

130  
78 54  
11

W. Ostwald.

# Keemia kool.

Esimene üleüldine jagu.



46 joonistusega.



ÜSLIIVIKA  
430  
Raamatukogu

Tallinnas,  
„Teaduse“ kirjastus  
1909.

54  
11

# Keemiakool.

(Die Schule der Chemie.)

Esimene sissejuhatus keemiasse kõikidele.

**O. Ostwald.**

Leipzigis ülikooli keemiaprofessor.

Eesti keelde **Leop. Kampmann.**

Esimene üleüldine jagu.

46 joonistusega.

10 231

Tallinnas, 1909.

Kirjastuseühisuse „Teaduse“ kirjastus.

U. S. LIIWIK  
Raamatukogu

— 430  
\* 2854

U

A-4688



---

M. Antje trükk, Tallinnas.

---



2/27622



## Essõna.

**L**õhjused, mis minule selle raamatu kokkuseadmiseks asja andsiwad, seisawad jaolt minevikus, jaolt tulevikus. Ühed põhjenedwad tänutunde peal, mida ma praegugi weel unustamata Stöckhard'i „Keemiakooli“ wastu tunnen. Et õnneliku saatuse läbi just see pädagogikaline meistritöö esimese keemiaõperaamatuna minu kätte juhtus, selle läbi anti otsustaw hääл kõige minu edaspidise tegewuse kohta selles teaduses: sellele labasele otsekoheusele, millega siin õpilasele sündmused ette kantakse, sellele osawusele, millega katseid algaja füisikalisele ja waimuwõimele kohastatakse, wõlgnen mina tänu selle eest, et ma oma pärasisel teaduse üleüldiste küsimuste käsitamisel ikka katsete peal põhjenesin. Sellepärast wõtsingi mina selle kirjastuseäri auliku ettepaneku, mis omal ajal selle ilusa töö wälja andis, ühte uue aja „Stöckhardi“ kirjutada rõõmuga wastu, kui wõimaluse endist tänu awaldada. See on osa, mis selle raamatu kokkuseadmisel minewikusse kuulub. Tulewiku osa seisab sarnasel alusel.

Wiimasel aastasajal on keemia hiiglaedukäigu läbi teinud, millest suurem osa Saksamaa peale langeb. Siin on tuhandete Wirkade kätte waral, mis õpeasutuste poolt toetatud saiwad, mis terwele kulturalisele ilmale eeskuju

listeks on saanud, teaduse ja tehnika wältawal wastastikusel kaasaitamisel, keemiateadus sündinud. Selle teaduse ikka enam ja enam kaswaw praktiline tähtsus katsub teda alati ja annab ka tema tublist edenemisest tunnistust. Peaaegu erandita arenes organiline keemia uute ainete walmistamise ja korraldamise osas, ja ka tänapäewani käib suurem osa tulewasi keemikusi analyset kiirelt läbi wõttes, seda teed.

Nagu igal kiirel edukäigul, on ka sellel oma hädaohud, mille peale õigel ajal näidata igamees kohustatud on, kes oma waatega üle tänase päewa ulatab.

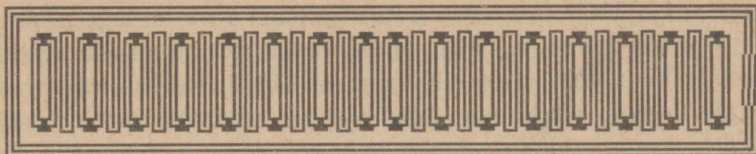
Anorganiline keemia elas teadusena juba enne organilist; organiliste ühisuste tehnika kõrwal seisab anorganiliste oma, kui iga keemialise tehnika alus ülepea. Kõige pealt tuliwad tehnikuste eneste seast hääled kuuldawale, mis noorte keemikuste, kes puhta organilise kooli läbi oliwad teinud, oskamatus peale teisi laiemaid ülesandeid harutada näitasiwad ja mis abi nõudsiwad; peagi wõtsiwad meie teaduseõpetajad Saksamaale omase üksmeelega tehnika ja teaduse wahel selle probleemi oma harutusele. Mõnesuguste abinõude seas, mis selleks ette toodud saiwad, et keemialist ühekülgsust ähwardawat hädaohtu õigel ajal kõrwale hoida, ei näe mina ühtegi mõjuwamat, kui wilja tarwitamist, mis wiimasel kümnel aastal teaduse põllul kaswanud on: üleüldine ja füüsikaline keemia.

Kuna tema küsimusi käsitab, mis ühtemoodi kui organilise nii ka anorganilise kui puhta nii ka tehnikalise keemia aluseks on, siis peame teda igale tõsisele keemiaharidusele ja sellega ühes ka keemialisele algharidusele põhjapanijaks pidama. Terwe rea mitmesuguse suuruse ja sisuga õperaamatute läbi olen mina katsunud esiteks õpetatud kollegadele, siis üliõpilastele, kes keemiat ehk tema sugu teadusi õpiwad, neid alusseadusi praeguse teaduse walguses tuttawaks teha. Asja alatine läbitöötamine ja sellega ühendatud õpetamise elutarkus kinnitasiwad lõpulikult minus teadmist, et õpetamist selles mõttes juba

algusest peale läbi wiima peab ja ka wõimalust seda teoks teha. Eesolew töö on minu sinnapoole sihitud püüdmiste wili. Tema kohta pean mina kõige pealt üt- lema, et käesolew wihukene esimene sissejuhataw jagu on, millele pea teine, sistematikaline järgnema peab, nii et terve töö ligikaudu 30 poogna suurune olema saab. Peale mitmesuguste katsete leidsin mina kahekõne kõige kohasema olewat; iseäranis olen mina ära näinud, et see kuju õpesihi kättesaamiseks sugugi rohkem ruumi ei tarwita, kuna ta palju mõjuwam ja elawam on. Peale selle loodan, et tema peale kui mitmekülgse õpetamise elutarkuse tagajärje peale waadatakse, aga mitte kui juhuslise wälimise kuju peale.

**Leipzigis, maikuul 1903.**

**Autor.**



# 1. Ained.

Õpetaja. Täna asume meie koguni uue õpeasja juurde; sa hakkad keemiat õppima:

Õpilane. Mis on keemia?

Õ—ja. Keemia on üks loodusteaduseharu. Sa oled juba palju loomade ja taimede üle kuulnud ja tead ka, et loomadeteadust zoologiaks ja taimeteadust botanikaks kutsutakse.

Õ—ne. Keemia on siis wist küll kiwideteadus?

Õ—ja. Ei ole. Kiwideteadust nimetatakse mineralogiaks. Keemia on temaga küll wäga lähedases suguluses. Mineralogia ei ole mitte ainult kiwideteadus, waid ka kõigi teiste ainete, mis maakera koore sees leiduwad, nagu weewel, kuld, süsi.

Kõiki neid aineid käsitab ka keemia. Aga keemia piirkonda kuuluwad ka asjad, mida maakera koores mitte ei ole ja mida ainult teistest asjadest kunstlikult walmistada wõib.

Keemia on kõigi ainete teadus, kui kunstliste nii ka loodusliste.

Õ—ne. Sel juhusel käib ka puu keemia piirkonda?

Õ—ja. Ei käi mitte, sest et puu mitte aine ei ole,

Õ—ne. Aga puu on ju puuainest, ja puuaine on aine.

Ô — ja. Jah, aga puu sisaldab veel midagi muud, sest tema lehed ja wili ei seisa mitte puuainest, waid teistest ainetest koos. Kõik need ained iseäraldi käiwad küll keemia piirkonda, aga et neid üksikult puu seest kätte saada, selleks peame puu ära häwitama,

Ô — ne. Mis on siis õieti aine?

Ô — ja. Paari sõnaga on seda wõimata ära seletada. Parem waatame järele, ehk tead sa seda juba ise, aga ei mõista seda ainult wälja ütelda. Mis see on?

Ô — ne. Näib suhkur olewat.

Ô — ja. Mispärast sina nii mõtled?

Ô — ne. Suhkrutoosis olew suhkur näeb niisamuti wälja. Luba, ma maitsen keelega. Jah, see on küll suhkur, ta on ju magus.

Ô — ja. Tead sa veel midagi muud, mille järele suhkurt ära tunda wõiksid?

Ô — ne. Tean küll. Suhkur teeb käed külgehakkawaks, seda teeb ka see aine.

Ô — ja. Nii wõid siis sina suhkurt ära tunda, kui sulle mõnda ainet antakse ja küsitakse, kas tema ehk mitte suhkur ei ole. Sa tundsid teda kõige pealt wäljanägemise, siis maigu ja wiimaks külgehakkawuse järele. Neid tundemärkisid nimetatakse o m a d u s t e k s; suhkurt tunnend sina tema omaduste järele. Suhkur on aine; järgnewalt: aineid tuntakse nende omaduste järele. — Mis sa arwad, kas wõib kõiki omadusi mõne aine äratundmiseks tarwitada?

Ô — ne. Muidugi, kui ma neid tean.

Ô — ja. Waatame järele. Kas ainult ühte liiki suhkurt on? Ei, sa tunnend peasuhkurt, mis tükkides ette tuleb, ja peensuhkurt, mis kui pulber, kui liiw on. Nad mõlemad on suhkur, sest et meie peensuhkurt selle läbi saada wõime, et meie peasuhkurt uhmrise peenikeseks tõukame.

Ô — ne. Sel juhusel on mõlemad teisendid üks ja seesama suhkur.

Ô — ja. Mõlemad on üks ja seesama aine —

suhkur. Ainult mõnes asjas lähewad nad üksteisest lahku. Kuju, mis ühel kehal on, on ka tema omadus; teda wõib omawoliliselt muuta, aga aine jääb ikka selleksamaks. Niisamuti on lugu paljusega. Suhkur jääb ikka suhkruks, olgu teda toosis palju ehk vähe. Järgnewalt ei wõi meie kuju ja paljust mitte niisuguste omaduste hulka lugeda, mille järele aineid tunda wõib. — On suhkur soe wõi külm?

Ô — n e. Seda ei tea mina mitte. — Ta wõib soe ja ka külm olla!

Ô — j a. Muidugi, järgnewalt ei ole siis ka soojus ja külmus mitte niisugused omadused, mille järele suhkurt tunda wõib,

Ô — n e. Muidugi, kuidas wõib nende omaduste järele suhkurt tunda, kui meie teda oma tahtmise järele jämedaks ehk peenikeseks, soojaks ehk külmaks teha wõime.

Ô — j a. Waat' nii, nüüd tulime asja juurde. Ainete omaduste seas on ka mõned niisugused, mida muuta mitte ei wõi; alati saad sa leidma, et suhkur magus on ja sõrmede külge hakkab. Tema suurust ja kuju wõib aga muuta. Igal ainel on määratud muutumata omadused, ja igale asjale wõib teatud aine nime anda, kui temal need määratud muutumata omadused on, selle peale waatamata, kas ta külm ehk soe, suur ehk väike on ehk kuidas tema muutuwad omadused muidu ka ei oleks. Sagedasti nimetatakse asja tema tarwituse ehk kuju järele, aga mitte aine järele; sel juhusel öeldakse, et asi sellest ehk teisest aimest koos seisab.

Ô — n e. Mina ei saa sellest mitte täiesti aru.

Ô — j a. Mis näed sina mul praegu käes?

Ô — n e. Nõela ja käärised.

Ô — j a. On nõel ja käärid ka ained?

Ô — n e. Kindlasti ei tea mina mitte. — Ma usun, et ei ole.

Ô — j a. Et seda teada saada, selleks on sul waja ainult küsida: millest seisab asi koos ehk millest on ta

tehtud; sel wiisil saad sina peaaegu igakord aine nime kätte. Millest on nõel ja käärid tehtud?

Ô — n. e. Rauast. Raud on siis aine?

Ô — j. a. Kahtlemata, sest et rauatükki ikka rauaks nimetatakse, olgu ta suur ehk väike, külm ehk soe.

Ô — n. e. Nii on siis ka paber ja puu ained, sest et raamat paberist ja laud puust tehtud on; niisamuti on ka pottkiwi aine, sest et ahi neist koos seisab.

Ô — j. a. Kaks esimest näitust on õiged, wiimane mitte. Kas pottkiwi jääb selleks, kui ta ära purustatakse ja peeneks tõugatakse! Ei jää; järgnewalt on pottkiwi ainult selle asja nimetus, millel teatud kuju on, nii ei wõi tema siis mitte aine olla. Millest on siis ahjupott tehtud?

Ô — n. e. Sawist.

Ô — j. a. Kas sawi on aine?

Ô — n. e. Jah ... ei ... siiski, jah — kui meie sawi peeneks tõukame, siis jääb tema ikkagi sawiks.

Ô — j. a. Päris õige. Sel wiisil wõid sina mõnikord selgusele jõuda, kui weel kahtled. Esiteks küsi: millest on see asi? Oled sa wastuse saanud, siis küsi edasi: millest on siis see asi? Kui sa teise küsimise peale wastust enam ei leia, siis küsi nõnda: kas jääb see asi selleksamaks, kui teda purustada? Kui sa wiimase küsimise peale jaatawalt wastata wõid, sii on see aine.

Ô — n. e. Siis peaks küll üliwäga palju aineid olema!

Ô — j. a. Kahtlemata. Aineid on palju rohkem olemas, kui sina neid nime järele tunnend. Ja kõik need ained kuulawad keemia piirkonda.

Ô — n. e. Oh! Sel juhusel ei jõua mina keemiat iialgi ära õppida. Parem ei maksa algadagi.

Ô — j. a. Tunnend sa linna metsa?

Ô — n. e. Jah, väga hästi; sa wõid mind seal wiia, kuhu sa iganes tahad; iialgi ei eksi mina seal ära.

Ô — j. a. Ometi ei tunne sina seal mitte iga üksikut puud; kuidas sina seal siis ära ei eksi?

Ô — n. e. Ma tunnen ju teesid!

Ô — ja. Waata nüüd, niisamuti teeme ka keemiaga. Meie ei hakka mitte kõiki aineid, mis olemas on, üksikult ära õppima, vaid püüame neid teesid ära õppida, mille läbi arwuta asjad ära jaotatud saawad ja mille kaudu ainete ühe grupe (salga) juurest teise juurde minna wõib. Oled sa peatedega juba tutwunenud, siis saad sa keemiaga peagi toime. Selle järele wõid sa juda peatedelt kõrwale sammuda ja üksikuid kohti lähemalt uurida. Siis pead sa nägema, et keemiat õppida niisama lõbus on kui metsas jalutada.

## 2. Omadused.

Ô — ja. Too nüüd kuuldawale, mis sa minewal korral teada said.

Ô — n e. Keemia on aineteteadus, ja aine on kõik, millest miski asi koos seisab.

Ô — ja. Esimene on õige, teine mitte täieste. Lauuluwiis on toonidest kokku seatud, on siis toon juba sellepärast aine?

Ô — n e. Aga toonisid wõib ju aineks, millest laul koos seisab, nimetada,

Ô — ja. Jah, piltlikus kõnes wõib seda küll teha. Teaduses aga tarwitatakse sõna „aine“ ainult niisuguste asjade juures, mis ka alu w a d,

Ô — n e. Missuguse õigusega wõime meie sõnade tähendust nii piirata?

Ô — ja. Seda peame häda pärast tegema. Nagu sa ise praegu alles tähendasid, ei pöörata harilikus kõnes mitte suurt tähelepanemist sõna kindla tähenduse peale. Teaduses aga seame meie omale ülesandeks asja wõimalikult karwapealt ära tähendada, sellepärast saawad ka igapäewased sõnad seal täiesti kindla ja piiratud tähenduse. Peajoontes lähewad wiimased harilikus elus tarwita-

tawate tähendustega ühte; ainult sõnade tarwitamise ja tähenduse piirid on teaduses palju kindlamini ära määratud. Mida harilikult aineks nimetatakse, kannab suuremalt jaolt ka keemias seda nime; aga seda, mis ei kaalu, ei nimetata iialgi aineks. Paranda nüüd oma lause teine pool ära: aineks nimetame kõike seda . . .

Õ — n e. Millest kaaluw keha koos seisab. Siiski ei wõi mina omale weel ette kujutada, mis aine õieti on.

Õ — j a. Mikspärast nii?

Õ — n e. Nüüd wõin mina küll tunda, mida aineks nimetada wõib ja mida mitte, — aga see on ka kõik. Praegu ei tea mina sugugi rohkem kui ennemalt, ma ei tea midagi ainete olemusest.

Õ — j a. Kust wõisidki sina seda teada? Selle läbi, et ma antud teaduse jooks sõna tarwituse ja tähenduse ära määrasin, lahutasin ma ainult suurest hulgast teatud piirkonna, mille piirides seda sõna tarwitada wõib. Sellega, et meie oma metsale piirid tõmbasime, ei õppinud meie teda ennast weel mitte tundma. Aegamööda, kui sa mitmesuguste ainete omadustega tutvuned, saad sa nende olemust tundma õppima; tööd saab sul selle uures küllalt olema!

Õ — n e. Hea küll! Õpiksin ma nüüd mõne aine omadused kõik kätte, siis tunneksin mina ikka ainult — noh, kuidas seda ütelda — tema wälimisi tunnuseid, Tema sisemist olemust ei wõi mina sel teel mitte leida.

Õ — j a. Mäletad sa weel, et omadusi mitmesuguseid on? Missugused nad on?

Õ — n e. Mõtled sa seda, millest meie eila kõneleme? Omadused wõiwad muutuwad ja muutumatad olla.

Õ — j a. Missuguste järele tuntakse aineid?

Õ — n e. Muutumata omaduste järele.

Õ — j a. See on, mis sa otsid. Muutumata omadusi ei wõida ainelt mitte ära wõtta; kui neid ei ole, siis ei ole ka ainet. Katsu nüüd subkrutükki ilma tema omadusteta omale ette kujutada: ilma wärwi, kuju, maitse, kõwaduse ja kaaluta; mis jääb siis weel järele?

Õ — n e. Ei tea.

Õ j a. Midagi ei jää järele. Sest ainult omaduste läbi wõin ma tunda, et midagi olemas on. Ei ole omadusi, siis ei ole ka midagi, mille üle ma kõneleda wõiksin. Järgnewalt pead sina ennast niisugustest ettekujutustest, nagu oleks peale keha omaduste midagi veel tähtsamat ja olulikumat, kui omadused ise, lahti ütleva. Waremalt, kui teadused alles wähe arenenud oliwad, walitses küll niisugune waade. Tema jäänuseid wõib igapäewases keeles veel küllalt leida; sarnaste ütelduste tarwitamine wõib tahtmata wana waate juurde tagasi wiia. Aga kui meie wiga tunneme, siis ei tee meie teda edaspidi enam mitte

Õ — n e. Ma näen, et sul õigus on, aga kardan, et ma ennast sellest waatest waewalt wabastada jõuan.

Õ — j a. Kui sa keemiaga enam tutwuned, siis näed sa, et meil ikka ainult aine omadustega tegemist on ja mitte aine „olemusega“, nii wõid sina aja peale wea ka ära unustada. — Siiski tõi ta sinule nii palju kasu, et sa nüüd selle üle selgusele oled jõudnud, et kõik omaduste tundmisele ja määramisele kaldub. Nimeta mulle mõnda omadust, mille järele sina mõnda ainet tunnend. Mille järele näituseks teed sina wahet hõbeda, kulla ja wase wahel?

Õ — n e. Wärwi järele: hõbe on walge, kuld — kollane ja wask — punane.

Õ — j a. On wärw aine muutuw wõi muutumata omadus?

Õ — n e. Ma mõtlen, et wärw suuremalt jaolt muutumata on.

Õ — j a. Mikspärast sa seda nii määramata ütled?

Õ — n e. Ma ei ole mitte täiesti kindel oma arwamises. Kulla ja hõbeda kohta wõin ma küll ütelda, et nende wärw ei muutu, wase kohta ei wõi min aseda aga mitte teha, sest w a n a l wasel ei ole enam sugugi punast wärwi, ta on aga tume ja ajuti rohelinegi.

Õ — j a. Oled sa wahest wasetükki, mis juba rohe-

liseks on läinud, ka lähemalt waadelnud? On tema ka seestpoolt roheline?

Õ — n e. Ei ole mitte. Kui meie rohelise korra pealt ära kaabime, siis saame jälle punase wase.

Õ — j a. Täiesti tōsi; rohelistel ainel ei ole ka muidu wasega sugugi sarnadust; ta läheb metallidest lahku: on abras ja pudew kui muld. Ülepea wōib kõigest näha, et wase peal uus aine sündis, mida seal ennem ei olnud. See aine on roheline, ja ta kattis punast waske, nagu walge wärw puust aknaraamisid.

Õ — n e. Kust sai roheline aine wase peale?

Õ — j a. Ta sündis wasest; edaspidi saad sina tema saamisega lähemalt tuttawaks. Seni harutame weel wärwi küsimust. Nōnda peame meie siis wärwi muutumata omaduseks tunnistama, mille järele meie aineid tunda wōime. Seda peame meie ettewaatlikult tegema, sest et kergesti antud aine wärwiks selle õhukese korra wärwi. mis seda ainet juhtumisi katab, lugeda wōime. Seda saame kohe näha, kui meie pealmise korra ära purustame. nii et sise mine jagu ka nähtawale tuleb. Katsume kord seda teha. Näe, mis mul on. Seda sinist ainet nimetatakse w a s e s u l f a d i k s (vitrioliks) ehk silmakiwiks.

Õ — n e. Ole nii hea ja jätta ta puutumata. Ta on peaaegu niisama ilus kui ihutud kalliskivi.

Õ — j a. Sarnaseid kehasid kutsutakse kristallid e k s; neid ei saada mitte ihumise läbi, waid nad sünniwad ilma meie abita iseenesest.

Õ — n e. Wōin ma seda ka näha?

