75.
Jodwesinik 86.
Jootmise tina 158.
Juur 38.
Juust 56.
Jää 5, 52, 53, 61.
Jõud 25, 159.

Jõud sidumise 37.
Jõu kestwuse seadus 159.

Kaewuwesi 66, 78.
Kahekordne pagu 90.
Kahekordne sõehapu natron 79.
Kaheksatahk 10, 12, 16.
Kainit 95.
Kaksiksoolad 114.
Kaksteistatahk 12.
Kalisool 86, 94, 95.
Kalium 60, 86, 87, 117.
Kaliumi salpeter 59, 60.
Kallait 124.
Kallis-granat 119.
Kallis-opal 109.
Kalomel 81.
Kaloria 159.
Kaltsedonid 107—108.
Kaltsium 77, 92, 93, 117.
Kaltsium oksüd 99.
Kaltsium salpeter 59, 60.
Kangi weewel 62.
Kaolin 115.
Kapsad 56.
Karat 67.
Karbonatid 80, 93.
Karlsbadi wesi 99.
Karneol 108.
Kartohwli kärnad 61.
„ leherooste 61.
Karwad 56.
Kassihõbe 118.
Kassikuld 118.
Kassisilmakiwi 106.
Kaste 58.
Kaswamine 1, 9, 11.
Katlakiwi 99.
Katseklaas 21.
Katse sõe peal 133, 134.
Kaunawiljad 56.
Keedusool 9, 20, 25, 29, 86, 93—95.
Keemia 24, 25.
Keemia anorganiline 74.
„ organiline 74-76.
„ põhjusmõisted 24—38.
Keemialine lahutamine 24, 26.
Keemialine lühendus 36.
„ sugulus 48, 58.
„ tasand 37.
„ wõrdlus 37.
„ ühendus 20, 21, 35, 54.
Keemialine ühinemisetung 48.
Keemialise kokkuseade kõikumatuse sead. 30.
Keemine 53.
Keharuum 27, 28, 32, 33, 34.
Keharuumi-raskus 34, 35.
Kerajaspis 107.
Kerksus 20.
Keskendatud (tihendat.) 45, 59, 62, 63.
Kienmayeri amalgam 158.
Kihikiwid 119, 124, 129.
Kihimullad 124.
Kiired 158—160.
Kildkiwi põlew 74, 129.
„ sawi 129, 130.
„ wilgu 130.
Kiwilinad 117.
Kiwiriik 2.
Kiwisool 93—95.
Kiwistused 97, 109, 144.
Kiwisüsi 65, 70—74.
Kiwiõli 65, 82, 87, 93.
Klaasiwärwi katse 134.
Kloor 19, 26, 29, 34, 36, 59, 75, 86, 87.
Kloorhapu kali 38, 39.
Kloorkalium 38.
Kloorlubi 24.
Kloormagnesium 31.
Kloorwesinik 86.
Kloridid 118.
Kloroform 75.
Kobekiwi 98.
Koera koobas 77.
Kohäsion 18.
Koks 62, 73, 151.
Kolmiksoolad 114.
Kombinatsion 13.
Kompostella kiwid 106.
Kondijahu 104.
Konglomerat 129.
Konnakiwi 105.
Kontsentreritud hape 45.
Koobas Adelsbergi 98.
„ Singali 128.
„ Koera 77.
Korduwusesead. (Mendelj.) 88—92.
Korrapäraline süstem 11, 119, 135, 141, 144, 146.
Korund 110—111.
Kriit 77, 80, 97.
„ punane 115.
Kristall 7, 9.
Kristalliiniline 17.
Kristalliserimise tung 7.
„ wesi 101.
Kristalliteljed 11, 13, 14, 15, 101.
Kristalliworm 7, 10.
Kristallografia 10—17.
Kristallsõmerline 17.
Krohw 99.
Kruus 129.
Krüolit 156.
Krüpton 58.
Krüsoberüll 122.
Krüsopras 108.
Ksenon 58.