Õ — j a. Pea õpid sa ise niisuguseid kristallisid valmistama. Seda ainet on meil palju, sellepärast wōime meie heameelega ühe tüki ohwerdada, kui meie midagi õppida tahame. Nüüd lõin ma tema puruks; waata, kas see aine on sinine.

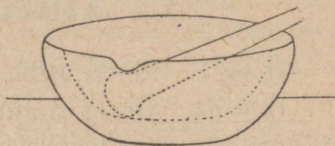
Õ — n e. On küll, sest et ta seestpoolt niisama sinine on, kui wäljastpooltki.

Ô — j a. Nüüd tõukame teda veel peenemaks selles portselanist waagnas, mida uhmriks (joon. 1) kutsutakse; selleks tarwitame wäikest uhmrikuia.

Õ — n e. Mistarwis ennast ilmaaegu waewata, meie teame ometi juba, mis sest wälja tuleb.

Õ — j a. Pane aga hästi tähele; kui meie otsust teeme, siis peame teda igapidi katsuma, muidu wõidak arwata, et meie mõnes asjas eksinud olemise ehk midagi tähele panemata oleme jätnud. Mis näed sa nüüd?

Õ — n e. Nähtawasti ei ole tükk seestpoolt mitte seda wärwi, mis ta wäljastpoolt on, sest ta raasukesed lähewad ikka walgemaks ja nüüd on pulber päris walkjas-sinine, peaaegu walge. See on mulle täiesti arusaamata, sest suured tükid oliwad ennem ju tumesinised. Kas ehk uhmrist sinna midagi ei sattunud.



1.

Joonistus nr. 1.

Õ — j a. Ei, portselan on kôwa aine, sellepärast ei lahku tema küljest midagi. Waata siin seda sinist klaasi. Siin on ta wasevtriolist tumedam, aga seal on ta peaaegu wärwita, ehk see küll üks ja seesama sinine klaas on.

Õ — n e. See on arusaadaw; klaasi üks ots on paksem kui teine. Ahaa, nüüd ma mõistan: wasevtrioli raasukesed on niisamuti wärwita, kui õhukene klaas, aga suuremad tükid on tumedad, nagu paks klaas.

Õ — j a. Täiesti õige; kui walgusekiir sinise aine sisse juhtub, siis helkib ta mitu korda enne seda, kui ta sealt wälja tuleb. Selle juures saab ta seda sinisem olema, mida pikem tee temal klaasi sees käia oli. Sellepärast ongi suured ja paksud tükid tumedamad kui pisukesed. Sel põhjusel näib ka merewesi tume-sinine ehk tume-roheline olewat, kuna peenendatud wesi, nagu laenete waht j. n. e., koguni walge wälja näeb. Sellepärast, kui meie ainete wärwist kõneleme, peame meie tingimata

tähendama, mil kujul aine meile antud on, kas pulbrina wõi suurte tükkidena. Sagedamini tähendatakse keemias ainete wärwi selles olekus, milles teda kunstlisel teel saadakse. Wäriküsimuse üle wõiks weel palju kõnelda, aga tänaseks aitab juba sellestki.

### 3. Ained ja segud.

Ô — ja. Korda seda, mis meie eila läbi wõtsime

Ô — ne. Aineid tuntakse nende omaduste järele. Üks niisugustest omandustest on wärw, aga ta ei ole mitte alati ühesugune ühe ja sellesama aine juures, selle peale waadates, mil kujul meie seda ainet wõtame, kas suurtes ehk väikestes tükkides.

Ô — ja. Ôige. Tunned sa seda kiwi? See on raudkiwi (granit). Mis wärwi ta on?

Ô — ne. Hall . . . ja punakas . . . ja must . . .

Õ — ja. Mispärast sa mitmesuguseid wärwisid nimetad?

Ô — ne. Kiwil on mitmesugused jaod: hallid, punased ja mustad. Sellepärast ei wõi ma ainult ühte wärwi nimetada.

Õ — ja. On raudkiwi aine?

Õ — ne. Kahtlemata, sest raudkiwist tehtakse kõik-sugu asju näit, uulitsakiwa. Peale selle on ka raudkiwitükikene ikkagi raudkiwi.

Ô — ja. Waatame järele. Kujuta omale raudkiwi nii väikestes tükkides ette, et iga tükikene kas ühest hallist ehk punasest, ehk ka mustast ainest koos seisab. Siis paneme kõik hallid tükikesed iseäraldi ühte hunikusse, punased — teise ja mustad — kolmandasse. Nimetad sa nüüd raudkiwiks iga hunikut ehk ainult mõnda ja missugust nimelt?

Õ — n e. Wist punast . . . aga ei, nii ei ole ta mitte raudkiwi; kui kõik jaoksed kokku paneme, siis saame alles raudkiwi.

Õ — j a. Täiesti õige. Kas oleksid sa sedasama suhkruga teha wõinud ja mitu iseäralist hunikut oleksid sa saanud?

Õ — n e. Ei, suhkruga ei wõi seda mitte teha. Suhkur jääb ikka suhkruks.

Õ — j a. Jälle õige. Pane seda tähele; nüüd tutwunesid sa ühe wäga tähtsa tunnusega, mille järele aineid ära tunda wõib. Aineid, mida, nagu raudkiwi, jaotamise abil mitmesugustesse hunikustesse laduda wõib, nimetatakse segudeks. Aineid, millega seda teha teha ei wõi, nagu näit. subkur, nimetatakse ühehõimulisteks ehk wõerakeelse sõnaga homogen-aineteks. Keemia teeb ainult ühehõimuliste ehk homogen-ainetega tegemist.

Õ — n e. Mispärast ainult nendega?

Õ — j a. Sellepärast, et segusid määramata palju olla wõib. Kujuta omale ette, et sul kaks iseäralist homogen-ainet oleks, sel juhusel wõiksid sina neist määramata palju segusid walmistada, tarwis ainult igakord isesugustes osades neid segada. Kui meie iga niisugust segu iseäraldi waadelda tahaksime, siis ei jõuaks meie ilalgi kõiki neid läbi waadata.

Õ — n e. Aga segud on ka ometi midagi, sellepärast ei wõi neid juba lihtsalt tähele panemata jätta.

Õ — j a. Wäga hea. Sul on õigus. Aga järgmiste põhjustel ei ole meil tarwis iga segu üksikult ära õppida. Kui homogen-ained seguks ühinewad, siis sünniwad seguomadused mõlemate ainete omaduste kokkuliitumise läbi; neid segu omadusi wõib ainete paljuse wahekorra järele ära arwata. Näituseks, segu wärw saab just niisugune olema, kui siis, kui meie üksikuid aineid korraga oma silma peale mõjuda laseme; selle peal põhjeneb wärwide segamine maalimisekunstis. Sellepärast ei olegi meil tarwis segude omadusi iseäranis ära õppida.

Õ — n e. Ole nii hea ja seleta mulle seda pikemalt.

Õ — j a. Kui kaupmees kirjutab, et 1 kilogramm mõnda kaupa nii- ja niipalju maksab, siis ei ole tal enam tarwis seletama hakata, kui palju  $\frac{1}{2}$ , 10, 67 kilogrammi maksavad, sest et seda väga kerge välja arvata on. Niisamuti võib ka segu omadusi nende ainete omadustest, millest ta koos seisab, välja wiia, mille juures sügugi tarwis ei ole kõiki kombinatsioonid järele uurida. Kõigi küsimuste peale, mis segu üle anda võidak, annab meile väljaarvamise teel koosseiswate osade tundmine wastust. Sellepärast, kui meil kord koosseiswate osade omadused antud on, siis on sellega ühes ka segu omadused teada. Nii seisab näit. hõbe, millest Saksamaal rahasid tehtakse,  $\frac{9}{10}$  puhast hõbeda ja  $\frac{1}{10}$  wase jagudest koos. Sellepärast maksab ka 1 kg. seda metalli nõnda palju, kui  $\frac{9}{10}$  kg. hõbedat ja  $\frac{1}{10}$  kg. waske ühtekokku maksavad.

Õ — n e. Sellest saan ma aru. Aga igakord ei wõi ma ära tunda, et mul just segu käes on. Kui ma sinist ja kollast wärwi segan, siis saan na roheline wärwi, aga mitte sinise ja kollase segu.

Õ — j a. See tuleb sellest, et wärwide terakesed nii wäikesed on, et sa neid üksteise kõrwal palja silmaga näha ei wõi. Aga kui sa seda segu mikroskopi läbi waatad, siis näed sa, et sinised terakesed kollaste kõrwal ja nende peal on. Kui sinine ja kollane klaas üksteise peale pandakse, siis saadakse ka roheline klaas. Tähen-dab, kui walgus kollaste terade juurest läbi siniste läheb, ehk ümberpöördult, siis saab ta rohelisteks.

Õ — n e. Aga kui mõlemad ained on walget wärwi, siis ei saa mina neid ka mikroskopi abil üksteisest ära tunda, ja sel korral ei saa mina mitte teada, kas mul segu on wõi mitte.

Õ — j a. Kui mina lusikatäie suhkurt ja walget liiwa segan, siis ei wõi mina wälimuse järele mitte otsustada, et mul kahe aine segu on. Aga kui ma suhkru wette panen, mis saab siis?

Õ — n e. Ta sulab ära, ja wesi saab natukese aja pärast jälle läbipaistwaks ja ka magusaks.

Õ — j a. Aga mis saab liiwast, kui teda wette panna?

Õ — n e. Ta teeb wee segaseks.

Õ — j a. Peale selle ei tee liiw wett mitte magusaks. Kui ma nüüd suhkru ja liiwa segu wette panen, siis teeb suhkur wee magusaks, aga liiw segaseks. Nii wõin ma siis mõlemaid aineid üksteise kõrwal ära tunda.

Õ — n e. Jah, nii see on.

Õ — j a. Mispärast on see nii? Seda seletan sulle kohe. Wärw ei ole mitte ainete ainus omadus, mille järele neid ära tunda ja üksteise wahel wahet teha wõib. Wahekord wee wastu on iseäraline omadus, mis suhkrul ja liiwal mitte ühesugune ei ole, kuna wärw mõlemal üks on. Kui palju mitmesuguseid aineid üksteisest lahutada soowitakse, siis on järgnewalt mitte ainult ühte ega kahte omadust teada tarwis, waid kaunis palju. Sel juhul sel wõib ikka wahet leida, ehk küll teised omadused ühised on. Sellepärast uuritakse ja kirjeldatakse keemias palju ja mitmesuguseid ainete omadusi. Nüüd tahan ma sulle weel ühe teise küsimuse ette panna. Kui meie raudkiwi waatlesime, siis ei olnud mitte raske ette kujutada, et meie ta wärwi järele tema koosseiswatesse jagadesse jagasime, nii et iga jao üksikult saime. Kuidas sa arwad: kas saab meie segus kuidagi wiisi suhkurt liiwast lahutada?

Õ — n e. Kindlasti saab, aga ma ei tea, kuidas nimelt.

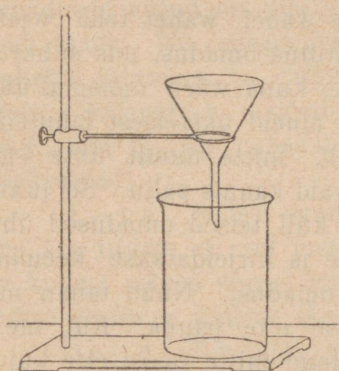
Õ — j a. Waata siin seda klaasi, milles ma oma segu weega segasin. Liiw wajus nüüd põhja, aga suhkur sulas ära.

Õ — n e. Jah, nüüd hakkab ma juba aimama Wesi tarwis ühes suhkrusulatisega pealt ära walada, järele jääb siis klaasi ainult liiw.

Õ — j a. Saawad need ained selle läbi üksteisest täiesti lahutatud?

Õ — ne. Ei, wett ei saa mitte täiesti ära walada, liiw jääb märjaks, ja wette jääb weel natukene suhkurt.

Õ — ja. Waata, kuidas seda siiski teha wõib. Siin on mul ümargune tükk iseäralist, nõndanimetatud, filterimise-\*) paberit. Ta on kuiwatamisepaberi sarnane, sest et ta wett enesesse imeb, aga ta seisab puhtast ja kindlamast aimest koos. Ma panen paberi kaks korda risti-rästi kokku ja sean teda nii, et ma midagi trehtrisarnast saan, mille üks külg ühe- ja teine kolmekordsest paberist on. Seda nimetatakse filtriks (kurnaks).



2.

Joonistus nr. 2.

teda weega. Nüüd wõin ma paberi trehtri seinte wastu muljuda, nii et ta igal pool täielt tema küljes lamaks. Trehter pandakse aluse peale, mille alla klaas mahutatakse (joon. 2).

Õ — ne. Mistarwis kõike seda teha?

Õ — ja. Selleks, et liiwa suhkrust täiesti lahutada. Kui ma nüüd filtrisse liiwa ja suhkruwee pudru walan, siis läheb wesi läbi filtri ja liiw jääb filtri peale.

Õ — ne. Aga liiw jääb ikkagi märjaks ja tema peale jääb sellega weel natukene suhkurt.

Õ — ja. Kohe toimetame ka selle jäänuse kõrwale. Selleks on mul waja filtrisse natuke puhast wett walada; wiimane läheb läbi filtri ja wiib enesega ka suhkruwee kaasa. Et klaasist wiimaseid liiwa jäänuseid filtri peale tuua, selleks tarwitan mina jälle puhast wett, millega ma liiwa klaasist filtri peale juhin. Kui esimesel korral lahutus mitte täielik ei ole, siis ootan ma, seni kui wesi kõik ära jookseb, ja peale selle kordan ma seda walamist weel

\*) Kurnamise-.

mitu korda. Nüüd on kõik walmis; tarwis ainult oodata, kuni filter ära kuiwab, siis saame liiwa, mis suhkrust täiesti on ära lahutatud.

Õ — n e. Aga kuidas wõime meie suhkurt kätte saada?

Õ — j a. Seda teeme homme. Ma korjan pesu wee laiasse portsellanist kaussi ehk taldrikusse ja panen ta sooja ahju.

Õ — n e. Mistarwis.

Õ — j a. Mis saab weest, mida soojas ahjus hoitakse.

Õ — n e. Ta kuiwab ära.

Õ — j a. Jah, tema aurab ära. Ta muutub weeau-ruks, mis õhus laiali laguneb, ja taldriku peale ei jää mitte midagi Sünnib suhkruga ka midagi sarnast? Kas temast kaob midagi ära, kui teda soojas ahjus hoitakse?

Õ — n e. Ei, tema jääb sinna, kuni teda keegi ära ei söö.

Õ — j a. Õige. Kui ma nüüd oma wee, millel suhkurt sees on, sooja koha peale panen, siis hakkab wesi ära aurama; kui kõik wesi ära on auranud, siis jääb taldriku peale ainult suhkur. Sel wiisil wõime meie wiimaks suhkru ja liiwa segu täielikult ära lahutada.

Õ — n e. Ma tahaksin väga teada saada, kuidas homme suhkur wälja nägema peaks. Praegu ei wõi teda sugugi mitte tähele panna, sest et wesi täiesti läbipaistew on, aga homme peab ta uuesti ilmuma.

#### 4. Sulatised.

Õ — n e. Kas suhkur ilmus?

Õ — j a. Siin on ta kausis, waata teda.

Õ — n e. Õige. Midagi walget suhkrusarnast ainet on näha. Aga siin on weel midagi wedelat.

Õ — ja. See on wee jäänus, mis weel suhkru juurde on jäänud ja mis pikkamisi ära aurab. Wedelikus on wäga palju ärasulanud suhkurt, sellepärast ei ole ta mitte enam nii liikuw kui puhäs wesi, ja wesi ei aura enam mitte nii ruttu.

Õ — ne. Aga suhkur ei ole enam mitte pulbri näol, nagu meie teda ootasime.

Õ — ja. Ei, ta ilmus kristallide näol. Siin selles taldrikus ei ole need kristallid mitte suured ja mitte täiesti selged ja ilusad. Aga siin on mul teine suhkur. Kas tunned seda?

Õ — ne. Jah, see on kristalline suhkur.

Õ — ja. Ôige . . . Niisugust suhkurt wõib harilikust suhkrust saada, kui teda soojas wees ära sulatada ja pärast pikkamisi jälle weest lahkuda ehk kristalliserida lasta. Kui meie kaunis suure hulga suhkurt wõtame ja kristalliserimist küllalt pikkamisi sündida laseme, siis wõib suuri, ilusaid kristallisid saada. Waatle lähemalt seda suhkurt; iga tükk on kristall.

Õ — ne. Jah, nüüd näen ma igal pool libedaid, tasaseid wäljasid. Aga kas harilik suhkur ei ole kristallidest.

Õ — ja. On küll, aga tema kristallid on palju pismad. Siin on suurekstegew klaas ehk luupe; waata tema läbi suhkrutoosis suhkurt.

Õ — ne. Ta näeb niisamuti wälja, kui kristalliline suhkur.

Õ — ja. Peasuhkur on ka kristalline, aga need on seal nii üksteise sisse kaswanud, et neid üksteisest selgesti ära tunda ei wõi. Kõik see suhkur on sulatistest wälja aetud, sellepärast on tal ikka kristalliline kuju, see tähendab, ta seisab enam ehk wähem selgelt wäljatunud kristallidest koos.

Õ — ne. Kas kristallid iga sulatise auramise juures sünniwad?

Õ — ja. Suuremalt jaolt. Aga kristallide saamiseks on peale sulatiste auramise weel palju teisi abinõusid. Ühte niisugust näitan ma sulle kohe. Mul on weel alles

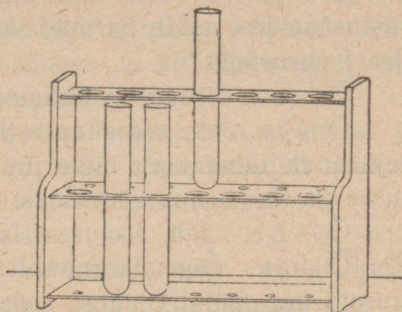
klaas wasevitrioliga, millest meie hiljuti rääkisime (joon. 3). Kui ma ühe tema tükikese wette panen, siis sulab ta seal ära, ja wesi läheb siniseks.

Õ — n e. Mispärast sa seda niisuguses klaastoru- keses teed?

Õ — ja. Seda pead sa kohe nägema. Sarnaseid toru- sid tarwitab keemikus oma katsete suurema jao juures, kui ta mitte suure hulgaga töötada ei taha. Sellepärast nimetatakse neid katse- klaasid e k s. Nüüd panen ma piirituselambi (joon. 4). põlema ja soo- jendan wett ühes wase- vitrioliga.

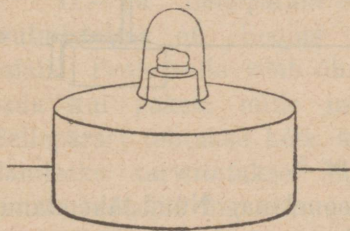
Õ — n e. Ettewaat- li kült, klaas läheb katki! Imelik, ta ei pragisegi.

Õ — ja. Sarnased klaasid ei lähe mitte katki, kui nendega mõist- likult ümber käidakse. Waata nüüd, mis katseklaasis sündis; ennem oli ühes sinise wedelikuga klaasis ka wase- vitrioli, nüüd kadus ta üsna ära ja sulatis läks tume- siniseks. Ma wõin sinna weel wasevitrioli juurde lisada, ja ikka sulab ta ära. Aga kui ma wasevitrioli ikka enam ja enam juurde panema hakkam, siis wõin ma wiimaks wedelikku kuni keemiseni soojendada, kuna jagu wase- vitrioli ometi kindlaks jääb. Nüüd panen ma weel natuke wett juurde ja soojendan uuesti wedelikku; kindel aine sulab kõik ära. Aga nüüd jätame läbipaistwa wedeliku kõrwale.



3.

Joonistus nr. 3.



4.

Joonistus nr. 4.

Õ — n e. Aga mispärast katseklaas ennemalt katki ei läinud? Klaas läheb ju katki, kui teda tugewasti soojendada.

Õ — j a. Mitte igakord. Sa tead ju, et klaasi sulatamise läbi tehtakse. Selle juures peab ta väga tugewasti soojendatud olema. Nii siis, kõik klaasitükid ehk klaasnõud pidiwad väga palawad olema, ja ometi ei läinud nemad katki.

Õ — n e. Jah, aga waata, alles hiljuti tõreles minuga ema sellepärast, et ma keewa wett klaasi walasin, mis selle läbi katki läks.

Õ — j a. See on kah õige. Nii on siis meil siin wastusõneldus, mida harutada katsume. Kuidas wõib weel klaasi purustada?

Õ — n e. Löömise, lükkamise ja murdmise läbi

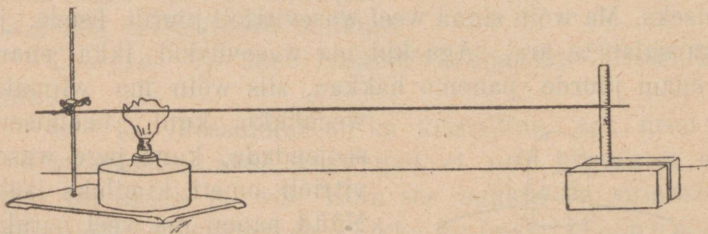
Õ — j a. Jah, see sünnib ikka siis, kui klaasile teist kuju anda tahetakse, mille juures igas kohas isesugune surwe on. Kas soojus wõib klaasi kuju peale mõju awaldada?

Õ — n e. Jah, soojusest laienewad kõik kehad?

Õ — j a. Õige. Järgnewalt, see klaasitükk on natuke suurem kui külm. Oled sa seda mõnikord tähele pannud?

Õ — n e. Ei, wahe on nii pisuke, et teda sugugi tähele ei saa panna.

Õ — j a. Aga waata, ometi näitan ma sulle seda. Siin on mul kaunis pikk klaastoruke. Ma kinnitan ta ühe otsaga aluse külge, nii et ta kaalus oleks, ja waba otsa



5.