Kuld 5, 78, 135—137.
„ ehted 157.
„ raha 157.
Kunst wäetisained 56, 59, 95, 100, 102, 104, 151.
Kurnamine 23, 54, 58.
Kurnapaber 23.
Kustutamata lubi 99.
Kustutatud lubi 99.
Kuudis 10, 12, 93, 95, 102, 141, 146.
Kuuekülgne kakstornik 14.
„ serwik 14, 60, 103, 105.
„ süstem 14, 95, 110, 143.
Kuukiwi 113.
Kuustahk 12.
Kwartsiliiw 129, 150.
Kääramine 78, 79.
Kõdunemine 70, 73, 74, 80.
Kõdunik 23.
Kõwadus 18.
Kõwadusjärg 19.
Küanit 123.
Külgehakkawad haigused 54, 58.
Külmasünnitaja 58, 76.
Külma wõimalus 5, 33.
Külmetamine 53.
Küünekiwi 116, 126, 127.

Laawa 114, 127, 128.
Labrador 114.
Lademekiwid 124.
Ladememullad 124.
Lahk 9.
Lahkuwus 9.
Lakmusepaber 42, 45, 61.
Lambiõli 65.
Lasurikiwi 123.
Laténť soojus 53.
Leheline 38, 45, 61.
Lehelismetallid 87.
Leegitsemine 83.
Leegi wärwikatse 133.
Leek 83—86.
Leeprikiwi 146—147.
Ligatur 135, 156—158.
Liginemisetung 7.
Lignit 73.
Lihtained 25, 35, 88—92.
Lihtkorund 110.
Liitkiwid 128—130.
Liituwus 18.
Liiw 24, 96, 105, 129.
Liiwakiwi 129.
Limonadid 54, 78.
Lithografikiwi 97.
Loodus 1.
Loomariik 2.
Loomulik klaas 114, 127.
Lubi 23, 50, 80, 150.
„ kustutamata 99.
„ kustutatud 99.
„ sõehapu 77, 98, 100.
„ weewlihapu 101.
„ wosworihapu 103, 104.
Lubjakiwi 77, 97.
Lubjapagu 93, 95—100.
Lubjaseep 99.
Lubjatuff 98.
Lumi 5, 58.
Lumeräitsakesed 8.
Läätsakiwi 98.
Läbitungimatus 4.
Läiksüsi 73.
Lämmastik 37, 47, 55-60.
Lämmastiku hape 59.
„ oksüd 47.
„ oksüdul 47.
Längruudu kakstornik 15.
Längruudu serwik 15.
Längruudu süstem 14-15.
„ tahk 16, 95.
Lõhkewus 17, 18, 93, 95, 101, 102, 112, 113. 116, 117, 141.
Lõke punane 83.
Lõke walge 83.
Lõngaõli 62.

Maapigi (waik) 65, 71. 73, 82.
Maarjajää 9, 10.
Maarjaklaas 118.
Maaõlid 80—83.
Magnesia 29.
Magnesium 29, 84, 117.
Magnesiumi wilgukiwi 118.
Magnesiumoksüd 46.
Magnet-rauakiwi 144—146.
Maksaopal 109.
Malahit 153—155.
Malm 151, 152.
Manganhüperoksüd 39. 47, 87, 106.
Mariotte katse 32.
Marmor 77, 80, 96, 97.
Medalibrongs 158.
Melanit 119.
Meremuda 160.
Merewaik 65, 81.
Merewesi 86, 93, 101.
Mergel 115.
Metallid 38, 45, 48, 54, 59, 64. 130.
Metallikiwid 130.
Metalloidid 38.
Metallurgia 130—134.
Meteorikiwid 143.
Methan 74.
Methüleni ühendused 75.
Methüli ühendused 75, 76.
Mikrobid 54.