Joonistus nr. 5.

juurde panen ma jagatustega joonelaua. Nüüd tähendame omale joone, mille juures waba ots seisab. Et sa teda paremini näeksid, kleebin na wahaga ta külge musta nõelakese. Nüüd panen ma oma lambi torukese alla, mille järele wiimane soojenema hakkab (joon. 5). Mis sa näed?

Õ — n e. Ots tõuseb esiteks üles ja hakkab siis pikkamisi alla langema. Suurepäraline!

Ô — j a. Mispärast see sind nii imestab?

Ô — n e. Mina mõtlesin, et nõelake oleks pidanud edasi liikuma. Et soojus klaastorukest laiendab, siis oleks pidanud ta pikenema.

Ô — j a. Aga selle wahel läheb ta ülespoole kõweraks. Ma seletan sulle seda kohe . . .

Ô — n e. Oota, ma tean juba ise selle põhjust. Torukese alumine pind, millesse leek puutub, soojenes enam kui pealmine; sellepärast laienes ta alt tugewemini kui pealt, ja see andiski kõwerenemisele põhjust.

Ô — j a. Õige. Aga pärast soojenes ta pealt ka ja sirgus sellepärast uuesti. Nii siis, klaas paindub natuke. Aga kui ma teda liig palju kõwerdama hakkam . . .

Ô — n e. Siis katkeb ta.

Ô — j a. Nüüd wõid sa juba arwata, millal klaas palawusest katkeb. Kui meie teda mitte ühetasaselt ei soojenda, siis läheb ta kõweraks, ja kui kõwerdused liig suured on, siis peab ta katkema. Aga kui klaasi ühetasaselt soojendada, siis ei juhtu seda iialgi. Palaw wesi soojendas klaasi seesmist pinda, kuna wäljastpoolt klaas weel külmaks jäi, ja sellepärast katkes ta.

Ô — n e. Aga sinu katseklaas oli seest külm, kui sa ta tu esse panid ja wäljastpoolt soojendasid. Mispärast siis tema ei katkenud?

Ô — j a. Sellepärast et ta väga õhukesest klaasist walmistatud on. Soojus lagunes ruttu kõiges klaasis laiali. Peale selle wõib õhukest klaasi palju enam painutada kui paksu, mille juures katkemist karta ei ole. Sellepärast tehtakse kõik keemialised nõud, mida soojendamiseks tarwitatakse, õhukesest klaasist, ja katsete juures hoitakse liig kiire ja ühekülgse soojendamise eest, et soojus wõimalikult ühetasaselt klaasis laiali laguneda wõiks. Aga nüüd waatame jälle oma wasevitrioli sulatist, mis selle aja sees juba jahtus.

Ô — n e. Katseklaasis on jälle kindel wasevitriol!

Ô — ja. Ma walan wedeliku pealt ära teise katseklaasisse, aga kindlad jaokesed wôtan klaaspulgakesega wälja. Et need ära kuiwaksiwad, panen ma nad filtrermisepaberi tüki peale, mis wedeliku enda sisse imeb. Waata nüüd hästi ja ütle, mis sa näed.

Ô — ne. Jällegi sündisiwad kristallid!

Ô — ja. Täiesti õige. Need kristallid ei sündinud mitte sulatise auramise, waid jahtumise läbi.

Ô — ne. Ole nii hea, seleta mulle seda!

Ô — ja. Kui sa määratu kogu wett wôtad ja temas wasevitrioli sulatad, kas wôid sa siis sulatissesse niipalju wasevitrioli panna, kui tahad?

Ô — ne. Ei, lõpuks ei sula ta enam mitte ära.

Ô — ja. Antud kogu wett wôib ainult määratud kogu teist ainet ära sulatada. Niisugust sulatist nimeakse „täidetuks“.

Ô — ne. Sellepärast, et ta enam kindlat ainet süüa ei wõi!

Ô — ja. Aga kui seda sulatist soojendada . . .

Ô — ne. Siis saab ta uuesti näljaseks.

Ô — ja. Jah, siis wôib ta enam ainet ära sulatada. Aga kui sarnast sulatist pärast uuesti jahutada, siis ei jõua ta enam seda üleliigset ainet, mis soojenemise juures temas ära sulas, kinni pidada ja wiimane lahkeb sealt kindlal kujul, kristallide näol, wälja.

Ô — ne. Ôieti ütelda, sünnib see siin niisamuti, kui auramise juures, seal läks wesi minema, nii et enam wedelikku ei olnud, mis ainet sulatises hoida oleks wôinud.

Ô — ja. Ôige, Igakord, kui ainet rohkem on, kui teda antud sulatise täitmiseks waja läheb, lahkeb ta kindlal kujul. Pärastpoole saad sa weel ühe tingimise teada, mida selle juures tingimata tähele panna tuleb. Aga ma ei ole sind weel jõudnud küsida, mis sa eila õppisid.

Ô — ne. Eila kõnelesime segude ja homogen-ainete üle. Segud seisawad mitmest ainest koos.

Ô — ja. Aga kuidas wôib segu ära tunda ja teda koos seiswateks jagudeks jagada.

Õ — ne. Seda wõib selle tõttu teha, et koosseiswatel jagudel mitmesugused omadused on. Nii wõib neid näituseks wärwi järele lahutada ehk wõib ühe jao wee sees ära sulatada ja teise kindlal kujul jätta.

Õ — ja. Jah, kui see wiimane wee sees mitte ära ei sula. — Aga missugused on selle juures saadawad sulatised — segud ehk ühehõimulised ained?

Õ — ne. Segud.

Õ — ja. Mispärast?

Õ — ne. Sellepärast et nad mitmesugustest ainetest koos seisawad ja neid jälle koosseiswateks jagudeks lahutada wõib.

Õ — ja. Jah, see on nii, aga kas on ka sulatistel niisuguseid omadusi, kui teistel segudel, mis koosseiswate jagude omadest kokku on pandud?

Õ — ne. Jah, wasevitrioli sulatis on niisamuti sinine, kui wasevitriol ise, ja suhkru sulatis niisamuti magus, kui suhkur ise.

Õ — ja. Aga wasevitriol ja suhkur on ju kindlad ained, kuna nende sulatised niisama wedelad on kui wesi. Kui sa wette mõnda teist ainet paned, näit. liiwa, siis sünnib pudru, aga mitte sulatis.

Õ — ne. Jah, see on wahe. Aga wõib olla, et suhkur nii wäikesteks jaokesteks laguneb, et neid näha ega tunda ei wõi.

Õ — ja. Seda wõib küll oletada, aga mitte tõestada. Kui meie sulatist ka kõige parema mikroskopi läbi waatleme, siiski ei wõi meie üksikuid jagusid tähele panna.

Õ — ne. Aga wõib olla, et jaokesed weel pisemad on.

Õ — ja. Selle üle kõnelemine on kasuta, sest et meie seda küsimust otsustada ei jõua.

Õ — ne. Järgnewalt on sulatistel midagi iseäralist, mis neid harilikkudest segudest lahutab.

Õ — ja. Jah, sulatiseid on ühehõimulised ehk homogen-segud.

## 5. Sulamine ja hangumine.

Ô — j a. Millest meie eila rääkisime?

Ô — n e. Sulatistest. Aga ma ei saanud mitte kõigest aru.

Ô — a. Mis siis nimelt sulle raskusi teeb?

Ô — n e. See asjaolu, et kindlast ainest ja wedelikust uuesti wedelikku saada wõib.

Ô — j a. Mõttele järele, kas sa ei tea mõnda teist näitust, kus wedelikku kindlaist ainetest saada wõib?

Ô — n e. Tean küll, kui lumi ehk jää sulab.

Ô — j a. Kas see üksi lume ja jääga sünnib, wõi wõiwad ka teised kôwad ained sulada?

Ô — n e. Jah, wana aasta õhtul sulatasime meie tina.

Ô — j a. Soojendamise ehk kuumamise läbi wõib kõiki kindlaid aineid sulatada ehk wedelikkudeks muuta. Aga kui wedelikku jahutada?

Ô — n e. Siis muutub ta uuesti kindlaks.

Ô — j a. Järgnewalt wõime siis meie jääd weeks ja wett jääks muuta, kui meie ükskord jääd soojendame ja teine kord wett jahutame. Missuguse temperaturi juures sulab jää?

Ô — n e. 0° juures.

Ô — j a. Aga missuguse temperaturi juures muutub wesi jääks?

Ô — n e. Niisamuti 0° juures.

Ô — j a. Kas jää kohe weeks muutub, kui teda kuni 0° soojendada?

Ô — n e. Wist küll . . .

Ô — j a. Nagu näha, oled sa ära unustanud, mis sa sellest fiisikas õppisid. Teeme ise selle katse. Siin on mul soojamõõtja (termomeeter) (joon. 6). See riist on peenikene klaastoru laiendatud otsaga, milles elawhõbe seisab. Et elawhõbe soojusest palju enam laieneb kui klaas, siis tõuseb tema torukeses seda kõrgemale, mida kõrgem temperatuur on. Terwe rea üksteisest ühekaugusel seiswate ja numbritega äramärgitud joonte järele,

mida kokkuwõtetult skalaaks kutsutakse, wõib elawhõbeda samba kõrgust igal ajal määrata ja üles tähendada ning ühes sellega ka temperatuuri. Ma pistan soojamõõtja kerakese klaasisse, milles peeneks tambitud jää on; lühikese aja järele jääb elawhõbe kriipsu juurde, mis  $0^{\circ}$  ära on tähendatud, seisma.

Õ — n.e. Mispärast jääb elawhõbe just  $0^{\circ}$  juures seisma.

Ô — ja. See oleneb soojamõõtja ehitusest, mida meister talle andis. Kui riist juba niipalju walmis on, et ainult skala weel peale tarwis tõmmata, siis paneb meister ta sulawasse jäässe ja tähendab selle koha, kus elawhõbe seisma jääb, üles. Peale selle teeb ta niisuguse skala, et nulljoon just selle koha peale tuleb.

Ô — n.e. Järgnewalt on seal temperatuuri suurus null.

Ô — ja. Ei, seal on temperatuur, mida meie nulliga tähendame. See tähendus on meie poolt täiesti wabatahtliselt walitud, sest meie teame ju, et talwel temperatuur palju alla nulli wõib langeda. Kõige alam temperatuur, mida siiamani kätte on saadud, on koguni  $250^{\circ}$  nullist allpool.

Ô — n.e. Mispärast just see tähendus Joon. nr. 6. waliti?

Ô — ja. Seda saad sa kohe näha. Ma wõtan klaasi ja püüan teda kättega soojendada; waata soojamõõtja peale.

Ô — n.e. Elawhõbe seisab ikka weel  $0^{\circ}$  peal.

Ô — ja. Ma walan pudelist, mis toas seisnud, natuke wett juurde. Kui suur on selle wee temperatuur.

Ô — n.e. Toas on ikka  $17^{\circ}$  ehk  $18^{\circ}$ . Wee temperatuur peab peaaegu niisama suur olema.

Ô — ja. Waata soojamõõtjat

Ô — n.e. Elawhõbe seisab  $5^{\circ}$  juures.

Ô — ja. Soojem wesi tõstis siis temperatuuri. Sega nüüd ettewaatlikult wett.



6.

Ô — n. e. Elawhõbe langeb ikka madalamale. Nüüd on ta jälle 0° juures ja siin jääb ta seisma. Mispärast see nii sünnib? Toas on ju palju soojem, ja elawhõbe peaks ülemale tõusma!

Ô — j. a. Kui wesi ja jää ühes on, siis on temperatuur senikaua 0°, kui mõlemad segus on. Kui soojuse juurdelisamisega temperatuuri tõsta katsutakse, siis sulab niipalju jääd ära, et kõik juurdelisatud soojus ära tarwitatud saab; kui segu jahutada, siis hangub niipalju wett jääks, et selle juures wabanew soojus just nii suur oleks, kui palju jahutamise juures ära wõeti.

Ô — n. e. Kas siis wee hangumise juures soojus sünnib?

Ô — j. a. Kahtlemata. Kui wesi ära külmab, siis sünnib selle juures just niipalju soojust, kui palju teda jää weeks muutumise juures tarwis läheb.

Ô — n. e. Mispärast just niisama palju?

Ô — j. a. Kujuta enesele ette, et soojus, mis hangumise juures wabaneb ja sulamise juures ära tarwitatakse, mitte ühesuurune ei oleks. Olgu esimene 80-ga tähendatud ja teine ainult 60-ga. Kui meie nüüd wett külmetama hakkame ja siis jälle sulatama, siis saame lõpuks niisama suguse wee, mis katse alguselgi oli. Aga selle juures saime soojust 80 ning tarwitasime 60; järgnewalt jäi meile järele 20. Seda katset wõiks niipalju korrata, kui iganes tahaks, ja nii wõiksime meie niipalju soojust ei millestki saada, kui aga iganes soowiksime. Aga see on wõimata, ja sellepärast peab sulamise juures just niipalju soojust ära tarwitatud saama, kui palju teda hangumise juures sünnib.

Ô — n. e. Kas ei millestki soojust tõesti saada ei wõi? Õerumise juures sünnib ju ka soojus.

Ô — j. a. Aga mitte ei milestki. Õerumiseks peab tööd raiskama, mida ka ei millestki mitte sünnitada ei saa. — Aga jätame nüüd selle küsimuse, sest et ma sulle pärast ära seletan, mis soojuse paljus on ja kuidas seda mõõdetakse. Nüüd läheme oma jää ja wee juurde tagasi.

Sa nägid juba, et kui nad mõlemad ühes on, siis soojamõõtja ikka ühte ja sedasama temperaturo näitab, mis jäädawalt nulli tähenduse sai. Järgnewalt on siis täiesti määratud temperatuur olemas, mille juures jää wedelaks weeks muutub ehk sulab. Kuidas sa arwad, kas igakord, kui mõni kindel aine sulab; üks määratud temperatuur kindlaks jääb?

Õ — ne. Midagi sarnast peab ikka olema, sest et seatina kergesti sulab, aga hõbe — waewalt.

Õ — ja. Siin on meil ühe üleüldise seadusega tegemist, mille järgmiselt formulerida wõib: iga aine sulab ühe täiesti määratud temperaturo juures ja hangub sellesama juures. Sulamise ja hangumise punkt on iga aine juures üks ja seesama. See on temperatuur, mille juures aine ühe korraga kindel ja ka wedel olla wõib ja mille juures kõik juurdepandud ehk ärawõetud soojus wedela ehk kindla kuju suurenemise peale teise kulul läheb. Sellepärast on sulamise punkt iga aine niisamasugune määratud omadus, kui tema wärw ehk sulawuski.

Õ — ne. Kes andis selle seaduse?

Õ — ja. Sõna „seadus“ tarwitatakse siin ainult nagu kujutust. Sai üles leitud, et ainete wahekord on ikka niisugune, ja sellepärast wõrreldi neid sõnakuulwate õpilastega, kes ikka nii teewad, kuidas neile ette on kirjutatud. Looduseteaduses mõeldakse seaduse all ikka niisugust, mis paljude katsete abil on tõestatud ja mida üleüldistada wõib

Õ — ne. Kas niisuguseid seadusi on palju?

Õ — ja. Jah, kaunis palju.

Õ — ne. Ole hea, seleta mulle seda laiemalt.

Õ — ja. Wõtame näituseks seaduse, mille järele wee ja jää segul ikka üks määratud temperatuur on. Kui mõni Türingeni meister omale nii soojamõõtja walmistas, et see tema kodus wee ja jää segus 0° näitab, siis wõib ta selle peale kindel olla, et tema soojamõõtja kõiges ilmas 0° näitab, kui teda wee ja jää segusse panna. Wastasel korral ei wõiks tema oma soojamõõtjaid mitte müüa ja meie neid oma sihtide kättesaamiseks mitte trawitada.

Ô — n.e. See on seaduse poolt õige hea, et ta meistrile nii kaasa aitab!

Ô — j.a. Looduse seadus ei ole mitte mõni olemus, mis midagi teeb ehk mitte ei tee. Ennem tuleks juba neid inimesi kiita, kes näitasiwad, et wee ja jää segul ikka üks temperatuur on. See andis meistrile wõimaluse niisuguseid soojamõõtjaid walmistada, mida igal pool tarwitada wõib. Aga kui meister ühe nullipunkti kindlaks tegi, siis ei ole ta soojamõõtjat weel walmis teinud; tarwis weel teiste joonte kohad ära määrata.

Ô — n.e. Kas need siis millimeetrid ei ole, nagu joonelaua peal?

Ô — j.a. Ei. Asi seisab selles, et ükskord on toruke teinud, teine kord jämedam ja kerake, kus elawhõbe sees on, wõib pisem ehk suurem olla. Sel juhusel peab elawhõbe ühe ja sellesama temperatuuri juures mitmesugusele kõrgusele tõusma, ja soojamõõtjad ei läheks sugugi ühte.

Õ — n.e. See on õige. Sel juhusel oleks tarwis kõiki soojamõõtjaid ühtlaselt soojendada ja elawhõbeda kõrgust ära tähendada, ja siis tuleks igal soojamõõtjal wahe selle ja nullipunkti wahel ühtlastesse osadesse jagada.

Õ — j.a. Hea küll. Kui kõrge temperatuurini tuleks siis soojendada.

Ô — n.e. Üks kõik, kui palju

Ô — j.a. See ei lähe. Sel juhusel läheksiwad ainult nende soojamõõtjate näited ühte, mis ühe korraga tehtud oliwad; mujal ei oleks mitte teada, missuguse temperatuuri juures ülemine joon kindlaks sai tehtud.

Ô — n.e. Siin ei mõista ma juba ennast enam aidata.

Õ — j.a. Asi oleks korras, kui meie ühte temperatuuri, mida niisama kergesti ja õieti kindlaks wõib teha kui sulamisepunkti, tunneksime.

Ô — n.e. Jah, nüüd tuleb mul meelde: see on wee keemise punkt.

Õ — j.a. Täiesti õige; see on temperatuur, mille juures wesi keeb. Selle üle räägime homme.

## 6. Auramine ja keemine.

Ô -- j a. Millest meie eila kõnelesime?

Ô — n e. Ma sain teada, et jää ikka ühe ja selle-  
sama temperaturi juures sulab, mis sugugi wee ja jää  
paljusest ei olene.

Ô — j a. Mis sünnib wee hangumise juures?

Ô — n e. Siin näitab soojamõõtja sedasama tempe-  
raturi. Aga mis siis sünnib, kui kõik wesi ära hangub?

Ô — j a. Siis saame ainult jää, mida meie niipalju  
jahutada wõime, kui tahame. Niisamuti sünnib ka jää  
sulamise juures; kui kõik jää weeks muutub . . .

Ô — n e. Siis on meil ainult wesi, mida niipalju,  
kui iganes tahame, soojendada wõime.

Ô — j a. See otsus on jaolt õige, aga ta on väga  
uisapäisa tehtud, sest et ta kõigi olude kohta ei sünni.  
Sellest räägime pea. Aga ennem kordame weel seda,  
millest juba rääkisime. Nii siis, missugustel tingimistel  
saame meie null-temperaturi? Katsu seda wõimalikult  
lühedal ja üleüldisel kujul wälja ütelda.

Ô — n e. Oota, ma mõtlen järele. Jää näitab  
0° peale sulamisel ja wesi — hangumisel. Aga kui juba  
jää kõik ära on sulanud ja wesi hangunud, siis ei ole  
temperatuur enam mitte 0°. Järgnewalt on tarwis, et  
meil jää ja wee segu oleks. Ahaa, nüüd sain ma aru. Kui  
wesi ja jää ühes on, siis on temperatuur 0°.

Ô — j a. Õige, see on tingimine. Agakas sa ei wõiks  
ehk aimata, mispärast see tingimine peab täidetama?

Ô — n e. Mulle näib, et põhjus väga lihtne on.  
Aga ma ei oska oma mõtet wälja ütelda

Ô — j a. See on tõesti väga lihtne. Mis sünnib  
siis, kui jää ja wee segu soojendada katsutakse?

Ô — n e. Seda seletasid sa mulle juba eila; siis  
sulab ainult natuke jääd ära, mille peale juurdelisatud  
soojus tarwitatakse.

Ô — j a. Aga kui niisugust segu jahutada katsutakse?

Ô — n e. Siis muutub natukene wett jääks ja sünnitab . . .

Ô — j a. . . . ja sünnitab sealjuures just niipalju soojust, kui segult ära wõetud sai. Sa näed, et see tiigi pinda meelde tuletab, mis ikka ühel kõrgusel seisab. Kui wett kõrwale toimetatakse, siis jookseb teda hallikatest juurde; kui aga sinna wett juurde walatakse, siis jookseb see jagu üle äärte; nii on siis weepinna kõrgus ikka üks ja seesama.

Ô — n e. Sellest sain ma aru, aga siiski ei kujuta ma seda enesele weel hästi ette. Kas siis suure hulga wee ja wäikeste jäätükikeste segu tõesti niisamasuguse temperatuuri annab kui segu, mille koosseiswate jagude wahekorid just wastupidine on?

Ô — j a. Sa ei ole küll tähelepanelik olnud. Eila saime meie ju teada, et see looduseseadus on, see tähendab, et see alati õige on.

Ô — n e. Jah, nüüd tuleb mul meelde . . . Õige, nüüd on mul kõik selge. See kõik on tõesti kolelihtne; mina mõtlesin, et see palju raskem oleks pidanud olema.

Ô — j a. See saab sinuga weel sagedasti sündima. Kui inimene omale mõnda küsimust hästi ära seletab, siis näitab see temale väga lihtne olewat. Aga arusamine ise ei ole mitte igakord nii lihtne ja kerge. Aga nüüd läheme minu endise tähenduse juurde tagasi. Kas wõib tõesti wett ilma jääta niipalju soojendada, kui iganes tahes? Mis sünnib siis, kui astja ühes weega tulele paneme?

Ô — n e. Esiteks soojeneb wesi, aga pärast hakkab ta keema.

Ô — j a. Õige. Teeme seda katset. Siin on mul õhukeset klaasist pudel, — seda nimetatakse kolbeks, mida ma tulele panna wõin, ilma et karda oleks, et ta katki läheb. Ma panen ta natukese weega kolmejalalise aluse peale (joon. 7), mille all minu lamp seisab.

Ô — n e. Mispärast aluse peal traadist wõrk on?

Ô — j a. Esiteks sellepärast, et ma aluse peale

suuri ja pisukesti astjaid panna wõiksin. Teiseks, aitab metall leegi palawuse ühetasasele ärajaotamisele kaasa, ja sellepärast ei lähe ka astjas katki, kui ta ka paksemast klaasist tehtud oleks. Nüüd panen ma oma soojamõõtja wette . . .

Ô — n e. Waata, wesi läheb soojemaks.

Ô — j a. Oota.

Ô — n e. Nüüd keeb wesi, ja elawhõbe tõusis wäga kõrgele; ta seisab juba 100° peal. Warsti täidab ta soojamõõtja torukese kõik täis. Mis sünnib siis, kui elawhõbeda laienemiseks enam ruumi üle ei jää?

Ô — j a. Siis lõhub ta soojamõõtja ära, sest et tema surwe wäga suur saab olema.

Ô — n e. Kui nii, siis wõta ruttu lamp alt ära.

Ô — j a. Parem waata soojamõõtjat.

Ô — n e. Ta näitab ikka alles 100°

Ô — j a. Elawhõbe saab kaua weel sel kõrgusel seisma. Ma suurendan leeki; mida näed sa nüüd?

Ô — n e. Wesi keeb palju tugewamine.

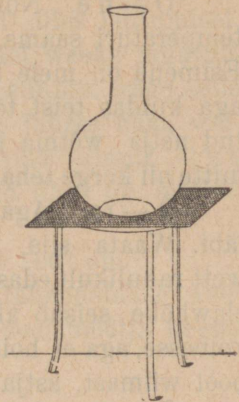
Ô — j a. Aga soojamõõtja?

Ô — n e. Ta näitab weelgi 100°. Ahaa, nüüd hakan ma midagi aimama. Nähtawalt, sünnib siin seesama, mis sulamise juureski.

Ô — j a. Täiesti õige. Katsu nüüd wõrrelda. Seal jäi temperatuur muutumata, kuni kaks keha, jää ja wesi, ühes oliwad. Kuidas seisab lugu siin?

Ô — n e. Siin on üks keha wesi, aga mis siis teine on? Oota, ma tean, teine — on a u r. Õige?

Ô — j a. Jah. Kui ma tule suurendamisega soojust juurde lisan, siis ei lähe soojus enam mitte soojendamiseks, waid tema ümbermuutmiseks . . .



7

Joonistus nr. 7.

Ô — n e. Auruks!

Ô — j a. Waatame seda nüüd ümberpöördult. Ennem oli meil üks ja seesama temperatuur, selle peale waatamata, millega meie peale hakkasime, kas weega ehk jääga, nüüd . . .

Ô — n e. Nüüd peame meie ikka ühe ja sellesama temperatuuri saama, läheme meie weest ehk aurust wälja. Esimene on meie katses, kus meie weest peale hakkame; aga kuidas teist tõestada. Selleks peaksime auruga täidetud astja wõtma ja teda jahutada katsuma. Seda ei ole mitte nii kerge teha, sest et selleks aurukatelt tarwis läheb.

Ô — j a. Aga meie saame lihtsamate abinõudega läbi. Waata siia, ma wôtan soojamõõtja wälja ja lasen wett rahulikult edasi keeda. Soojamõõtja jahtus juba natuke, elawhõbe seisab allpool 50°. Nüüd panen ma ta uuesti kolbesse, aga ei hoiata teda mitte keewas wees, waid pealpool wiimast, astja ülemas jaos. Mis sa näed?

Ô n e. Soojamõõtja pealt tilgub wesi. Kuidas ta sinna sai? Ahaa, ma mõistan. Weeaur tihenes kolbe ülemas jaos külma soojamõõtja peal.

Ô — j a. Ôige. Waata temperatuuri.

Ô — n e. Ta on uuesti 100°.

Ô — j a. Näe, meie tegimegi katse, mille tarwis sinu aru järele aurukatelt tarwis oleks. Kolbe ülemas jaos on aur, mis sealt wälja tuleb ja pilwi sünnitab. Külma soojamõõtja mõjul muutub üks jagu auru wedelaks weeks, ja nii saame siis kolbe ülemas jaos ühe korraga auru ja wee. Soojamõõtja peal tiheneb niikaua aur weeks, kuni ära kaotatud soojus soojamõõtjale tagasi tuleb ja temperatuur 100°-ni tõuseb.

Ô — n e. Kas kolbe ülemas jaos tõesti weeaur on? Ta on ju päris läbipaistew.

Ô — j a. Weeaur on niisama läbipaistew kui õhkgi.

Ô — n e. No noh! Ja mina mõtlesin, et weeaur udune ja mitteläbipaistew on. Kui wedurist aur wälja tuleb, siis ilmub wiimane seal walge tiheda pilwe näol, ja taewas ei ole pilwed ju ka mitte muud, kui weeaur.

Ô — j a. See, mis sa seal näed, ei ole mitte weeaaur, waid wedel wesi wäga pisukeste tilkade näol; see wesi sai jahtumise läbi aurust. Kui sa wedurisse waadata wõiksid, siis tuleksid sa kindlase otsulele, et ta seest niisama läbipaistew on, kui oleks ta õhuga täidetud. Ka läbipaistwa õhu sees on alati wäga palju weeauru, ja udu ning pilwed sünniwad alles jahtumisel, kui üks jagu auru pisukeste tilkade näol weeks muutub. Nii siis, näed sa, et kõik see, mis siin sünnib, wäga selle sarnane on, mis meie wee ja jää segu juures näha wõisime. Wesi ja aur wõiwad ühes olla ainult ühe määratud temperaturi juures, ja kui nad ühes on, siis on tingimata ka see temperatuur olemas.

Ô — n e. Mispärast see temperatuur 100° on.

Ô — j a. Jga soojamõõtja peale tähendatakse 100° sinna, kus elawhõbe seisma jääb, kui soojamõõtja keewa wee sees hoitakse.

Ô — n e. Kuidas seda tehtakse?

O — j a. Kas sa enam ei mäleta, kuhu kohta meie oma soojamõõtjate meistri jätsime. Tal oli wõimalus oma torukese peale ainult ühte punkti tähendada, ja ta märkis nulliga selle koha, kuhu elawhõbeda sammas seisma jäi, kui ta tema sulawasse jäässe pani. Aga et soojamõõtja peale teatawaid jagatusi tõmmata, selleks pidi temal weel teine punkt käepärast olema, ja selleks oli tal weel ühte täiesti määratud temperaturi tarwis teada. Sarnane temperatuur on wee keemise temperatuur. Kahe punkti wahe jagatakse üleüldisel nõusolemisel 100-sse jakku. Et alumine punkt 0°-ga tähendatud oli, siis tuli ülemisele 100° panna.

Ô — n e. Nüüd sain ma kõigest aru. Aga kuidas mõõdetakse kõrgemaid ja madalamaid temperatuurisid?

Ô — j a. Wäga lihtsalt: soojamõõtja peale tõmmatakse sarnaseid jagatusi 100°-st kõrgemale ja 0° alamale, seni kui ruumi jätkub. Selle peale waadates, missuguste temperatuuride mõõtmiseks soojamõõtja walmistatakse, kas kõrgete ehk madalate, pandakse sinna rohkem ehk vähem elawhõbedat, nii et tarwiduse järele torukeses ruumi oleks.

Ô — ne. Aga meie akna-soojamõõtjatel ei tõuse need jagatused sugugi kuni  $100^{\circ}$ -ni; nad lõpewad juba  $50^{\circ}$  peal. Kuidas oli sinna peale wõimalik õigeid jagatusi tõmmata?

Õ — ja. Esiteks walmistatakse wäga hoolsalt üks soojamõõtja, millel jagatused  $0^{\circ}$  kuni  $100^{\circ}$  on. Niisugust soojamõõtjat nimetakse normal-soojamõõtjaks. Siis pandakse lühike soojamõõtja ühes normalsega ühe koha peale ehk ühesse astjasse, milles palju wett on; mõlemad saawad ühe ja sellesama temperaturi, ja siis määratakse lühikesel soojamõõtjal selle koha peale, kus elawhõbe seisma jäi, seesama arw, mis suure peal on.

Ô — ne. Jah, see on nii. Nüüd on mul kõik selge. Siiski, weel üks küsimus: mispärast akna-soojamõõtjal pahemal pool täht C, ja paremal pool R seisab ja jagatused mõlemal küljel mitte ühesuurused ei ole?

Ô — ja. See tähendab järgmist: natuke üle saja aasta tagasi walmistas prantslane Réaumur (Reomüür) niisuguse soojamõõtja, millel sulamise ja keemise punktide wahe mitte 100 jatku ei olnud jagatud, waid 80. Teiselt poolt pani rootslane Celsius 100 jatku jagamise ette. Saksamaal tarwitatakse Réaumuri soojamõõtjaid, aga Prantsusemaal sajagraadilisi riistasid. Praegusel ajal tehtakse harilikult kõik märkused sajagraadilise soojamõõtja järele, teaduslikkude tööde juures aga tarwitatakse ainult neid. — Nii siis, missugune on Réaumur'i ja Celsius'e graadide wahekord?

Ô — ne.  $100^{\circ}$  Celsius'e järele on  $80^{\circ}$  Réaumur'i järele.

Ô — ja. Koonda seda wahekorda.

Ô — ne.  $10^{\circ}$  C on  $8^{\circ}$  R., ehk  $5^{\circ}$  C on  $4^{\circ}$  R.

Ô — ja. Täiesti õige. Sa wõid seda wõrdluse näol awaldada: kui C-ga graadide arwu Celsius'e järele ära tähendada ja R-ga — Réaumuri järele, siis on C: R = 5:4, järgnewalt  $C = \frac{5}{4}$  R, ehk  $R = \frac{4}{5}$  C. Esimest wõrdlust tarwitad sa Réaumur'i soojamõõtja näitusi Celsius'e peale ümberwiimise juures, ja ümberpöördukt. Waata järele, kas soojamõõtja peal tuleb nii wälja (joon. 8)?

Õ — n e. Jah. Kus C järele 20° on, seal on R järele 16°. Aga ma lugesin kusagil Fahrenheit'i soojamõõtja üle, mis koguni teist moodi olevat tehtud.

Õ — ja. Fahrenheit oli sakslane, esimene, kes võrdlewa soojamõõtja walmistas; ta elas 18-al aastasajal. Ta tahtis oma soojamõõtja jagatustega kõige madalamast temperatuurist peale algada; selle tarwis pani ta oma soojamõõtja lume ja salmiaku segusse ja märkis selle kohta, kus elawhõbe siis seisma jäi, 0°-ga. Selle punkti ja wee sulamise punkti wahe jagas ta 32 jakku ja leidis, et wee sulamise ja keemise punktide wahele 180 niisugust jagatust mahub. Praegusel ajal tehtakse jagatusi Fahrenheiti järele ainult teiste põhjal, ja wee sulamise punkt märgitakse 32°-ga, ning keemise punkt 32°+180°-ga, see on 212°-ga.

Õ — n e. Mispärast nii ei tehta, kui Fahrenheit tegi?

Õ — ja. Sellepärast, et lume ja salmiaku segu waewalt täiesti määratud temperaturo annab, kuna wee sulamine ja keemise punktid palju kindlamad on

Õ — n e. Kes weel niisuguseid soojamõõtjaid tarwitab?

Õ — ja. Jnglased ja ameriklased. Aga nemad teewad seda ainult igapäewases elus. Teaduslikude tööde juures tarwitawad ka nemad sajagraadilist soojamõõtjat. Sea nüüd wõrdlus Celsiuse ja Fahrenheiti wahel kokku.

Õ — n e.  $F : C = 180 : 100$  ehk  $5 F = 9 C$ .

Õ — ja. See ei ole õige.

Õ — n e. Mispärast nii?

Õ — ja. Hangumise punkt on 0°-ga tähendatud, Järgnewalt, kui sa oma wõrdluses  $0=C$  paned, siis saad sa  $F=0$ . Aga see ei ole mitte õige, sest et hangumise



8.

Joon. nr. 8.

punkt Fahrenheitil  $32^{\circ}$ -ga märgitud on. Mis pead sa tegema, et kui  $C=0$ , siis  $F=32$ ?

Õ — n e. Ma pean teisele jaole  $32$  juurde lisama.

Õ — j a. Järgnewalt, missugune saab wõrdlus olema?

Õ — n e.  $5 F=9 C+32$ .

Õ — j a. Waheta nüüd  $C$  nulliga; mis tuleb siis wälja?

Õ — n e.  $5 F=32$ . Ei, ka see ei ole mitte õige, pahe-  
mal jaol peab ainult  $F$  olema. Kuidas seda teha? Aha,  
ma mõistan. Ma pean esiteks  $F=\frac{9}{5}C$  kirjutama ja siis  
paremale jaole  $32$  juurde lisama, järgnewalt ma saan:  
 $F=\frac{9}{5}C+32$ . Kui ma selles wõrdluses  $C$  nulliga wahetan,  
siis saan ma  $F=32$ .

Õ — j a. Nii, nüüd on wõrdlus õige.

Õ — n e. Kas tõesti selle segu abil, mis lumest ja  
teisest ainest . . .

Õ — j a. Salmiakust.

Õ — n e. . . ja salmiakust koos seisab, kõige madala-  
mat temperaturi, mis olemas on, kätte saada wõib?

Õ — j a. Kuidas siis nii! Talwel on meil ju wahel  
külmem. Arwa nüüd, mitu graadi Celsiuse järele tuleks  
Fahrenheiti  $0^{\circ}$ .

Õ — n e. Selle tarwis pean ma  $F$  asemele nulli pa-  
nema. Siis saan ma:  $0=\frac{9}{5}C+32$ , sellest  $C=-17\frac{2}{5}$ .

Õ — j a. Täiesti õige, vähem kui  $18^{\circ}$  allpool nulli.  
Kuna meil mõnikord  $20^{\circ}$  ja  $25$  allpool  $0^{\circ}$  on.

Õ — n e. Missugune on kõige alam temperatuur, mida  
kätte saadud on?

Õ — j a. Kõige wiimasel ajal on üle  $250^{\circ}$  allpool  $0^{\circ}$   
saadud.

Õ — j a. Kuidas sa arwad, kas wõib weel madala-  
mat saada!

Õ — j a. Jgatahes mitte palju. Arwatawasti on kõige  
madalam temperatuur, mis olemas on,  $273^{\circ}$  C.

Õ — n e. Mispärast sa nii arwad?

Õ — j a. Seda ei wõi ma sulle täna ära seletada,  
aga warsti saad sa seda teada ja jääd selle peale kindlaks.

Õ — n e. See on wäga huwitaw!

## 7. Mõõtmine

Õ — ja Mis said sa eila teada?

Õ — ne. Kuidas soojamõõtjaid valmistatakse.

Õ — ja. Muidugi; aga et soojamõõtja mõõteriistade hulgas on, siis räägime täna natuke mõõtmisest üleüldse. Mida võib mõõta?

Õ — ne. Kõiksuguseid suurusi; pikkust, raskust, pinda . . . ma mõtlen, et peaaegu kõike mõõta võib.

Õ — ja. Küll mitte kõike, aga igatahes väga palju. Mis läheb mõõtmiseks tarvis?

Õ — ne. Mõõtu.

Õ — ja. Mis on mõõt?

Õ — ne. Mõõdud on mitmesugused, selle järele, mida mõõta soovitakse.

Õ — ja. Too mulle mõni näitus!

Õ — ne. Noh, ütleme, laua pikkust võin ma sentimeetrites mõõta.

Õ — ja. Siin on sul sentimeetiline mõõdupuu; mõõda temaga laua pikkust!

Õ — ne. Mõõdupuu on 50 sentimeetrit pikk; seda näen ma wiimase numbri järele, mis ta peal on. Mina panen mõõdupuu nii laua peale, et ta ots laua äärega ühte läheb, ja märgin selle koha ära, kuhu tema teine ots tuleb. Siis panen ma mõõdupuu märgitud koha juurde ja märgin uuesti selle koha ära, kuhu teine ots tuleb. Kui ma mõõdupuu teise märgi juurde panen, siis läheb tema juba üle laua ääre, sellepärast waatan ma, missugune mõõdupuu nummer laua äärega ühte läheb. See number on 22. Järgnewalt, laua pikkus on  $50 + 50 + 22 = 122$  sm.

Õ — ja. Õige. Sa panid sinnamaani sentimeetrid üksteise juurde, kuni sa niisuguse pikkuse said, mis laualgi. Mõõdupuu kergendas sul üksikute sentimeetrite arvamist.

Õ — ne. Jah, see on nii.

Õ — ja. Aga kuidas sa kaalu mõõtmise juures toimetad?

Õ — n e. Ma panen asja, mida mul kaaluda tarwis, kaalude ühe waekausi peale, ja teise peale pommisid, kuni kausid tasakaalu lähewad.

Õ — j a. Aga kuidas toimetad sa kaalu wäljaütlemise ehk tähendamise juures?

Õ — n e. Pommikeste peal on ära märgitud, kui palju igaüks kaalub; kui need arwud kokku arwata, siis saan ma üleüldise kaalu.

Õ — j a. Sa näed, et siin niisamuti teha tuleb, kui pikkuse mõõtmise juures. Sa paned niikaua grammisid kokku, kuni sa wiimaks selle kaalu saad, mis antud asjal on. Pommikesed kergendawad sul ainult grammide arwamist.

Õ — n e. Ma ei pannud tähelegi, et kaks juhust nii ühesarnased on.

Õ — j a. Sa saad kohe näha, et iga mõõtmine sel wiisil sünnib. Aga nüüd tahan ma sulle ühte teist küsimust ette panna: mispärast sa pikkust grammidega ja kaalu sentimeetritega ei mõõtnud?

Õ — n e. Seda on wõimata teha!

Õ — j a. Aga mispärast?

Õ — n e. Kui palju sentimeetrid ma kokku ei arwaks, kaalu ei saaks ma nendest mitte.

Õ — j a. Kas wõid sa seda üleüldisel kujul wälja ütelda?

Õ — n e. Pikkust wõib ainult pikkusega ja kaalu ainult kaaluga mõõta.

Õ — j a. Weel enam üleüldisel kujul on see nii: iga suurust wõib ainult temasuguse suurusega mõõta.

Õ — n e. Jah, sellest saan ma aru.

Õ — j a. Pikkust mõõtsid sa sentimeetritega; aga kas siis sentimeeter ainuke pikkusemõõt on?

Õ — n e. Ei, on weel millimeetrid, kilomeetrid, tollid, penikoormad, küünrad ja palju teisi mõõtusid olemas.

Õ — j a. Milles lähewad need mõõdud üksteisest lahku?

Õ — n e. Sentimeetril ei ole mitte see pikkus, kui tollil j.n.e.

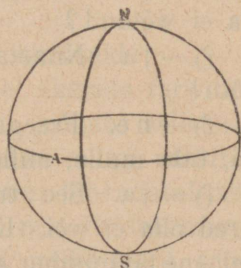
Õ — ja. Täiesti õige. Neid määratud pikkusemõõtused: sentimeetrid, küünraid, penikoormaid j. n. e., nimetatakse pikkuse üksusteks. Jga mõõtmise tagajärg oleneb antud juhusel võetud pikkuse üksusest ja nende üksuste arvust, mis antud asjasse mahuvad.

Õ — ne. Mispärast on niipalju üksusi ühesuguste suuruste tarwis, näituseks pikkuse tarwis?

Õ — ja. See tuleb sellest, et üksuste väljavalik täiesti waba on. Nii walis siis iga salk inimesi, kellel pikkuse üksuse järele tarwidus oli, omale niisuguse ja tarwitas seda, ilma et ta selle eest hoolitsenud oleks, missuguseid mõõtmisi teised inimesed tarwitasiwad. Lõpuks sai see mõõtude mitmekesisus nii väljakannatamataks, et XVIII-da aastasaja lõpul Prantsuse walitsus otsusele tuli kõiki wanu mõõtmisi ära kaotada ja nende asemele uued panna. Peale selle oli tarwis neid uusi mõõtmisi juhuliste muudatuste eest kaitsta. Siis tuldi otsusele alusmõõduks maakera ennast tarwitama hakata. Weerandmeridiani pikkus, meie joon. peal A N (joon 9), sai 10.000.000 jakku jagatud. Üks niisugune jagu sai meetriks nimetatud ja ta pidi üleüldiselt wastuwõetud pikkuseüksuseks jääma. Sentimeeter on üks sajandik meetrist, järgnewalt üks tuhandemiljondik maakera weerandmeridianist.

Õ — ne. Aga kuidas wõib maakera weerandmeridiani jagada, kui inimesed weel põhjapooluse juurde ei ole pääsenud.

Õ — ja. Ainult üks meridiani jagu sai ära mõõdetud, aga selle jao terve wahetork sai nurga järele, mis mõlemate loodjoonte läbi sündis, üles arwatud. Selle juures tuli välja, et niisugune mõõtmine vähem õigeid tagajärjesid annab, kui kahe meetri wõrdlemine. Praegusel ajal hoitakse Parisis meetrit, mis kõige vähem muutuwast materjalist



9.

Joonistus nr. 9.

tehtud on ja nimelt kalliste metallide jagudest, platinast ja iridiumist. Selle meetri pikkust tarwitataksegi alusüksuseks.

Õ — n e. Aga kui see meeter ära kaob ehk katki läheb?