Mimetesit 142.
Mineral 2, 5.
Mineralogia 2.
Molekülid 32, 34, 35, 36, 44.
Molekülirashus 34.
Monoklinilinesüstem 15.
Morion 106.
Muldsed lehelismetallid 92, 93.
Munawalge 56.
Murrupind 18.
Mädanemine 43, 44, 58, 74.
Mäekristall 6, 106.
Mäewaha 81.
Mäewaik 65.
Mäegaas 70, 74.
Mõrusool 46.
Mürgid 45.
Mürtsgaas 50.
Mürtsgaasileek 51.

Naita 82—83.
Natrium 19, 26, 29, 60, 86, 87, 117.
Natriumi leheline 45, 46.
„ salpeter 59, 60.
„ soolad 133.
„ söehapu (kahekordne 79.
Neisilber 158.
Nelitahk 16.
Neon 58.
Nitradid 60.
Noapulber 106.
Näota mineral 17.

Oakiwi 98.
Obsidian 114, 127.
Oksüd 43, 47.
Oksüderija leek 132-134.
Oksüderimine 44, 48, 59, 63
Oksüdul 47.
Oktaeder 10, 12, 13, 16, 61, 145.
Oligoklas 114.
Oliwin 123, 127.
Ollus 3, 5, 24, 25.
Olluse kestwuse seadus 25, 37.
Oniks 108.
Opal kallis 109.
„ maksa 109.
„ piima 109.
„ puu 109.
„ tule 109.
Organiline keemia 74, 76.
Organiline loodus 1.
Orthoklas 111—113, 124, 127.
Osakesed 6, 31.
Ozokerit 81.
Ozon 44.

Pagu Bologna 105.
„ Islandi 96.
„ kahekordne 96.
„ lubja 95—100.
„ põllu 111—114.
„ raske 105.
„ raua 146.
„ sula 102—103.
Paeljaspis 107.
Paekiwi 97.
Paraffin 82, 83.
Pehme raud 1.
Peidetud soojus 53.
Perlkiwi 114.
Petroleum 65, 80, 82.
Petroleumi eeter 82.
Phenakit 123.
Pigikiwi 114.
Pihud 31.
Piim 56.
Piima opal 109.
Piimaräni 106.
Piiritus 53, 78, 80, 83.
Pilwe ahat 108.
Pimstein 114, 128.
Pinakoid 14.
Pisielukad 54, 58.
Platina 5, 56, 83, 137—138.
Pleekimine 55.
Pliiatsikiwi 65, 69, 70.
Polariseeritud walgus 201—122.
Pooltahulus 16, 95, 120, 146.
Porfir 126—127.
Praguline põllupagu 113.
Prasem 106.
Prisma 10.
Protsendi wahekord 29.
Pruunkiwi 39.
Pruun klaaspea 144.
„ rauakiwi 143—144, 147.
Pruunsüsi 65, 73.
Punakiwi 126.
Punane kriit 115.
„ rauakiwi 143.
„ wasekiwi 155.
Puu 83.
Puu-opal 109.
Päewakiwi 111—114.
Pärm 79.
Põhjendaja 45.
Põlemine 41, 43, 44, 64, 83.
Põlemise naga 51, 85.
Põletajad ained 45.
Põletatud gips 101.
„ lubi 99.
Põlew kildkiwi 74, 129.
Põllumuld 22—24, 60.
Põllupagu 111—114, 124, 128, 156.