Õ — j a. Seda on ka silmas peetud. Walmistati weel 20 niisugust meetrit; nad kõik saiwad hoolsasti üksteisega ära wõrreldud ja Berlini, Peterburisse, Rooma ja paljudesse teistesse kohtadesse saadetud. Nii wõib siis üks ehk teine meeter kaduma minna, aga temas esiteletaw üksus jääb ikka alles. Nende eeskujuliste meetritega wõrreldi palju teisi meetrid, mis mitmesugustest ainetest walmistatud oliwad; nii on siis meetri kui pikkuse üksuse alalhoidmine niisama kindel, kui inimsuse oleminegi.

Õ — n e. Aga ometi on meeter wabalt walitud mõõt; mispärast niisugust mõõtu ei walitud, mis inimesest sugugi ei oleks olenenud?

Õ — j a. Sellepärast, et niisugust ei ole.

Õ — n e. Aga nurkadega on asi teiseti. Geomeetriast tean ma, et õige nurk loomulik ja mitte wabalt walitud mõõt on. Mispärast sedasama pikkusemõõtudega teha ei wõidud?

Õ — j a. Nimeta mulle mõnda loomulikku pikkusemõõtu!

Õ — n e. Praegu ei wõi ma mitte ühtegi nimetada. Aga, ütle mulle, mille peal põhjeneb see wahe?

Õ — j a. See tuleb sellest, et nurgad mitte lõputa suured olla ei wõi. Kui sa mõnda õigejoont mõne teise õigejoone täpi ümber keerutama hakkad, siis läheb esialgul nurk ikka suuremaks, aga ilmaski ei wõi ta neljast õigenurgast suuremaks saada, sest et niisugune nurk  $O$  on: peale selle tulewad jälle needsamad nurgad, mis ennemgi oliwad. Järgnewalt on kõige suurem nurk, mis iialgi olla wõib, lõpuga suurus ja sellepärast ka loomulik üksus. Pikkusega on aga lugu teiseti, sest et sa omale niisugust pikkust ette kujutada ei wõi, mida mitte suurendada ei wõiks.

Õ — n.e. Järgnewalt kõigel sellel, mida kuni lõpmatuseni suurendada võib, ei või loomulikku üksust mitte olla.

Õ — ja. Täiesti õige. Sa saad warsti otsusele tulema, et kõigile sarnastele suurustele wabalt walitud üksused wõetud on. Ja paremaks tõenduseks sellele võib see olla, et keegi neile loomulikku üksust ei ole teadnud ega tea praegugi. — Nüüd läheme meetri juurde tagasi. Kõiki ühe- ja sellesamasuguseid suurusi ei ole mitte kohane ühe üksusega mõõta. Laua pikkust võib sentimeetritega mõõta, aga mäe kõrguse ehk jõe pikkuse mõõtmise juures tuleksiwad liig suured numbrid wälja, kui meie sentimeetrit tarwitaksime; sellepärast tarwitatakse sarnastel juhustel enam suuremaid üksuseid.

Õ — n.e. Jah, ma tean, meetrid ja kilomeetrid.

Õ — ja. Õige. Neid mitmesuguseid üksuseid tarwitati juba ammu, aga suuremalt jaolt ei olnud nende wahekord mitte küllalt lihtne. Ühes meetri tarwitusele wõtmisega otsustati ka ainult neid üksuseid ühesuguste suuruste mõõtmiseks lubada, mille wahekord järgmine oleks: 1 : 10 : 100 : 1000 j. n. e

Õ — n.e. Mispärast nimelt neid üksuseid?

Õ — ja. Sellepärast, et sarnaste üksuste tarwitusel mõõdu tarimine wäga wähe waewa nõuab: selleks on nullide juurdepanemisest ehk kümnelise märgi edasitõstmisest küllalt. Nii, saame: 1 kilomeeter, lühendatult km., on 1000 meetrit, lühendatult m.; 1 m. = 10 detsimeetrit (dtsm.) = 100 sentimeetrit (sm.) = 1000 millimeetrit (mm.)

Õ — n.e. Mis tähendab õieti kilo?

Õ — ja. Kilo tähendab Greeka keeles tuhandet. Just siis sai kindlaks tehtud iga üksuse kordsete suuruste tähendamiseks Greeka kordarwusid (deka, — hekto, — kilo) ja murruliste täh. ladinakeelseid (detsi, — senti, — milli) tarwitama hakata.

Õ — n.e. Nii. Nüüd on mul nimetused kilogramm ja milligramm selged.

Õ — ja. Jah, masse üksus on gramm. See mõõt tuletakse sentimeetrist, sest et masse üksuseks kantsentimeetri wee masse  $4^{\circ}$  C juures loetakse, mida grammiks nimetati. Siit saadakse siis deka-, hekto- ja kilogrammisid, millest ainult viimast (kg.) tarvitatakse; kilogramm on 2,4419 meie naela. Grammi murrulisi jagusid, detsi- ja sentigrammisid, tarvitatakse harva, aga milligrammi (mg.), mis 0,001 grammi suurune on, tarvitatakse teaduslikkude tööde juures väga tihti.

Õ — ne. Sa ütlesid, et gramm masse üksus on, sest et grammidega ja kilogrammidega asju kaalutakse.

Õ — ja. Need kaks mõistet on tihedalt ühsteisega seotud. Masse on kehade niisugune omadus, mis nende liikumist määrab, kui neile seda anda; sellepärast mõõdetakse masset tööga, mida tegema peab, et ühesuuruseid kiirusi saada. Kaal ehk jõud, millega iga keha allapoole tõttab, on igal antud kohal massele karwapealt proportsionalne, nii et kahe keha massed siis ühesuurused on. Nii võib siis masset kaaluga mõõta.

Õ — ne. Misjacks meil masset teada tarwis on? Leiba, rauda, kulda ostetakse ja müüakse ju ikka kaalu järele.

Õ — ja. Muidugi, kaalu järele, aga mitte kaalu pärast. Teaduses waadatakse kaalu alles masse järele, aga mitte ümberpöörduvalt, sest et keha masse muutumata on, aga kaal muutuda võib.

Õ — ne. Aga kui keha hoolsalt hoida ehk teda nii kinni katta, et midagi kaduma minna ei wõi, siis jääb tema kaal muutumata.

Õ — ja. Ma ei tahtnud mitte seda ütelda. Kui mõne keha küljest jaokese ära wõtta, siis väheneb masse sellessamas wahekorras, mis kaalgi. Aga selsamal ajal kaalub keha, mis muutumata jääb, mägedel vähem kui orus ja ka ekwatori lähedal vähem kui pooluse juures.

Õ — ne. Mul tuleb see nüüd geografia tundidest meelde: see on maa tõmbejõuga ühenduses. Et maakera kokku pigistatud on, siis on wahe maa keskusest kuni poolusteni kõige pisem ja kuni ekwatorini kõige suurem.

Õ — j a. Õige; sa pead veel juurde lisama, et tõmbejõud maa keskuset eemaleminemisega vähemaks jääb; peate selle awaldab siin veel oma mõju kesktõukejõud, mis kaalu jõule wastu käib ja kõige suurem ekwatori juures on.

Õ — n e. Järgnewalt, kui ma 1 kg. liiwa ära kaalun ja siis ta kõrge mäe tipule wiin, siis peab ta seal vähem kaaluma?

Õ — j a. Kui sa seda seal kangkaalude peal kaalud, siis saad sa sellesama kaalu, mis ennemgi.

Õ — n e. Aga sa ütlesid ju —

Õ — j a. Asi seisab selles, et sinu pommide kaal niisama palju vähenes, kui liiwa oma.

Õ — n e. Kuidas nii? — Ahaa, ma mõistan; seda ma ei mõtelnudki. Aga kuidas wõib siis ülepea aru saada, et kaal vähemaks on jäänud.

Õ — j a. Seda wõib näha; kui meie kaalu mitte pommidega ei määra, waid teiste abinõudega, mis sugugi kaalu jõust ei olene. Wedrukaalud, millega kaalu elastilise teraswedru laialitõmbe järele määratakse, näitawad mäe peal pisemat kaalu kui orus. Aga kõige õigem abinõu on kõlguts, mis seda rutemini kiigub mida suurem tõmbejõud on.

Õ — n e. Mispärast see nii on?

Õ — j a. Seda saad sa fiisika õpetundides teada; aga meie peame oma peaküsimuse juurde tagasi minema. Ma ütlesin sulle, et asju, mis kaalu järele ostetakse, mitte kaalu pärast ei osteta. Mispärast ostetakse leiba?

Õ — n e. Söömise tarwis.

Õ — j a. Kas sa seda sellepärast sööd, et raskemaks saada?

Õ — n e. Hahaha! Ei, sellepärast, et ta mulle maitseb ja et ma selle läbi tugewamaks saan.

Õ — j a. Wiimane on tähtsam. Sütt ei osteta ka mitte tema kaalu pärast, waid et temaga ahju kütta, j. n. e.

Õ — n e. Nii. Aga sel juhusel ei mõista mina mitte, mistarwis kaal ülepea on.

Õ — ja Mida tahad sa enam saada: kas väikest wõileiba wõi suurt?

Õ — ne. Muidugi suurt!

Õ — ja. Mispärast?

Õ — ne. Sellepärast, et temas rohkem toitu on. Väikesest ei wõiks ma mitte toidetud saada.

Õ — ja. Aga missugune wõileib kaalub rohkem?

Õ — ne. Muidugi suur.

Õ — ja. Nüüd näed sa, mistarwis kaal on. Omadus ja tarwidus, mille pärast asju ostetakse, suurenewad ehk wähenewad massest wõi kaalust olenedes. Leiwa wõime sinu elu ülewal pidada on tema kaalule proportsionalne, ja niisamuti wõib sütest seda rohkem soojust saada, mida suurem nende kaal on. Nagu need tehnikalised ja majanduslised asjad massest olenewad, ni oleneb ka palju tähtsaid teaduslisi tähendusi kaalust ja massest. Nii saiwad siis kaalud väga tähtsa keemialise riista tähenduse ainult ainete sarnaste iseäralduste läbi, mis nende kaaluga ühenduses on, ehk küll kaalu teadmine suuremale jaole sihtidest üks kõik on.

Õ — ne. Nii on siis kaal raamatu paberi sarnane, millel iseenesest wähe wäärtust on, aga oma suure wäärtuse selle läbi, mis seal peal on trükitud, saab.

Õ — ja. Wõrdlemine on väga hea, ehk ta igakord küll mitte täiesti õige ei ole. Aga parem toome weel lähedamaid näitusi. Nagu sinul teada on, müüdakse poodides wedelikka nii kaalu kui ka wolumi\*) järele. Wiina ja õlut müüdakse ainult wolumi järele, mida nad täidawad, petroleumi — nii kaalu kui ka wolumi järele, weewlihapet — ainult kaalu järele.

Õ — ne. Millest see oleneb?

Õ — ja. Harjuvus ja kohasus on siin otsustawad põhjused. Wolumi mõõtmine sünnib palju kergemini ja rutemini kui kaalumine; peale selle on wolumi mõõtu palju kergem walmistada kui kaalusid; sellepärast loe-

\*) Ruumisuurus, ruumiosa.

takse teda kohasemaks. Teiselt poolt on weewlihape natukene kardetaw wedelik, mida ümber walada wastumeelt on; sellepärast müüdakse teda juba ennem kaaluga. Aga lõpuliseks sihiks on see täiesti üks kõik, sest et ühel ja selsamal ainel wolumi ja kaalu wahekord alati üks on. Sellepärast on ka wedelikkude mõju ja kasutoowus proportsionalne nii nende wolumile, kui ka nende kaalule. Petroleumi tarwitajale on üks kõik, missugune tema kaal ehk wolum on; temale on ainult see walgus ja soojus, mis petroleumist tuleb, tähtis. Aga wiimased olenewad wolumist, ja sellepärast ongi wolum walguse mõõt, mis petroleum annab. Nüüd ütle mulle kõike seda, mis sa wolumi mõõtudest tead.

Ô — n e. Wolumi üksus on liiter.

Ô — j a. See on pooleldi õige Tõsine wolumi üksus sünnib pikkuse üksusest ja on üks kuubus, mille kandid ühe meetri suurused on, see on üks kantmeeter, km. Harilikult on see mõõt liig suur, sellepärast waliti niisugune mõõt, mis rohkem endiste wolumi mõõtudega ühte läheks. See on kuubus, mille kant 10 korda vähem on kui meeter, ja mille wolum siis  $\frac{1}{1000}$  km. on. See on kantdetsimeeter ehk, lühemalt, liiter (l).

Ô — n e. Sa wist eksisid, kui ütlesid, et kantdetsimeeter 1000 korda pisem on kui kantmeeter. Detsimeeter on ju ainult  $\frac{1}{10}$  meetrist.

Ô — j a. Mõttele weel kord!

Ô — n e. Oh, wabanda; ma ütlesin lollust. Kehade wolum muutub ju, nagu tema ühesuuruste kantide kolmas aste, aga  $10 \times 10 \times 10$  annawad tuhande.

Ô — j a. See on õige. Peale liitri tarwitatakse teaduses weel 1000 korda pisemat mõõtu. Kui suur on niisugune kuubus?

Ô — n e. Nüüd ma juba ei eksi. Niisuguse kuubuse kant peab 10 korda pisem olema;  $\frac{1}{10}$  dsm. on  $\frac{1}{100}$  m; järgnewalt, on see sentimeeter.

Ô — j a. Niisugust wolumi mõõtu nimetatakse kant-

sentimeetriks (ksm.), Kirjuta mulle nüüd niisamasugune tabel üles, kui sa pikkuse mõõtude tarwis tegid.

Ô — n e. 1 km. = 1000 l. ja 1 l. = 1000 ksm.

Ô — j a. Õige. Sellega lõpetame täna, ehk küll mõõtmisest veel palju ütelda wõiks.

## 8. Erikaal.

Ô — j a. Eila said sa teada, kuidas wolumi ja kaalu mõõdetakse; täna kõneleme veel mõõtmisest. Mis on kergem, kas nael tina ehk nael sulgi?

Ô — n e. Sa mõtled, et ma jälle selle wana õnge otsa hakkan? Muidugi on nad üheraskused.

Ô — j a. Aga mis on kergem, kas tina wõi suled?

Ô — n e. Hm . . . õieti ütelda, on suled kergemad.

Ô — j a. Siin käiwad siis asjad üksteisele risti wastu. See tuleb sellest, et sõnu, kerge ja raske, kahes tähenduses tarwitatakse. Kui öeldakse, et tina sulgedest raskem on, siis mõeldakse selle all, et üks peotäis tina rohkem kaalub kui niisamasugune peotäis sulga; ehk õigemini ütelda: tina ja sulgede ühesuuruste wolumide wõrdlemisel kaalub tina rohkem. Sedasama mõeldakse ka siis, kui räägitakse, et puu rauast kergem on, ehk küll oma soowi järele niisugust puutükki wälja walida wõiks, mis antud rauatükist kergem ehk ka raskem oleks.

Ô — n e. Sellest saan ma aru.

Ô — j a. Aga teaduses ei wõi mitte määrata ütelsi tarwitada. Seda omadust, mis raual ja tinal suurem on kui puul ja sulgedel, nimetakse erikaaluks, mille juures räägitakse, et raud puust ja tina sulgedest raskem on. Nii siis, kuidas määratakse erikaalu?

Ô — n e. Kaalu- ja wolumiga.

Ô — j a. Täiesti õige. Aga et keha erikaal seda suurem on, mida suurem tema kaal antud wolumi juures

on, ja seda pisem, mida suurem wolum — antud kaalu juures, siis öeldakse, et erikaal kaalule päriproportsional ja wolumile wastuproportsional on. Kui siis kaalu  $g$ —ga tähendada ja wolumi  $w$ —ga, siis wõib erikaalu  $d$  järgmise formeli abil wälja ütelda:

$$d = \frac{g}{w}.$$

Ex bibl. univ. Tart.

Ô — n.e. Mistarwis on see formel?

Ô — j.a. Erikaalu mõõtmiseks. Toome näituse: kui suur on wee erikaal?

Ô — n.e. See oleneb sellest, kui suure kaalu ja wolumi meie wõtame.

Ô — j.a. Ei, sellest ei olene ta mitte. Meie walime omal alaliseks kaalu üksuseks grammi ja wolumi omaks kantsentimeetri. Waatleme nüüd mistahes palju wett, näituseks 1 liitrit. Kui palju kaalub 1 liiter wett?

Ô — n.e. Liiter wett kaalub 1000 grammi.

Ô — j.a. Aga kui suur on tema wolum kantsentimeetrites?

Ô — n.e. Ühes liitris on 1000 kantsentimeetrit.

Ô — j.a. Nii on siis meil  $g=1000$  ja  $w=1000$ ; kui palju on siis  $d$ ?

Ô — n.e.  $d = \frac{1000}{1000} = 1$ . Wee erikaal on üks.

Ô — j.a. Arwa 20 kantsentimeetri wee erikaal wälja.

Ô — n.e.  $d = \frac{20}{20} = 1$ . Uuesti saame ühe. No jah, muidugi, et kaal ja wolum alati ühes wahekorras suurenewad ehk wähenewad, siis peab murd alati ühe ja sellesama suuruse andma, kui palju meie ka wett ei wõtaks.

Ô — j.a. Nüüd said sa õieti aru. Waata, siin on mul tinast kuubus. Kui suur on tema erikaal?

Ô — n.e. Selle tarwis pean ma ennem tema kaalu määrama. Kas ma ise ta ära kaalun? Ta kaalub 38,84 grammi. Aga nüüd pean ma tema wolumi üles leidma. Kuidas seda teha?

Ô — j.a. Et see kuubus on, siis on küllalt, kui sa tema ühe kandi ära määrad. Siin on selleks joonelaud.

Ô — ne. Kandi pikkus on 15 millimeetrit. Järgnewalt on wolum  $15^3 = 3375$ .

Ô — ja. Missugust 3375?

Ô — ne. 3375 kantmillimeetrit. Ah, jah, ma pidin wolumi kantsentimeetrites ütlema. Teine kord katsun wigasid ära hoida; wolum on 3,375 kantsentimeetrit.

Ô — ja. Ôige. Kui suure erikaalu sa siit saad?

Ô — ne.  $\frac{38,84}{3,375} = 11,51$ .

Ô — ja. Nii on siis selle kuubuse erikaal 11,51. Edasi wôin ma ütelda, et tina erikaal ülepea 11,51 on, sest et ma sellesama arwu oleksin saanud, kui ma mõnda teist tina kuubust ehk tema tükki oleksin mõõtnud. Ütle mulle selle asja põhjust!

Ô — ne. Mina mõtlen, et ligikaudu sellesama arwu saame, aga et just seesama arw tuleks, selle juures kahtlen ma.

Ô — ja. Sa oled wist juba ära unustanud, mis ma sulle ennemalt ainete omaduste kohta ütlesin. Erikaal on ka omadus; sellepärast jääb tema ühe ja sellesama aine juures ikka muutumata. Harilik tina on väga puhas aine, mis eneses väga wähe kõrwalisi aineid sisaldab; sellepärast jääwad tema omadused mitmesuguste uurimiste juures muutumata.

Ô — ne. Aga kõik kehad laienewad ju soojusest, järgnewalt peab ka tinast kuubuse wolum soojemal kohal suurem olema kui külmal kohal.

Ô — ja. See on täiesti õige. Noh, aga kas kaal soojusest muutub?

Ô — ne. Nii palju, kui mina tean, ei muutu ta mitte.

Ô — ja. Kaal ei olene mitte soojusest. Järgnewalt tuleb siit wälja, et temperatûri suurenemisega tina erikaal wähemaks jääma peab, sest et nimetaja suureneb, kuna lugeja muutumata jääb.

Ô — ne. Sel juhusel ei ole erikaal mitte täiesti määratud omadus.

Ô — ja. Ei, seda ei wõi mitte ütelda, sest et tema määratud temperatuuri juures määratud suurus on. See käib iga teise aine kohta. Wesi muudab ka oma wolumi ühes temperatuuriga. Sellepärast sai kindlaks tehtud, et 4°C see temperatuur on, mille juures wee 1 kantsentiimeetri kaal 1 gramm on.

Õ — n e. Mispärast just see temperatuur waliti?

Ô — ja. Sellepärast et weel selle temperatuuri juures kõige suurem erikaal ja kõige pisem wolum on.

Ô — n e. Ma mõtlen nüüd selle üle järele, kuidas ma keha erikaalu määrama pean, kui ta mulle mitte-kuubuse näol on antud.

Ô — ja. See on täiesti õiglane küsimus, sest et wäga wähe aineid korraliku kuubuse näol saada wõib. Waata siis, kuidas sel juhusel teha tuleb. Siin on mul klaastoruke, mille peale joonekesed on tõmmatud, millest igaüks  $\frac{1}{10}$ -sentimeetrilist jagatust tähendab. Ma walan sinna wett, ja kui ma pinna kõrgust waatan, siis leian, et torukeses 5,33 kantsentim. wett on.

Ô — n e. Sa arwasid sajandikka, kuna torukese peal ainult kümnenndikud märgitud on.

Ô — ja. Seda peab igaüks ära õppima, kes mõõtmistega tegemist tahab teha. Wesi ei tõuse harilikult mitte just ühe joonekeseni, waid jääb kahe wahale seisma. Siis mõõdan ma silma järele  $\frac{1}{10}$  sellest wahest, mis kahe joonekesese wahel on, ja sel wiisil saan ma  $\frac{1}{100}$  jagatusest.

Ô — n e. Mina seda küll teha ei wõiks.

Ô — ja, Seda ei ole sugugi raske ära õppida ja pärast wõid sa ennast selles harjutada. — Aga lähme edasi. Siin on mul klaas haawlitega, mis ka tinast tehtud on. Kaalu klaas ühes haawlitega ära.

Ô — n e. Ta kaalub 43,58 gr.

Ô — ja. Nüüd wiskan ma ühe jao haawlid torukesesse. Kaalu nüüd uuesti.