Põllupagude pudemed 114—115.
Põrgukiwi 59.
Põrksus 20.
Pürit 146—147.
„ wase 153.
Püromorfit 142.
Püssirohi 60, 62, 65.
Qualitatiwiline analüs 27.
Quantitatiwiline analüs 27.
Rabekiwi 111—114.
Radikal 38.
Radioaktiwilised ained 160.
Radium 158—160.
Rahe 58.
Raskepagu 104.
Raskus 5, 25.
Rasw 43.
Raswakiwi 118.
Rauaahjud 150—151.
Raua hüdrat 43, 144
„ läige 143, 148.
„ oksüd 43, 47, 143.
„ oksüdul 47, 64.
„ pagu 146.
„ rooste 21, 42, 45, 144, 147.
„ räbu 151.
„ witriol 60, 62, 63, 64.
„ wäljasulatamine 148—152.
Rauakiwi magnedi 144—146, 148—149.
„ punane 143.
„ pruun 143—144, 147, 148, 149.
Rauakiwi soo 144, 149.
Raud 5, 42, 44, 63, 117. 142—152.
Raud pehme 151, 152.
Raudkiwi 7, 10, 105, 119, 124—126, 128, 130.
Reaktsion 39.
Redutserimine 44.
Regulär süstem 11.
Retort 39, 40.
Rhomboeder 16, 95, 146.
Rhombuse süstem 14.
Rhombusline bipiramid 15.
Rodonit 123.
Roosiräni 106.
Roostetamine 44.
Rubin 110.
Rukkileib 56.
Ruum 3.
Ruut serwik 13.
„ süstem 13, 142.
„ tornik 13
Räni 105.
„ haraka 106.
„ piima 106.
„ roosi 106.
„ suitsu 106.
„ tule 106.
Ränimuld 105—109, 117.
Ränikiwi 105—107, 124.
Rõhumine 5, 32, 33, 34, 39, 58, 76.
Rühkkiwi 129.

Safir 111.
Salmiak 61.
Salmiaku waim 61.
Salpeter 9, 10, 46, 59, 60. 65.
Salpetrihape 45, 56, 59—60, 62.
„ anhüdrid 47.
Salpetrilise happe anhüdrid 47, 56, 59.
Sambla ahat 108.
Sanedin 113.
Sardoniks 108.
Sarweaine 56.
Sarwekiwi 106.
Sawi 24, 96, 115, 116, 129, 150, 156.
Sawialund 111.
Sawi kildkiwi 129, 130.
Seadus Archimedese 6.
Seadus Avogadro 34.
„ Berthelot'i 46.
„ Dalton'i 31.
„ hüdrostatika 6.
„ Jõu kestwuse 159.
„ keem. kokkuseade kõikum. 30.
„ korduwuse (Mendelj.) 88—92.
„ alluse kestwuse 25, 37.
„ äquival. kords. 31.
„ äquival. osade 31.
Seatina 138, 139, 140—142.
Segamineral. 124—128.
Segu 20, 22, 29.
Seebileheline 45.
Seeneidud 61.
Selen 65.
Selters 54, 78.
Serwad 11.
Serwik 10, 159.
„ kuuekülgne 103, 105.
Shampanja 78.
Siderit 106.
Sidronihape 79.
Sidumise jõud 37.
„ wäärtus 37, 38, 58.
Sienit 127.
Siid 56.