Ô — n e. Ta kaalub 28,42 gr.

Ô — ja. Järgewalt, kui palju ma haawlid torukesesse wiskasin?

Ô — ne.  $43,58 - 28,42 = 15,16$  gr.

Ô — ja. Nüüd määrän ma wee pinna kõrguse torukeses ära ja leian ta 6,66 olewat, see on, 1,33 kantsenti-meetrit enam. Missugust otsust on mul õigus siit teha?

Ô — ne. Ahaa, nüüd hakan ma aru saama. See on just haawlite wolum, mille wõrra wesi kõrgemale tõusis. Nii on siis tema kaal 15,16 gr., aga wolum — 1,33 kant-sentim., järgnewalt on tema erikaal 11,40. See on peaaegu seesama arw, mis meie ennem tina erikaalu jaoks saime. Aga siiski on mõlemate arwude wahel wahe.

Ô — ja. Sellepärast, et sa mitte päris õieti ei mõõtnud. Kuubuse kandi pikkuse määrasid sa 15 millimeetrit. Mõõda teda weel kord.

Ô — ne. Jah, ta on natukene vähem.

Ô — ja. Mõõda ka teisi kantisid.

Ô — ne. Nad ei ole mitte päris ühesuurused.

Ô — ja. Nii siis näed sa, et sinu endine mõõtmise wigu täis on; sellepärast ei wõinud sa ka õiget tagajärge saada. Wäga õigete mõõtmiste täidesaatmine on wäga suurte raskustega ühendatud, nii et meie seni sellega rahule jääme, mis leidsime. Õige arw on 11,4. — Ma jätan sulle kaalud ja mõõtetorukese, ja sa wõid siis pärast mitmesuguste ainete erikaalu määrata. Aga seda pane sa tähele, et hoolsasti õhu mullid kõrwale toimetad; wastasel korral saad sa wäga suure suuruse keha wolumi tarwis ja selle läbi liig wäikese erikaalu.

Ô — ne. Nii. Ma sean omale tabeli kokku. Aga mida ma siis määrama hakkan.

Ô — ja. Kõige parem, wõta aineid oma mineralide kogust. Aga nüüd läheme teise küsimuse juurde. Kas on ka wedelikkudel määratud erikaal olemas?

Ô — ne. Ma mõtlen, küll. Weel on ju ka erikaal, mis üks on.

Ô — ja. Õige. Mõttele nüüd järele, kuidas wõiks wedelikkude erikaalu määrata.

Ô — ne. Tarwis nende kaalu ja wolumi määrata.

Oota, ma tean. Tarwis ainult wedelikku mõtetorukesesse walada, ja siis wõib sealt tema wolumi arwata.

Õ — ja. Noh, aga kuidas sa kaalu leiad.

Õ — ne. Selle tarwis wõin ma niisamuti teha, kui haawlitegagi. Esiteks kaalun ma pudeli ühes weega, siis walan tarwiliku kogu wett mõõteklaasisse ja lõpuks kaalun pudeli järelejäänud wedelikuga uuesti.

Õ — ja. Wõib ka nii teha, aga wõib ka weel lihtsalt seda toimetada. Sa määrad kord alaliselt mõõteklaasi kaalu, walad sinna wedelikku ja kaalud; siit on tarwis ainult mõõteklaasi kaal maha arwata, ja wedeliku kaal ongi käes.

Õ — ne. Nii on üks töö vähem.

Õ — ja. Sa wõid tööd weel enam vähendada, kui sa mitte juhuslise kogu wedelikku ei wala, waid määratud wolumi. Kindlate kehade tarwis ei kõlba see wiis mitte täiesti, aga wedelikkude jaoks on ta väga hea, sest et wedelikud antud wolumi täiesti täidawad. Kui sa näituseks 1 kantsm. oma mõõteklaasi walad ja kaalu määrad, missuguse näo saab siis sinu wõrdlus?

Õ — ne. Siis on  $d = \frac{g}{1}$ , see on  $d = g$ , ehk erikaal on kaalu suurune.

Õ — ja. Sa näed, et siin jagada sugugi ei tule. Sellepärast räägitakse sagedasti, et erikaal wolumi üksuse kaal on. See määrus on õige, aga ta on natuke kitsas, ja sellepärast ei nimetanud ma sulle teda ennemalt.

Õ — ne. Ma proowisin alles mõõteklaasi just ühte kantsentim. wett walada; aga seda on väga raske teha: kord on wett väga palju, kord jälle vähe.

Õ — ja. Wala sinna wett natukene rohkem ja üleliigne toimeta kuiwatamisepaberi kitsa tükikesega kõrwale. Wiimane imeb enesesse niiwõrt vähe wett, et sul kerge on just niipalju ära wõtta, kui tarwis on.

Õ — ne. Jah, nii tuleb hästi wälja.

Õ — ja. Weel kohasem on selle juures joon. 10 peal kujutatud riista, mida p i p e t i k s nimetatakse, tarwitada.

(See on prantsusekeelne sõna ja tähendab torukest.) Kui pipeti alumine ots wedelikusse pandakse, siis imetakse wiimast ülemisest otsast, seni kui ta sest joonest ülemale tõuseb, mis pipeti ülemas jaos on märgitud. Peale selle, kui meie nimetissõrmega pipeti ülemise augu kinni oleme pannud ja tema alumise terawa otsa astja seinakülge surunud, wõime tarwiduse järele ülemist auku lahti tehes niipalju wedelikku temast wälja jooksta lasta, et wiimase pind joonega just ühte läheks.

Õ — n e. Aga kaalumiseks tuleb mul wedelikku ometi teise astjasse ümber walada.

Õ — j a. Ei, sa wõid pipeti kaalude peale panna. Kui sa ta tasakaalu paned, siis ei tule sealt midagi wälja. Kui sa tühjalt tema kaalu ära määrasid, siis jääb sul ainult järele seda kaalu üleüldisest kaalust maha arwata, ja sa saad ühe kantsentimeetri kaalu ehk erikaalu. Weel lihtsam oleks, kui sa traadist wihikese walmistaksid, mille kaal pipeti kaalu suurune oleks. Niisugust kaalu nimetatakse kaubanduses pipeti taraks. Siis saab järelejäänud kaal erikaal olema.

Õ — n e. Seda saan ma tingimata tegema.

Õ — j a. Sel teel wõiksid sa mitmeid wedelikka järele uurida, näituseks wiinapiiritust ehk soola sulatist. Sa saad leidma, et piirituse erikaal vähem ja soola sulatise oma suurem on kui wee erikaal.

Õ — n e. Sel juhusel wõin ma wedelate kehade erikaalu tabeli kokku seada.

Õ — j a. Nüüd mõistad sa kindlate ja wedelate kehadega ümber käia; aga kuidas gaasidega lugu seisab?

Õ — n e. Kas gaasidel ei saa kaalu ja wolumi määrata.

Õ — j a. Muidugi, see on ka wõimalik, aga mitte nii kerge. Esiteks on õhu wäga suure wolumi kaal wäga

10

Joonistus  
nr. 10

pisukene — meeter õhku kaalub kõigist natukene üle 1 gr., nagu sa ennem juba nägid. Edasi muutub gaasi wolum väga tähendusrikkalt surwe ja temperaturi iga pisema muutumise juures. Sel wiisil saadakse ühe ja sellesama gaasi erikaalu jaoks mitmesuguseid suurusi selle surwe ja temperaturi järele, mille juures mõõtmist toimetatakse.

Õ — n e. Sedasama wõis ju ka kindlate ja wedelate kehade juures näha.

Õ — j a. Nende kehade muudatused on väga pisukesed, nii et nad ainult väga õigete mõõtmiste juures osa mängiwad.

Õ — n e. Kuidas siis sel juhusel gaasidega toimetatakse.

Õ — j a. See on väga laialdane küsimus, mille üle ma sinuga mõnikord pikemalt kõnelema saan. Täna ütlen ma sulle ainult, et õpetlased tingimiseks tegiwad gaaside erikaalu täiesti määratud surwe juures mõõta. Sellega korraldakse kõiki ülemalnimetud mõjusid.

Õ — n e. Kes wõis mõtelda, et mõõtmise sarnane raske tükk on?

## 9. Kehade oleku kujud.

Õ — j a. Täna ei hakka mina seda enam kordama, mis sa eila õppisid, sest et see suuremalt jsolt selle kordamine oli, mis sa endistes tundides õppisid. Läheme selle juurde tagasi, mille üle meie üleminewal korral kõnelesime. Sa tutwustasid wee kahe määratud omadusega. Missuguse seaduse alla käib jää sulamine ja wee keemine?

Õ — n e. Et mõlemad nähtused määratud temperatuuri juures sünniwad.

Õ — j a. Täiesti õige. Aga mitte ainult weel ei ole niisugune omadus, waid kõigil ainetel on see olemas.

Õ — n. e. Kas tõesti kõigil?

Õ — j. a. Kõigil, mis tõesti puhtad on. Aga segudel ja sulatistel on sellewastu muutlikud sulamise ja keemise punktid.

Õ — n. e. Kuidas muutlikud?

Õ — j. a. Kui sulatist keemiseni soojendada, siis ei jää tema temperatuur keemise ajal mitte muutumata, nagu puhtate ainete oma, waid tõuseb pikkamisi selle järele, mida enam segu auruks muutub. Niisamuti hakkab ka mõne segu wedelikuks muutumine täiesti määratud temperatuuri juures, mis aga mitte muutumata ei jää; kui teda edasi soojendame, siis tõuseb temperatuur ja seda enam, mida enam segu wedelikuks muutub.

Õ — n. e. Kas ma wõin seda näha?

Õ — j. a. Pärast küll; aga seni jääme puhtate ainete juurde. Sa nägid, et wedelat wett-kindlaks jääks ja gaasisarnaseks auruks muuta wõib. Kas sa tead ka, kuidas neid mitmesuguseid olekuid nimetatakse?

Õ — n. e. Jah, neid nimetatakse aggregat olekuteks.

Õ — j. a. Niisugune on nende harilik nimetus. Mis ta tähendab?

Õ — n. e. Aggregare tähendab koguma; aga ma ei tea, missugune wahekord temal wedeliku ja auruga on.

Õ — j. a. See nimetus tuleb sellest oletamisest, et kõik kehad wäikestest jaokestest koos seisawad, mis eneste wahel ühineda ja mitmet moodi eneste lähedale jääda wõiwad. Neid nimetatakse atomiteks. Sellest olenedes, kui kaugel atomid üksteisest seisawad, on siis kehad kindlad, wedelad ehk gaasisarnased.

Õ — n. e. Kas neid atomid wõib luupe abil näha?

Õ — j. a. Ei, neid ei wõi ka kõige parema mikroskopi abil näha. Sellepärast oletatakse, et nad kõige pisematest asjadest, mida mikroskopi abil näha wõib, weel pisemad on.

Õ — n. e. Aga ometi on nad tõesti olemas?

Õ — j a. Wastutada selle eest ma ei wõi, sest et nende olemiseks tõendusi olemas ei ole.

Õ — n e. Kuidas wõib siis rääkida, et kehade kindel ehk wedel olek neist oleneb?

Õ — j a. Wäga sagedasti awaldawad tõsised kehad sarnaseid omadusi, mis ka atomite ühisustele omased oleksiwad, kui nad tõega olemas oleksiwad. Kui järgnewalt oletada, et kehad atomitest koos seisawad, siis wõib siit järeldada, et nemad niisuguseid iseäraldusi awaldama peawad, mis neil tõesti olemas on.

Õ — n e. Seda küsimust wõib ju palju lihtsamaks teha. Mispärast ei räägita lihtsalt: kehadel on niisugused ja niisugused omadused, ja sellega lõpp.

Õ — j a. Sellepärast, et kehade atomlise ehituse oletamisest mitmesuguseid järeldusi wälja wiia wõib, mis tõelikkusega täiesti ühte lähewad. Sarnast oletamist nimetatakse hüpoteseks.

Õ — n e. Ometi ei saa mina mitte aru, mis kasu on niisugusest oletamisest, kui mitte tõendada ei saa, et hüpoteese õige on.

Õ — j a. Hüpoteese on selle tarwis, et tõsiseid wahekor dasid kergem meeles pidada oleks. Kui sul kolm nime meeles pidada tarwis on: Alfred, Anton ja Artur, siis on sul seda kergem teha, kui sa mäletad, et nad kõik A—ga algawad. Peale selle arendawad hüpotesed uuri mist. Õpetlased oletawad, missuguseid omadusi atomite ühisused määratud tingustel näitama peawad, ja peale selle uuriwad nad järele, kas on niisugused omadused olewate kehade juures tõega olemas.

Õ — n e. Noh, kas oletused igakord õiged on olnud?

Õ — j a. Kahjuks, mitte igakord.

Õ — n e. Järgnewalt peame teda siis igakord ennem järele katsuma.

Õ — j a. Muidugi. Aga siiski annab see põhjust loodusele määratud küsimusi ette panna ja sellekohaseid katseid ja waatlemisi toime panna. Ja see jälle omakorda

aitab igatahes meie teadmiste suurendamisele kaasa, mis ka väga tulus on.

Õ — n. e. Aga kui otsused tõega kokku ei käi?

Õ — j. a. Siis jääb ainult lootus järele, et see wastolu edaspidi selguma saab.

Õ — n. e. Aga see on väga kahtlane lootus.

Õ — j. a. Muidugi, aga ometi tarwitawad teadusemehed hüpoteseid selle tulu pärast, mis nad tööde ja uurimiste juures toowad.

Õ — n. e. Aga kas ilma nendeta läbi saada ei wõi?

Õ — j. a. Muidugi wõib. Aga praegusel ajal on inimesed suurearwuliste hüpotesetega, nende seas ka atomliseaga, nii ära harjunud, et nad suurt puudust tundma saaksiwad, kui nad nendeta läbi saada katsuksiwad. Sellepärast ei taha nemad endid neist mitte lahti ütelda.

Õ — n. e. Seleta mulle sel juhusel, kuidas atomitest kindlad, wedelad ja gaasisarnased kehad ehitatud on.

Õ — j. a. Jah, sina paneksid mind küll raskesse seisukorda, kui tahaksid, et ma just selle küsimusega sulle atomlise hüpoteese kasu näitaksin, sest et siamaani sellele küsimusele rahuloldawat seletust leitud ei ole. Aga selle küsimuse juurde ei jää meie enam kauemaks seisma; ma puudutasin seda küsimust ainult selle tarwis, et sulle nimetuse „aggregat oleku“ sündimist ära seletada. Ma loen paremaks leid wahekordasid otsekohe sinuga läbi uurida. Sellepärast ei taha ma ülemaltähendatud nimetust mitte tarwitada ja loen paremaks oleku kujudest rääkida.

Õ — n. e. Mis tähendab see nimetus?

Õ — j. a. Ta näitab nende olekute tähtsamaid wahesid. Missugune on kindel keha kuju ja wälimuse poolest?

Õ — n. e. Selle kohta ei wõi ma midagi iseäralist ütelda. Teda wõib puruks lüüa, katki lõigata ehk painutada.

Õ — j. a. Aga kui teda rahule jätta?

Õ — n. e. Siis hoiab ta oma kuju alal.

Õ — j. a. Õige. Aga kas oled sa ka wahest selle peale mõtelnud, kui tähtis see on?

Õ — n.e. Ma ei näe selles iseäranis tähtsat midagi. Mõnikord on see koguni väga halb, kui näituseks suurt suhkrutükki on tarwis katki lõhkuda.

Õ — j.a. Sa mõtle ainult järele, mis oleks siis, kui selle maja kiwid ja palgid oma kuju muutma hakkaksivad: maja wõiks siis igas minutis sisse langeda, ja meie ei wõiks oma koduseid riistu sugugi tarwitada; sa ei wõiks noaga sugugi lõigata, kui ta tera oma kuju alal ei hoiaks, ja piim jookseks sul kruusist wälja, kui wiimase kuju muutuw oleks.

Õ — n.e. Jah, nüüd näen ma seda küll. Raske on seda enesele ette kujutada, mis siis juhtuks, kõik ilm oleks siis pidanud sassi minema.

Õ — j.a. Jah, ma näen, sa hakkad sellest nii, kui tarwis, aru saama. Nüüd ütle, kas kuju alalhoidluse omadus kõigil kehadel on. Mis wõib selle poolest näituseks wee juures tähele panna?

Õ — n.e. Ei, wesi ei hoia oma kuju mitte alal, teda wõib igasse astjasse walada.

Õ — j.a. Kas ainult weel üksi see omadus on?

Õ — n.e. Ei, see omadus on kõigil wedelatel kehadel. Jah, nüüd hakkab ma sest suurest wahest aru saama. Aga mispärast kuju alalhoidmise omadus nimelt kindlatel kehadel on?

Õ — j.a. Sa panid halwa küsimuse ette. Mille järele sa otsustad, et keha kindel on?

Õ — n.e. Ma wôtan ta kätte . . .

Õ — j.a. Ja sa tuled otsusele, et ta oma kuju alal hoiab. Sõna kindel tarwitakse paljude kehade ühise omaduse tähendamiseks, see on kuju alalhoidlus.

Õ — n.e. Aga siiski peab sellel oma põhjus olema.

Õ — j.a. Ma ei saa sust aru.

Õ — n.e. Mispärast, näituseks, see hõbedatükk mitte wedel ei ole?

Õ — j.a. Kui sa teda tarwilikul mõõdul soojendad, siis sulab ta ära ja saab wedelaks. Siin on mul tükike peenikest hõbetaati; kui teda leegi sees hoida, siis

läheb ta wedelaks, ja tema otsa sünnib tilgake. Waata, tilgake kukkus maha.

Õ — ne. Ohoo!

Õ — ja. See küsimus, kas keha kindel ehk wedel on, oleneb ainult keha temperatuurist: allpool sulamise punkti on ta kindel, ülemaal — wedel.

Õ — ne. Kas seda kõigi kehade juures näha wõib?

Õ — ja. Jah.

Õ — ne. Sel juhtumisel wõib siis iga wedelikku jahutamise läbi kindlaks kehaks muuta ja iga kindlat keha soojendamise läbi wedelaks.

Õ — ja. Täiesti õige. On aga wedelikka olemas, mille hangumise punkt väga madalal seisab, ja kindlaid kehasid, mille sulamise punkt väga kõrgel on. Sulamise ja hangumise punktid seisawad väga mitmesugustes temperatuurides.

Õ — ne. Millega määratakse neid temperatuurid?

Õ — ja. Jällegi halb küsimus... Sa oleksid ehk wõinud küsida, millest nemad olenewad. See on niisama palju, kui oleksid sa küsinud, mispärast kamelid olemas on. Küsida wõib aga ainult: missugused omadused on neil loomadel ja missugune wahekord neil omadustel teiste loomade omadustega on? Sulamise punktid on ka loodusenähtused ja seisawad teatud wahekorras teistegi nähtustega.

Õ — ne. Missugused on siis need wahekorrad?

Õ — ja. Kui ma sulle selle küsimuse peale wastaksin, siis ei saaks sa minust mitte aru, sest et sa selleks kehade teisi omadusi tundma pead.

Õ — ne. Jah, see on õige. Nii siis, ainult pärast seda, kui kaunis palju mitmesuguseid omadusi teada on, wõib nende ühendust üles leida.

Õ — ja. Õige! Järgnewalt peame meie oma tööd kõige pealt lihtsate faktide kogumisega ja üleskirjutamisega algama, ja siis neid üksteisega wõrreldes leiame meie, mis neil ühist on. Sel teel leitaksegi looduseseadusi.

Õ — n. e. Ma kujutasin seda enesele koguni teisiti ette. Mina mõtlesin, et nad õige targale inimesele ise pähe pidiwad tulema.

Õ — j. a. Iseenesest ei sünni midagi. Mõtle ainult, et looduseseadus seda näitab, missugused omadused antud kehadel määratud tingimistel on. Et meil midagi sarnast määrata võimalik oleks, selleks on tarwis kehasid neil tingusel täiesti ära õppida, ja kes seda ei tee, see ei wõi kehade üle mitte midagi ütelda.

Õ — n. e. Jah, see on õige, aga sel juhusel oleksiwad ju kõik inimesed looduseseadusi üles leida wõinud.

Õ — j. a. Muidugi oleks see võimalik olnud, kui nad nähtusi neil tingimistel, mis alles wähe tuttawad on, uuriksiwad. Aga see ei ole mitte nii kerge, sest et nähtuste harilikud ja kättesaadawad tingused suuremalt jaolt juba tuttawad on, ja õppimiseks weel uurimata piirkondi üles leida on iseenesest juba raske ülesanne, mis laialisi ja õigeid teadmisi nõuab. Nii wõiksid sina, näituseks, wäga kergesti põhjapooluse üles leida, kui sa aga ainult tema juurde pääseksid. Raskus ei seisa mitte põhjapooluse nägemises, waid selles, kuidas niisuguse koha peale saada, kus teda näha wõiks.

Õ — n. e. Sel juhusel hakkab ma hoolsasti õppima; wõib olla, et ma edaspidi ka midagi üles leian.

Õ — j. a. Õpi, õpi, see wõib wäga võimalik olla. — Aga läheme jälle oma asja juurde tagasi. Kas said nüüd aru, missugune tähendus sõnal „kehade oleku kujud“ on?

Õ — n. e. Jah, kindlatel kehadel on iseseisaw kuju, aga wedelikkudel ei ole seda mitte.

Õ — j. a. See on jaolt õige. Aga mis gaaside kohta ütled?

Õ — n. e. Neil ei ole ka mitte oma kuju.

Õ — j. a. Milles seisab siis gaaside ja wedelikkude wahe?

Õ — n. e. Nemad on palju kergemad ja mitte nii tihedad.

Õ — ja. See on küll nii, aga asi ei seisa mitte selles. Kui ma tühjasse astjasse natukene wedelikku walan, siis wajub ta põhja ja täidab astjat jaolt, sellest olenedes, kui palju ma teda walan. Aga mis sünnib siis, kui ma natuke gaasi tühjasse astjasse panen?