Siidigips 101.
Silikat 111, 116, 117.
Silmakiwi 63.
Sinikiwi 123.
Sitkus 19—20.
Skalenoeder 95.
Smaragd 122.
Smirgel 110.
Sooda 46.
Soogaas 74, 75.
Soojus 5, 6, 9, 43, 44, 52, 53, 83.
Sool 46, 54, 59, 61.
Soolahape 21, 24, 28, 34, 37, 61, 65, 86.
Soolasünnitajad 86, 87.
Soo rauakiwi 144, 149.
Spektrum 159, 160.
Spinell 111.
Stalagmitid 99.
Stalaktitid 99.
Stanniol 142.
Strontsianit 105.
Strontsium 92, 93.
Strontsiumi soolad 104—105, 133.
Sublimat 31.
Sugulus 48, 58.
Suitsukiwi 139—140.
Suitsu räni 106.
Sulahape 86.
Sulamine 52, 53, 54.
Suland 135, 139, 152, 156—158.
Sulang 9, 42.
Sulapagu 86, 102—103.
Sulatamise toru 131—134.
„ wahend 9.
Sulawad soolad 23.
Sulawuse katse 132—133.
Sulfatid 63, 93.
Suled 56.
Sulfoühendused 62—65.
Superfosfot 104.
Superoksüd 74.
Surmaorg 77.
Sädekiwi 117.
Söehape (anhüdrid) 41—46, 57—60, 64, 65, 70, 76—80, 84.
Söehapu natrium 46.
Söehapu magnesium 46.
Söe keemia 74, 76.
Söeühendused 74—76.
Söewesinikud 81, 82.
Söewing 84.
Sõmertina 141.
Söögisooda 79.
Sööjad ained 45.
Sümmetria 11.
„ lõikpind 11, 13, 14, 15.
Sünthes 28.
Süsinik (Süsi) 40, 43, 60, 63, 65—86.
Süstem ebasümm. 16, 64, 111.
„ keksagonal 14, 103.
„ korrapäraline 11, 102, 119.
„ kuuekülgne 14, 95, 110.
„ längruudu 14.
„ monoklin. 15.
„ regulär 11.
„ rhombuse 14.
„ ruut 13.
„ tesseral 11.
„ tetragonal 13.
„ triklin. 16.
„ ühesümmetr 15, 100, 111, 116, 117.
Tagid 64.
Tahk 7, 11.
Tahunurgad 11.
Tahwlikiwi 129.
Tai liha 56.
Taimeriik 2.
Talk 118.
Tardunud olek 3.
Teemant 65—69.
Teleskopide brongs 158.
Tellur 65.
Temperatur 5, 6, 9, 32, 33, 34, 51, 52, 53, 57, 58, 131, 132, 150.
Teras 152.
Terpentin 80.
Terwisewee allikad 54.
Tesseralsüstem 11.
Tetraeder 16.
Tetragonal piramid 13.
„ prisma 13.
„ süstem 13.
Thionühendused 64, 153.
Tigukarbilubi 97.
Tihedus 5, 6, 157.
Tihend 3, 159.
Tihendatud hape 45.
Tiigrisilmakiwi 106.
Tina 138, 139, 140—142.
Tinakambrid 62.
Tinakiwi 142.
Tinaläige 138, 141—142, 153.
Tinkpiiritus 61.
Tomasfosfat 151.
Topas 122.
Trapetsoeder 119.
Trikliniline süstem 16.
Tsement 115.
Tshilisalpeter 59, 60.
Tsingi läige 140.
„ witriol 48, 63.
Tsink 48, 63, 84, 104.
Tsinkoksüd 48.
Tsinnober 139—140.
Tuleopal 109.
Tuleräni 106.

Turmalin 120—122.
Turmalini tangid 121.
Turwas 65, 73, 74.
Täis lahk 9.
„ sulang 9.
Tõsine nullpunkt 5, 30.
Türkis 124.

Udu 25, 28.
Uran 159.
Urani pigikiwi 158.

Voltameter 26.

Wabastaja leek 132—134.
Wabastamine 44.
Wahuwiin 78.
Waigud 80—93.
Walge wask 152, 158.
Walgus 43, 159, 160.
Walgustamine 83—86.
Walekristallid 17, 147.
Wareme ahat 108.
Wasekiwi punane 155.
Wase lasur 154—155.
„ pürit 153.
„ witriol 16, 63, 64.
„ ühendused 133.
Waselin 83.
Wask 63, 152—155.
„ walge 152, 158.
Wedel olek 3.
„ õhk 5, 58.
Wee aur 5, 34, 43, 44, 49, 50, 51, 57, 58, 62.
Wee kristallid 8, 58.
„ molekül 35, 63.
„ radikal 38, 54.
Weewel 8, 40, 42, 59—65, 73, 147, 151.
„ antimon 65.
„ höbe 60, 65.
„ metallid 64.
Weewel raud 64, 65, 153.
„ süsinik 64.
„ wask 153.
„ wesinik 64, 65, 147.
Weewli anhüdr. 42, 62, 64.
„ hape 42, 45, 46, 48, 62—65, 77, 147.
Weewli kristallid 8.
„ maks 26.
„ õied 61.
Weewlihapu kaltsium 62.
„ magnesium 46.
„ natrium 45.
„ raud 63.
„ wask 63.
Weewline anhüdr. 42, 46, 59, 62.
„ hape 42, 45, 46, 47, 60.
Werekiwi 143.
Werelehelisesool 21.
Weri 43.
Wesi 5, 20, 22, 25, 37, 38, 44, 45, 48, 52—54, 78.
Wesi Karlsbadi 93.
Wesiklaas 114.
Wesinik 20—28, 34—36, 43, 47—52, 54, 58, 59, 63, 65, 74—76, 80, 83, 84, 86, 87.
Wesiniku superoksüd 54, 55.
Wihm 58.
Wiinakiwihape 79.
Wiinawaim 78.
Wilgu kildkiwi 119, 130.
Wilgukiwi 117—118, 124.
Wilgukiwi kaliumi 117.
„ magnesiumi 118.
Wine 138, 152, 159.
Witherit 105.
Witriol raua 63, 64.
„ tsingi 63.
„ wase 16, 63, 64.
Witrioli õli 62.
Woodi metall 157.
Woswor 40, 42, 44, 55, 59, 84, 151.
Woswori anhüdr. 42, 59.
Wosworidid 103—104.
Wosworihape 42, 45, 55.
Wosworhapu lubi 103, 104.
Woswori lõhn 44.
Woswori likkus 103, 105.
Wulfenit 142.
Wälk 56.

Zoologia 2.

Äikese wihm 56, 58.
Ärtsid 130.
Äthan 75, 76.
Äthülen 76.

Õhk 4, 43, 44, 55, 56—58.
„ wedel 5, 58.
Õhulaewad 51.
Õlid 83.
Õlu 78.
Õrendatud hape 45, 54, 59, 63.
Õunapuu samblaidud 61.

Ühend 12—15, 102, 119, 141.
Ühesümmetr serwik 64.
„ süstem 100, 111, 116, 117, 153.
Ühewäärilised ühendusosad 31.
Üleajamine 54.

EB57 E68/33
1106 Kalkun, J.
250496
Mineralogia käsiraa-
mat. 1918

1 20

TLÜ AKADEEMILINE RAAMATUKOGU
1 0200 00547524 3

Tähtsamad trükiwead.

Lehek.	3,	5	rida	ülewalt: olekus	loe: olekus ehk tihendis
„	8,	6	„	„ tnngi	„ tungi
„	18,	24	„	„ õõrumisel	„ õerumisel
„	24,	5	„	alt: põhjusmõtted	„ põhjusmõisted
„	36,	3	„	ülewalt: raskused	„ atomiraskused
„	38,	5	„	alt: elektrijõu	„ eleltrijoa
„	42,	5	„	ülewalt: ühendamine	„ ühinemise
„	43,	4	„	„ hapnikuks	„ happeks
„	52,	16	„	„ kaswatamiseks	„ kaswamiseks
„	55,	12	„	„ wosworit	„ woswori
„	56,	2	„	„ ühinemise	„ ühendamine
„	61,	13	„	„ sulatise.	„ sulangu
„	62,	14	„	„ Weewlihappe	„ Weewlise happe
„	63,	23	„	„ sinist silmakiwi ehk sinikiwi	„ ehk sinist silma kiwi
„	68,	7	„	„ Australias	„ Austrias
„	75,	2	„	„ Sellepärast	„ Methüli järele
„	76,	11	„	„ ewsinikumoleküli	„ wesinikuatomi
„	78,	23	„	„ schampanjas	„ shampanjas
„	79,	25	„	„ pärast	„ pärast,
„	81,	8	„	alt: Schlesias	„ Shlesias
„	83,	1	„	„ jd	„ ja
„	83,	7	„	„ punase helenduses	„ punases lõkkes
„	91,	6	„	„ hapnihu	„ hapniku
„	93,	9	„	ülewalt: kristaliserib	„ kristalliserib
„	95,	25	„	„ waheldamis	„ waheldamisi
„	102,	19	„	„ anhüdridi	„ anhüdriti
„	102,	20	„	„ anhüdriti	„ anhüdritti
„	102,	22	„	„ Anhüdridi	„ Anhüdriti
„	122,	2	„	alt: ja	„ kui
„	128,	1	„	ülewalt: Schoti	„ Shoti