Õ — ne. Seda ma ei tea: gaas ei ole ju mitte nähtaw.

Õ — ja. Kui wähe teda ka ei oleks, ikka täidab ta kõike astjat.

Õ — ne. See on suurepäraline; aga kuidas wõib sellest aru saada?

Õ — ja. Antud astjasse wõib määratud paljus wedelikku walada, ja nimelt nõnda palju, kui temasse mahub. Kui temasse wähem walada. . .

Õ — ne. . . siis jääb jagu astjat tühjaks.

Õ — ja. Õige. Aga kui sinna rohkem walada katsutakse, siis ei lähe wedelik enam mitte sisse, sest et wedelikud ennast mitte (õigemine wäga wähe) kokku pigistada ei lase. Mis gaasisse puutub, siis wõib teda antud astjasse wäga suures paljuses panna ja siiski jääb weel wõimalus järele weel natukene gaasi juurde lisada.

Õ — ne. Ja selleks ei ole midagi tarwis?

Õ — ja. Ei, selleks peab surwet ikka enam ja enam suurendama. Meie astume warsti nende nähtuste lähemale waatlemisele. Seniks on meil wedelate ja gaasisarnaste kehade wahe tähtis: wedelikudel ei ole iseiswat kuju, aga neil on määratud wolum, mis mitte ei muutu, missugust kuju meie talle ka ei annaks. Nii jääb, näituseks, liiter petroleumi ikka liitriks, üks kõik, kas meie teda kruusis ehk tassis, ehk mõnes teises astjas hoiaksime.

Õ — ne. Aga gaasid?

Õ — ja. Gaasidel ei ole määratud kuju ega ka määratud wolumi; nemad lagunewad wabalt nii kaua neile kättesaadawas ruumis laiali, kuni nad teda täiesti täidawad.

Õ — ne. Sel juhusel, ei ole nimetus „oleku kuju“ gaasidele mitte kohane.

Õ — j a. Ei mitte! Wedelikud omandawad astjate kuju, niipalju kui nad teda täidawad, gaasid aga omandawad astjate kuju täiesti, sest et nad teda ikka terwelt täidawad.

Õ — n e. Nii peab siis oleku kuju all seda wiisi, kuidas kehad kuju omandawad, mõistma.

Õ — j a. Sa wõid sellest nimetusest nii aru saada.

## 10. Põlemine.

Õ — j a. Nüüd tutwunesid sa lähemalt kehade kolme oleku kujuga ja wõid omale täiesti selge ettekujutuse saada sellest, et meie peaaegu kõiki aineid neis kolmes olekus tunneme.

Õ — n e. Mispärast mitte kõiki?

Õ — j a. Mõnel ainel seisab sulamise ehk keemise punkt niiwõrt kõrgel ehk hangumise punkt nii madalal, et neid kätte saada wõimalik ei ole olnud.

Õ — n e. Ole nii hea, ütle mulle, ma tahtsin seda sult juba ammu küsida: mis kujutawad enesest need ühest olekust teise muutumised — kas keemialisi protsessisid wõi fiisikalisi?

Õ — j a. Sa tead, et niisugune wahetegemine kawnis omawoliline on. Kui keemialiste protsesside tunnuseks, nagu ennemaltki, seda asjaolu lugeda, et sealjuures suurem jagu ainete omadustest muutub, siis peame meie kehade oleku kuju muutumist keemialiseks protsessiks nimetama.

Õ — n e. Aga sulamisest ja keemisest räägitakse ju ka fiisikas; järgnewalt on nad fiisikalised nähtused.

Õ — j a. Jääd on niisama kerge weeks muuta, kui wett jääks. Aga keemialiste muutumiste juures on kahest wastastikussest muudatusest harilikult ainult ühte kerge täide saata; teise täidesaatmine on suuremalt jaolt suurte

raskustega ühendatud. Sellepärast ei tunnistatud enne-  
malt mitmesuguseid kehade oleku kuju muutumisi mitte  
keemialisteks nähtusteks.

Õ — n e. Sa ütled enamalt; kas nüüd siis teiseti on?

Õ — j a. Nüüd saadi teada, et mitmed kahtlemata  
keemialise iseloomuga muutumised ühes ja ka teises sihis  
tekkida wõiwad, mille juures nad nendesamade seaduste  
alla käiwad, nagu kehade oleku kuju muutumisedki. —  
Aga nüüd lähme muutumiste juurde, mida juba ammu  
keemialisteks loetakse. Oled sa mõnikord küünla põlemist  
ka waadelnud? Jah? Noh, siis kirjelda mulle, mis sa  
selle juures nägid.

Õ — n e. Kui küünalt põleda lastakse, siis põleb ta  
kõik ära ja annab põlemise juures palawust ja heledat leeki.

Õ — j a. Õige. Aga mis läheb põlemise juures tarwis

Õ — n e. Noh, — küünalt.

Õ — j a. Ja rohkem mitte midagi?

Õ — n e. Ei tea.

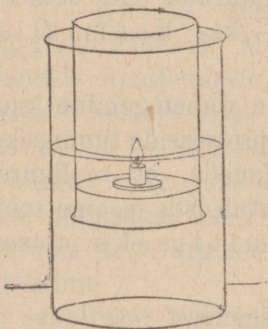
Õ — j a. Kui meie põlewa küünla wette paneme?

Õ — n e. Siis kutstub ta ära.

Õ — j a. Mispärast? Kas mõni muudatus juhtus?

Õ — n e. Tal ei ole mitte kül-  
lalt õhku.

Õ — j a. Õige. Järgnewalt on  
põlemiseks küünal ja õhk tingi-  
mata tarwilikud. Ma näitan sulle  
kohe, et küünal ka wee sees põleb,  
kui teda ainult ühes õhuga sinna  
panna. Selles suures klaasis ujub  
wee pinnal laastuke, mille külge  
ma põlewa küünla panen; siis  
katan ma kõik ümberpöördud klaa-  
siga kinni ja lasen kõik ühes wette;  
küünal põleb edasi.



11.

Joon. nr. 11.

Õ — n e. Ah, kui ilus. Ole  
nii hea, hoia teda weel natuke wee sees. Aga waata,  
leek kustus ära. Küllap tahi peale natuke wett juhtus.

Ô — ja. Kordame seda katset ja hoiame klassi selle juures täiesti paigal.

Ô — ne. Leek kustub jälle ära, peale selle, kui ta natuke aega põleda on saanud.

Ô — ja. Jätame nüüd wee päriselt. Ma panen küünla libeda klaasist tahwlikese peale ja katan tema tihedasti oma klaasiga.

Ô — ne. Leek kustub ka nüüd.

Ô — ja. Missuguse otsuse pead sa neist katsetest tegema?

Ô — ne. Et küünal klaasis mitte kaua põleda ei wõi.

Ô — ja. See ei oleks mitte õige. Ma panen oma klaasi otse ja lasen temasse küünla. Nagu sa näed, põleb küünal edasi, ja ehk küll leek ühetasane ei ole, aga ometi ei kustu ta mitte ära.

Ô — ne. Kata klaas mõne asjaga kinni! Kas ma wõin seda teha? Kas näed, leek kustub uuesti ära.

Ô — ja. Kuidas sa siis neist katsetest saadud otsust awaldad?

Ô — ne. Kinnises klaasis wõib küünal ainult lühikest aega põleda.

Ô — ja. Kas see ainult klaasi kohta käib?

Ô — ne. Ma arwan, et mitte.

Ô — ja. See ei ole sugugi sunduslik. Nagu sul teada, kustub küünal ka kustutajas, mis metallist tehtud on. Aga mispärast küünal laternas edasi põleb?

Ô — ne. Sellepärast, et temas õhu läbitungimiseks augukesed on.

Ô — ja. Mis tähtsus neil on?

Ô — ne. Nende läbi tuleb alati wärsket õhku juurde, ja rikutud õhk läheb ülemise tõmbeaugu läbi wälja.

Ô — ja. Õige. Katsu nüüd seda kõiike, mille üle meie praegu rääkisime, ühendada.

Ô — ne. Küünla põlemiseks läheb õhku tarwis. Kinnises ruumis wõib küünal ainult lühikest aega põleda. Kui selles ruumis õhk wärskendatud saab, siis wõib ta kaua põleda.

Ô — ja. Hea. Aga see tuba on ju ka kinnine rúum, ja ometi wõib siin küünal lõpuni põleda

Ô — n e. Jah, sellepärast, et ruum suur on.

Ô — ja. Nüü siis mõtled sa, et kinnises ruumis küünal seda kauemini põlema saab, mida suurem see ruum on.

Ô — n e. Muidugi.

Ô — ja. Jah, see on õige. Aga sellest wõib veel mõnda tähtsat otsust teha. Kas sa tead ka, mispärast see nii on?

Ô — n e. Ei tea.

Ô — ja. Otsime veel sarnaseid näitusi. Wäike küünal saab lühikest aega põlema, suur kaua. Mispärast?

Ô — n e. Sellepärast, et küünal põlemise juures ära tarwitatakse. Aga kas ka mitte õhk põlemise juures ära ei tarwitata?

Ô — ja. Waata. Ma kinnitan põlewa küünla traadi külge ja pistan ta kolbesse (joon. 12.). Peale selle kui ta ära on kustunud, wõtan ma ta ettewaatlilikult wälja ja panen ta uuesti põlema. Kui ma ta nüüd jälle kolbesse pistan...

Ô — n e. ... siis kustub ta kohe ära.

Ô — ja. Siit järgneb, et õhk kolbes ära on tarwitatud.

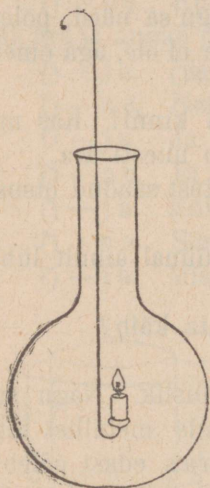
Ô — n e. Kuidas nii? Seal on ju veel midagi.

Ô — ja. See ei ole enam õhk. Õhtul on omadus küünla põlemist alal hoida. Sellel, mis kolbesse jäi, ei ole seda omadust mitte.

Ô — n e. Aga tema näeb niisamuti wälja, kui õhkgi.

Ô — ja. Jah, see, mis seal on, on õhusarnane wärwita gaas, ning mitte see, mida meie õhuks nimetame. Siin sündis õhu keemialine muutumine, ja ta sai omale teised omadused.

Ô — n e. Teised omadused? Jah, ta ei suuda enam



12

Joon nr. 12.

küünla põlemist alal hoida. Aga peale selle ei näe ma enam ühtegi teist omadust.

Õ — ja. See tuleb sellest, et peaaegu kõik gaasid välimise näo järele üksteise sarnased on. Nende omaduste wahe tuleb alles lähema uurimise juures ilmsiks. Selles suures pudelis segasin ma wett hariliku lubjaga ja andsin talle aega põhja wajuda. Suurem jagu lupja wajus põhja, aga natuke sulas wee sees ka ära. Nähtawasti hoidis wesi oma endised omadused kõik alal, tema ei muutunud sugugi. Aga siiski muutus ta. Nuusuta natuke.

Õ — ne. Uih, just kui seep! Loodan, et ta mitte mürgine ei ole.

Õ — ja. Ei. Ma walan natuke lubjawett pudelisse, milles harilik õhk on, ja raputan teda. Mis sa näed?

Õ — ne. Mitte midagi iseäralist.

Õ — ja. Lubjawesi ei muutunud sugugi. Nüüd teen ma sedasama kolbes, kus küünal põles.

Õ — ne. Wesi läheb päris piimaseks!

Õ — ja. Sa näed järgnewalt, et gaasisarnasel sisul ses kolbes, kus küünal põles, weel üks niisugune omadus on, mida harilikul õhul ei ole. Järgnewalt sündis siin õhuga tõesti keemialine muudatus.

Õ — ne. Järgnewalt wõib lubjawee abil seda näha, mida silmadega mitte näha ei wõi.

Õ — ja. Õige. Kui meie seda uut ainet, mis õhus sündis, otsekohe näha wõiksime, siis oleks lubjawee abikswõtmine päris ilmaaegne. Ainet, mis niimoodi wõimaluse annab teisi aineid üles leida, nimetakse reagentiks, ja seda protsessi, mis tema waral sünnib, reaktsiooniks. Lubjawesi on reagent, ja piimane tumenemine temas — reaktsion.

Õ — ne. Reaktio tähendab wastumõju.

Õ — ja. Täiesti õige. Muutunud õhk ja lubjawesi mõjuwad wastastikku üksteise peale, ja selle läbi sünnib walge aine, mis tumenemist sünnitab. Nüüd katsume

asjasse veel sügawamale tungida. Mis sünnib küünlast põlemise juures?

Õ — n e. Ta kaob ära.

Õ — j a. Kas sa mõtled, et ta päris ära kaob?

Õ — n e. Jah, temast ei jää ju midagi järele

Õ — j a. Aga kui su raamat wõi su õun ära kaob, siis küsid sa ju, kuhu nad jäiwad. Niisamuti pead sa ka iga teise asja kohta küsima.

Õ — n e. Jah, aga need asjad ei wõi ju ära kaduda.

Õ — j a. Aga küünal?

Õ — n e. Noh . . . kuhu tema siis jäi? Ta kaob ju tõesti minu silmadest.

Õ — j a. Jah, ta saab nägemataks. Aga kas ta siis ei oleks wõinud millekski nägemataks muutuda?

Õ — n e. Midagi nägematata ei ole olemas.

Õ — j a. Ohoo!

Õ — n e. Jah, mingisuguseid waimusid ega nägemisi ei ole olemas.

Õ — j a. Noh, ütleme, neid just wõib mõnikord näha, kui paljude inimeste juttusid uskuda. Aga kas sa wõid õhku näha?

Õ — n e. Ei. Aga põlemise juures muutub ta. Siin ei saa mina mitte aru peale tulla.

Õ — j a. Siiski on see lihtne. Küünal ja õhk — mõlemad muutuwad põlemise juures; selle juures sünniwad gaasisarnased ained, mis selle omaduse pärast meile ka nägemata on.

Õ — n e. Gaasisarnased ained, millest õhk mitte koos ei seisa?

Õ — j a. Jah, ja selles seisabki see raskus. Sa ju tead, et mitmed wedelikud wälimise näo järele väga weesarnased on, ja ometi ei ole nad mitte wesi. Niisamuti on palju gaasisid, mis wälimise näo järele õhusarnased on ja siiski õhust koguni lahku lähewad. See asjaolu raskendas omal ajal keemia arenemist väga, kuni wiimaks iseäraliste reagentide abil, nagu lubjawesi, mitmesuguseid gaasisid üksteisest ära tundma õpiti.

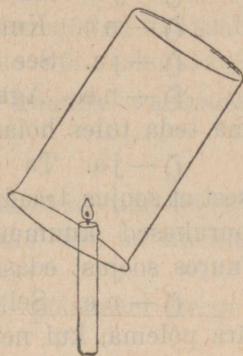
Aga teeme nüüd weel mõne katse. Ma panen küünla uuesti põlema ja hoian tema peal suurt tühja klaasi (joon. 13). Mis sa näed?

Õ — n e. Klaas hakkas higistama, just kui oleks keegi ta peale hinganud.

Õ — j a. Mis tume naast see on, mis klaasi peale ilmub, kui tema peale hingatakse?

Õ — n e. Seda ma tean: need on weetilgakesed, mis külma klaasiga kokkupuutumisel soojast hingamiseõhust sünnivad.

Õ — j a. Õige. See, mis siin klaasi peal ilmub, on ka weetilgakesed.



Joonistus nr. 13.

Õ — n e. Kuidas nemad sinna saiwad?

Õ — j a. Küünal muutub põlemisel osalt weeks.

Õ — n e. Waat' kus tükk on! lialgi ei ole ma omale sarnast asja ette kujutanud. Aga ega lubjawee tumenemine wee pärast tule?

Õ — j a. Ei; seda ei tee wesi üleüldse mitte. Küünla põlemisel sünnivad k a k s ainet. Üks neist on wesi, aga teine nimelt see, mis lubjawee tumenemist sünnitab.

Õ — n e. Kuidas teda nimetakse?

Õ — j a. S ö e d i o k s i d i k s.

Õ — n e. Ennäe, missugune naljakas nimetus! Mis ta tähendab?

Õ — j a. Seda saad sa pärast teada.

Õ — n e. Nüüd läks kõik see küsimus weel rohkem sassi.

Õ — j a. Sul on õigus. Sellepärast waatleme esiteks enam lihtsamat juhust. Kui sa sellest aru saad, siis saab ka teine sulle selgeks. Wõtame kord r a u d a põletada.

Õ — n e. Kas see siis wõimalik on?

Õ — j a. Wäga kergesti. Sa ju tead, mis raua wiilipuru on.

Õ — n e. Jah, need on väga väikesed raualõiked, mis wiilimise juures tema küllest kukuwad.

Õ — j a. Ma wiskan natukene rauapuru leegisse.

Õ — n e. Kui ilus Toredad tähekesed.

Õ — j a. See on raua põlemine.

Õ — n e. Aga mispärast raudtraat ei põle, kui ma teda tules hoian?

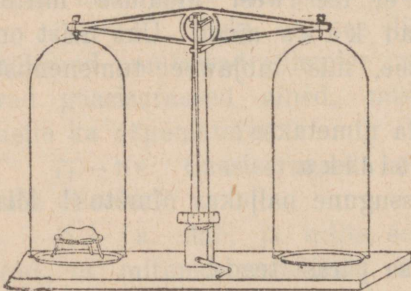
Õ — j a. Ta ei kuumene mitte küllalt tugewasti, sest et soojus traadi kaudu ära läheb. Aga väiksed rauapuruksed kuumenewad koguni ruttu ja ei kaota selle juures soojust edasisaatmise teel.

Õ — n e. Sel juhusel peawad ka suured rauatükid ära põlema, kui neid tarwilikul määral soojendada.

Õ — j a. Nii see ka on. Edaspidi saame meie koguni raudtraatigi põletama. Sepp põletab niisamuti rauda, kui ta teda tubliste kuumab. Põlenud raud, mida rauasitaks nimetatakse, kukub wasaralöökide all küllest ära.

Õ — n e. Siiski ei ole sealjuures tuld näha.

Õ — j a. Põlemine wõib mõnikord ka ilma leegita



14.

Joonistus nr. 14.

sündida Tähekesed, mis rauapuru põlemisel sündisiwad, ei olnud weel leek. Teeme kohe niisamasuguse katse. See must pulber on ka raud, aga weel enam peenendatud kui wiilipuru. Ma panen kaalude ühe kausi peale pisukese traadist kolmjala, tema peale tiheda traatwõrgu ja riputan tema

peale mõne grammi rauapulbrit (joon. 14). Kõik selle sean ma tasakaalu. Nüüd lähendan ma leegi hunikukese äärele. Ennæe, ta hakkab põlema.

Õ — n e. Ma näen, et ta ainult õõgub.

Õ — j a. Niimoodi nimelt põleb rauapulber. Puu-  
süsi wõib põlemisel ka ainult õõguda.

Õ — n e. See on õige. Aga mispärast sa selle kõik  
kaalu peale panid?

Õ — j a. Seda näed sa kohe. Kuidas sa mõtled, kas saab  
raud, kui ta ära on põlenud, kergemaks wõi raskemaks?

Õ — n e. Ma arwan kergemaks; rauaga waekauss  
peab üles tõusma.

Õ — j a. Waata nüüd!

Õ — n e. Ta wajub maha! Wõib olla, et see tule mõjust  
tuleb... Aga ei, ta saab ikka raskemaks. See on imelik.

Õ — j a. Mispärast?

Õ — n e. Ükskord saawad ained põlemisel kerge-  
maks, teine kord raskemaks.

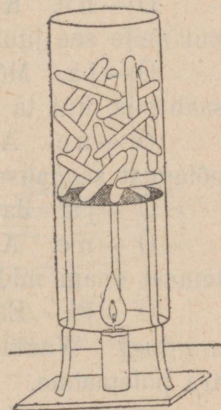
Õ — j a. Kүүnla põlemisel lähewad põlemise saadu-  
sed eemale; raua põlemisel jääb saadaw aine paigale. Üle-  
pea, kui põlemise saadused alles jääwad, peab kaal ikka  
suurenema

Õ — n e. Ja ka kүүnla põlemisel?  
Seda tahaksin ma küll näha saada.

Õ — j a. Selleks on waja ainult  
kõike seda, mis kүүnla põlemisel sünnib,  
paigal hoida, ja nimelt wett ja  
söedioksiidi.

Õ — n e. Aga seda on wist küll  
raske teha?

Õ — j a. Mitte just nii wäga. On  
niisugune aine olemas—teda nimetatakse  
söõjaks n a t r o n i k s—millel oma-  
dus on iga vähemat wee ja süsiniku  
dioksiidi jaoks, mis tema külge puutub,  
oma sisse tõmmata. Ma panen mõne  
tüki seda ainet lambiklaasi ülemasse  
jaosse, mis põlewa kүүnla peale on pandud (joon. 15); kõik  
selle sean ma kaalude peal tasakaalu. Meil ei ole mitte kaua  
tarwis oodata.



15.

Joon. nr. 15.

Õ — n e. Õige, küünlaga kauss hakkab langema.

Õ — j a. Ja kaal suureneb seda enam, mida kauem küünal põleb.

Õ — n e. Kas seda kõiigi põlewate ainete juures tähele panna võib?

Õ — j a. Sa võid seda pärast tundi sööja natroni tsilindri all küünla asemel õli, petroleumi, weewliit ja kõiike, mis sa tahad, põletada. Ikka võid sa kaalu suurenemist tähele panna.

## 11. Hapnik.

Õ — j a. Mis said sa minewal korral teada?

Õ — n e. Et põlemisel kõik kehad raskenewad.

Õ — j a. See ei ole mitte täielikult öeldud. Mõtles küünla üle järele!

Õ — n e. Kõik kehad lähewad põlemisel raskemaks, kui neile see juurde panna, mis selle juures sünnib.

Õ — j a. Mõtles weel kord küünla üle järele! Mis saab siis, kui ta kõik ära põleb?

Õ — n e. Ahaa, sain aru! See, mis peale kehade põlemist saadakse, kaalub enam kui kehad ise.

Õ — j a. Jah, nii on õige.

Õ — n e. Aga kas võib rauda nii ära põletada, et temast enam midagi järele ei jääks?

Õ — j a. Et sugugi enam rauda ei jääks, võib muidugi. Waata, mis sai rauapulbrist, mis meie eila ära põletasime.

Õ — n e. See on must kogu, mis peaaegu niisamuti välja näeb kui rauapulbergi. Ainult tema on täiesti kokku sulanud.

Õ — j a. Wõta natuke sellest kogust ja õeru teda uhmris peeneks.

Õ — n e. Ma saan musta pulbri.

Ô — ja. Aga nüüd õeru natuke rauapulbrit; puhasta ainult uhmer ennem ära.

Ô — ne. Ta läheb läikiwaks kui raud.

Ô — ja. Siin wõid sa wahet näha. Põlenud raud ei ole mitte enam raud, waid koguni teiste omadustega aine; raud kadus niisamuti kui põlenud küünalgi.

Ô — ne. Aga mis sündis õhuga, mis põlemisest osa wõttis?

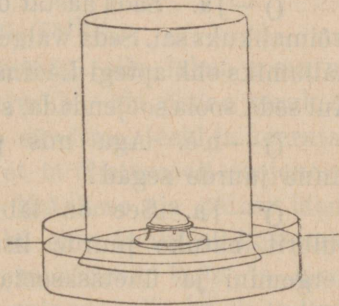
Ô — ja. Temaga sündis sarnast kui rauagagi. Nagu kindel aine raud kindlaks aineks rauasitaks muutus, nii sündis ka ärakadunud õhuosa asemele küünla põlemisel teine gaas.

Ô — ne. Aga kas raua põlemisel ka teist gaasi sündis?

Ô — ja. Ei.

Ô — ne. Sel juhtumisel peab õhk ära kaduma, kui temas rauda põletada.

Ô — ja. Teeme selleks katse. Ma panen oma kolmjalakese ühes rauapulbriga ujuwa laastukese peale, süütan pulbri põlema ja katan kõik selle suure klaasiga kinni, mille peale mina niipalju raskust panen, et ta oma äärtega astja põhja puutuks (joon 16). Et katse natuke pikkamisi edasi läheb, siis peame meie ootama, kuni õõguw raud ära kustub ja jahtub. — Mis sa nüüd näed?



16.

Joonistus nr. 16.

Ô — ne. Nähtawasti on õhku tõesti ära kadunud, aga mitte kõik, ainult osa — vähem kui weerand.

Ô — ja. Kui karwapealsemalt mõõta, siis tuleb ühe wiindiku ümber wälja.

Ô — ne. Wõib olla, et sa liig wähe rauda wõtsid?

Õ — ja. Ei, kui ma rauda rohkem oleksin wõtnud, siis oleks õhku just niisama palju ära tarwitatud.

Õ — n e. Aga siin ei näe ma seda sugugi, mis küünla ja raua põlemisel; küünalt ja rauda wõib ju täiesti ära põletada.

Õ — ja. Aga kas wõib ka puud täiesti ära põletada?

Õ — n e. Ei, tuhk jääb järele.

Õ — ja. Nii seisab ka asi õhuga. Puu on põletatawate ja mittepõletatawate ainete segu; kui esimesed ära põletada, siis jääwad teised järele. Õhk on kahe gaasi segu: üks wõtab põlemisest osa, ja seda nimetatakse hapnikuks, teine jääb sealjuures muutumata ja kannab lämmastiku nime. Hapnikku on wolumi järele kõigest umbes wiies jagu õhust.

Õ — n e. Tähendab, oleks meil puhas hapnik olnud, siis oleks ta põlemisel täiesti ära kadunud.

Õ — ja. Muidugi, kui selle juures ainult teist gaasi ei sünniks. Meie walmistame omale kohe puhast hapnikku.

Õ — n e. Kas see siis wõimalik on?

Õ — ja. Sada aastat on juba sest ajast möödas, kui see wõimalikuks sai. Seda walget soola nimetatakse kloorhapuks kaliumiks ehk aptegi Ladina keele peal „kalium chloricum“. Kui seda soola soojendada, siis sünnib hapnikku väga palju.

Õ — n e. Aga mis pruun pulber see on, mis sa sinna juurde segad?

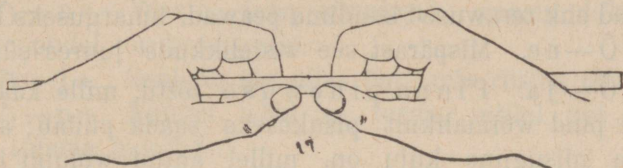
Õ — ja. See on läbi õõgendatud rooste. Kui seda pulbrit natuke juurde lisaba, siis sünnib hapnik palju kergemini ja ühetasasemalt. Kõi selle segu panen ma wäiksesse ümargusesse pudelisse, kolbesse. Nüüd pean ma weel gaasiärarüüwa torukese walmistama. Selle tarwis wõtän ma korgi, mis tihedasti kolbe suud katab, ja lõikan omale ühe klaastoru tüki.

Õ — n e. Aga kuidas wõib klaasi lõigata?

Õ — ja. Õieti ütelda, teda ei lõigata mitte, waid murtakse. Aga et murd just määratud kohal ja ühetasane oleks, selle tarwis pean ma toru peale selle koha peale joone ehk täkke tõmbama.

Õ — n e. Mis riist see sul on?

Õ — j a. See on wana kolmnurkline wiil, mille hambad ära on kulunud, nii et kolm libedat terawat pinda kantidega järele on jäänud. Kui niisuguse terawa äärega mööda toru tõmmata, siis sünnib seal täke. Kui torukest niimoodi murda, et täke väljaspool oleks (joon. 17), siis murdub klaas sel kohal täiesti ühetasaselt.



Joonistus nr. 17.

Õ — n e. Waat', kui osawalt! Kas wõin ka mina seda teha?

Õ — j a. Ma jätan sulle peale tunni tükikese torukest, siis sa wõid ennast selles harjutada. Nüüd hakkan ma toru kõwerdama.

Õ — n e. Aga ta läheb ju katki!

Õ — j a. Kui klaasi kuumata, siis läheb tema nii pehmeks, et teda kõwerdada wõib. Ma panen torukese selle koha, kus kõwerdus peab sündima, leeki ja keerutan teda kõik see aeg, selle tarwis, et ta ühetasaselt soojeneks, muidu wõiks ta ehk katkeda. Natukese aja pärast läheb klaas nõnda pehmeks, et ta juba oma kaalu all kõweraks läheb. Ma annan torukesele soowitawa' kuju ja lasen klaasi ära jahtuda ja kõwaks minna: siis hoiab ta oma uue kuju alal.

Õ — n e. Seda on nähtawasti väga kerge teha. Kas ma wõin ka proowida?

Õ — j a. See ei ole mitte raske, aga siiski peab harjumist olema. Peasjalikult peab selle järele waatama, et mitte ainult ühte torukese kohta ei soojendata ja et kõwerdamine iseäralise jõupingutuseta korda saadetak. Wastasel korral wõid sa kergesti konarlise kõwerduse saada. Nüüd on ka waja teist otsa kõwerdada;

siis pööran ma mõlemaid otsasid natuke aega tule sees, mille läbi terawad otsad libedaks lähewad ja oma kriimustamise- ja lõikamisewõime kaotawad Seda peab igakord tähele pandama.

Õ — n.e. Kuidas siin seda sihti kätte saada?

Õ — j.a. Pehmeksläinud klaasil on wedeliku omadused, mille pind, nagu sul teada, neis kohtades, kus nurgad ehk terawused sündima peawad, ümarguseks läheb.

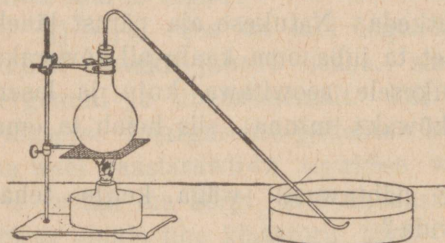
Õ — n.e. Mispärast see wedelikkude juures sünnib?

Õ — j.a. Pinna pinnewuse tõttu, mille kaasaitamisel pind wõimalikult pisukeseks saada püüab; aga et kera niisugune kuju on, millel antud wolumi juures kõige pisem pind on, siis püüawad kõik wedelikud kera-sarnast kuju omandada.

Õ — n.e. Aga wedelikud omandawad ju selle astja kuju, milles nad seisawad!

Õ — j.a. Õige. See tuleb kaalu mõjust, mille pärast nad wõimalikult madalasse langeda püüawad. Mõlemad põhjused mõjuwad ühe korruga wedeliku peale, aga et kaalu jõud suuremalt osalt suuremat mõju awaldab, siis oleneb ka wedeliku kuju peasjalikult temast. Nüüd on meil waja korgile auk sisse teha. Selle tarwis pistan ma korgile terawaotsalise teraspulgakesega — naaskliga — augu

sisse ja laiendan saadud auku ümarguse, natuke suurema wiiliga, niipalju et klaastoruke waewalt temast läbi läheks. Nüüd on kõik walmis, ja ma kinnitan riista nii, et ma kolbe alla traadist wõrgu ja wiimase alla lambi panna wõiksin (joon. 18.)



18.

Joonistus nr. 18.

Õ — n.e. Mispärast sa torukese otsa weega astjasse paned?

Õ — j.a. Et gaasi koguda. Kui ma torukese otsa

lihtsalt tühjasse, s. t. õhuga täidetud pudelisse panen ja sinna sisse gaasi laskma hakkan, siis segab gaas end õhuga, ja ma ei wõiks mitte näha, millal pudel täis saab. Sellepärast täidan ma pudeli weega ja sunnin sündiwa gaasiga wett pudelist wälja minema, kui ma pudeli kaela torukese otsa kohal hoian. Et gaas end weega ei sega, sellepärast saan ma ta puhtalt kätte.

Õ — n e. Waata, juba sünniwad gaasimullikesed, — pane pudel torukese peale.

Õ — j a. Seni on see alles õhk, mis riistas oli.

Õ — n e. Kuidas wõid sa teada, millal uut gaasi wälja tulema hakab?

Õ — j a. Ma wõtan torukese weest wälja ja hoian tema otsa juures õõguwa peeru. Mis wõid sa tähele panna?

Õ — n e. Ta õõgub edasi.

Õ — j a. Tähendab see on alles õhk. — Noh, aga nüüd?

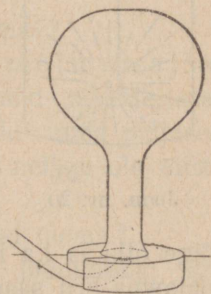
Õ — n e. Oh, ta hakkab iseenesest põlema!

Õ — j a. Mitte iseenesest, waid wäljatulewast hapnikust. Nüüd panen ma torukese uuesti wette ja hoian tema peal pudelit. Aga et mitte kõik aeg teda käega hoida ei tuleks, sellepärast panen ma ta wäikese tinast aluse peale (joon 19), mille all toruke ära lõpeb. Sel wiisil lähewad gaasimullid pudelisse ja ajawad sealt wee wälja. Selle aja sees täidan ma weega weel mõne pudeli, et hiljemalt neisse hapnikku koguda.

Õ — n e. Ole nii hea, korda katset peeruga.

Õ — j a. See on reaktsion hapniku peale. Kui põlew peerg hapnikusse pista, siis hakkab ta põlema. Selle hapnikuga, mis siin pudelis on, wõin ma seda katset palju kordasid korrata. Aga wiimaks saab kõik hapnik ära tarwitatud, ja katse ei lähe enam korda.

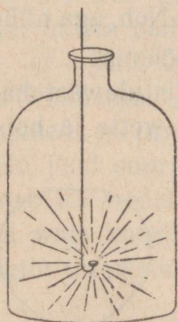
Õ — n e. Mille peale on see põhjendatud?



19.

Joon. nr. 19.

Õ — j a. Esiteks näitan ma sulle weel mõne sarnase katse. Ma kinnitan tüki puusütt traadi külge, kuuman teda ühe otsa pealt ja pistan tema siis hapnikusse . . . ta hakkab ruttu põlema ja põleb palju heledamini kui õhus. Weewlitükk rauast lusikakeses, mis õhus waewalt nähtawa leegiga põleb, annab hapnikus sinise leegi. Fosforitükk, mis õhus nõrgalt helkiwa kollaka leegiga põleb, hakkab hapnikus sellesama lusikakese sees heleda päiksesarnase walgusega põlema. Peenike raudtraat, mille otsa külge tükike õõguwat taela on kinnitatud, hakkab hapnikus heledasti põlema ja saadab enesest tuliseid sädemeid igale poole laiali, ja sündiw rauasitt, mis soojusest walgeks saab, kukub susisedes wette, mis pudeli põhja katab (joon. 20).



20.  
Joon. nr. 20.

Õ — n e. Küll on tore ilutuli!

Õ — j a. Meie ei pea mitte ära unustama, mis see ilutuli tähendab. Mis wõid sa ülepea kõige selle kohta ütelda?

Õ — n e. Ained põlewad hapnikus tugewamini kui õhus.

Õ — j a. Õige. Aga õhus põlewad nemad ka sellepärast, et temas hapnikku on. Milles seisab see wahe?

Õ — n e. Puhtas hapnikus annawad nad enam palawust.

Õ — j a. Niisugune wastus wõib õige olla ja ka mitte, selle peale waadates, kuidas sõnast palawus aru saada. Kui sa seda tahad ütelda, et soojuse paljus, mida 1 raua ehk sõe gramm sünnitab, hapnikus suurem on kui õhus, siis eksid sa; soojuse paljused on mõlematel juhustel ühesuurused. Aga kui sa ütelda tahad, et temperatuur tõuseb, siis on sul õigus.

Õ — n e. Sel juhusel saan ma ainult temperatuuri tõusmist mõtlema.

Õ — j a. Muidugi! Waata, mispärast see sünnib. Soojuse paljus, mis mõlematel juhustel sünnib, peab puhtas

hapnikus ainult sündiwaid põlemises aadusi soojendama, kuna ta õhus weel temas olewat lämmastikku soojendama peab.

Ô — n e. Kas heledam leek ka kõrgemast temperatuurist oleneb?

Ô — j a. Muidugi; walguse jõu järele wõib koguni wäga hästi temperatuuri üle otsustada. Aga peale selle toob kõrgem temperatuur enesega põlemise kiiruse suurenemise kaasa.

Ô — n e. Millest see oleneb?

Ô — j a. See on üleüldine katsetega kindlustatud seadus, et keemialised protsessid seda kiiremini sünniwad, mida kõrgem temperatuur on. Aga lähme oma hapniku juurde tagasi. Kõik nähtused, mis sa waatlesid, on keemialised protsessid, sest et põlewad ained ja hapnik selle juures ära kaowad ja nende asemele uued ained sünniwad.

Ô — n e. Aga kas soojus ja walgus, mis sealjuures sünniwad, ka uued ained on?

Ô — j a. Ei, neid ei nimetata mitte aineteks, sest et neil kaalu ega masset pole.

Ô — n e. Aga nad on ju tõega olemas?

Ô — j a. Kahtlemata, sest et nad mõju awaldawad. Ka muus asjas tuletawad nad aineid meelde, sest et nad üksteiseks muutuwad, ja nende uued paljud sünniwad ainult muutumise läbi. Ainult neil ei ole mitte kaalu, nagu ainetel.

Ô — n e. Nad peawad wist küll jõud olema?

Ô — j a. Ennemalt nimetati neid jõududeks; aga tuli wälja, et see eksitusele wiis, sest et nimetust jõud juba teistel juhustel tarwitatakse. Nüüd nimetatakse neid energiateks. Soojus on üks liik energiat, aga walgus teine. Kas sul sõna energia tuttaw on?

Ô — n e. Jah, energialiseks nimetatakse niisugust inimest, kes töötada ja oma asja lõpuni wiia jõuab

Ô — j a. Umbes niisamasugune sisu on ka energia teaduslikul mõistel. Energia on see, mis ainete muutmisele põhjust annab.

Õ — ne. Tähendab, keemialiste protsesside juures on ainete muutumine ka energia.

Õ — ja. Igatahes; ainult öeldakse seda harilikult teisiti wälja. Meie ütleme, et ainetel keemialine energia on, kui nad üksteise peale mõju awaldada ja uusi aineid sünnitada wõiwad. Ühes ainete muutumisega muutub ka üks jagu wiimaste keemialisest energiast, mis omale soojuse ehk walguse kuju omandab ja mõnikord ka elektrilise ja mehanikalise kuju

Õ — ne. Kõik see näib mulle imelik ja saladuslik olewat.

Õ — ja. Energia ühest kujust teise muutumine ei ole mitte rohkem saladuslik kui ainete muutumine, waid ümberpöördult, ta on lihtsamgi. Et sulle weel enam energia mõistet ära seletada, ütlen ma sulle, et harilik töö, mida inimene, hobune ehk aurumasin teewad, ka energia on.

Õ — ne. Sel juhusel wõin siis mina oma kätega soojust, walgust ehk elektrit teha.

Õ — ja. Seda wõid sa ka tõesti. Kui sa oma käsa õerud, siis lähewad nemad soojaks. Ja kui sa wäewõimuga nüri puuriga auku tegema hakad, siis läheb ta nii palawaks, et ta käed ära kõrwetada wõib. Wiimaks on sul kahtlemata teada, et õerumise läbi tuld saada wõib.

Õ — ne. Jah, see on õige. Tähendab, ma wõin niipalju soojust saada, kui tahan.

Õ — ja. Mitte niipalju, kui tahad, waid kui wõid. Kui sa puuriga natukene aega töötanud oled, siis tuleb sul wiimaks tööd pooleli jätta; sa raskasid kõik oma jõu ära, s. t. sa tarwitasid kõik oma energia tagawara ära, mis sul oli.

Õ — ne. Aga kust sain ma selle energia?

Õ — ja. Toidust. Ühes toiduga wõtad sa enesesse ka keemialist energiat, ja sinu kehas on niisugused riistad — lihased — mis keemialise energia tööks muudawad.

Õ — ne. Kuidas nad seda teewad?

Õ — ja. Kui meie seda teaksime! Õpetlastel ei ole

weel korda läinud seda üles leida, kuidas see üksikult sünnib. Aga et keemialine energia töö juures kulub, seda wõid sa juba sellest näha, et hobusele, kellel palju tööd teha, tublisti süüa anda tuleb, et tal jõudu oleks oma tööd ära teha.

Õ — ne. Aga mul on ka siis suur isu, kui ma sugugi tööd ei tee.

Õ — ja. Sel juhusel raiskad sa oma keha keemialist energiat. Igatahes on sul teatud paljus energiat tarwis, et oma keha temperatuuri 37° kõrgusel hoida; sest kui sinu keha sinu ümbruskonnast palju soojem on, siis kaotab ta alati soojust, mis jälle toiduga tagasi peab toodama. See on teine tee, kuidas sa soojust valmistad, ainult mitte wabatahtlik.

Õ — ne. Aga wõin ma ka walgust valmistada?

Õ — ja. Kui sa pimedas kahte suhkrutükki üksteise wastu õerud, siis hakkawad nad paistma.

Õ — ne. Kas nad siis päewal ei paista?

Õ — ja. Nad paistawad ka päewal, aga nende walgus on nii nõrk, et teda päewase walguse juures sugugi tähele panna ei wõi. Selle katse juures muutub sinu lihaste töö uuesti walguseks.

Õ — ne. Aga kas ma otsekohe walgust valmistada ei saa?

Õ — ja. Sina küll mitte, aga jaaniussikesed ja wäikesed loomakesed, kes mere hiilgamisele põhjust annawad, wõiwad seda teha. Nad muudawad oma toidu keemialise energia otsekohe walguseks.

Õ — ne. Aga kas ma elektri energiat wõin valmistada?

Õ — ja. Ja koguni väga kergesti. Sul on tarwis ainult lakikepikest natuke riidega õeruda.

Õ — ne. Ah jah, ma tean. Aga siin saan ma elektrit oma käte töö läbi, aga mitte otsekohe.

Õ — ja. Iga töötamise, koguni iga mõtlemise juures jooksewad sinu kehas elektriwoolud. Aga nad jääwad sinna, ja neid sealt wälja tuua ei ole mitte kerge.

Ô — n e. Ma ei teadnud sugugi, kui palju ma wõin!

Ô — j a. Sa ei pea seda mitte nõnda iseäranis tähtsaks pidama; selles asjas ei lähe inimene loomast sugugi lahku.

Ô — n e. Aga siiski on see väga tähelepanemiseväärne. Aga kust saab toidu saaduste energia oma alguse?

Ô — j a. Päikesest käest.

Ô — n e. Sellest ei saa mina mitte aru.

Ô — j a. Kust tuleb toit? Teda saadakse kas taimedest ehk elajatest. Taimed kasvavad ainult seal, kuhu päikesekiired pääsevad, sest et nende keha kujunemiseks walguline energia tarwilik on; sel kujul korjavad nad teda. Niimoodi wõtame meie taime näol päikese energiat wastu. Aga elajad, kelle liha meie toiduks tarwitame, toidavad endid taimedega, järgnewalt ka päikese energiaga.

Ô — n e. Tulewikus saan ma päikese peale koguni teise pilguga waatama.

Ô — j a. Kui sa sealjuures seda silmas pidama saad, mis meie praegu rääkisime, siis saab ilm sulle palju arusaadawamaks kui siia maani.

## 12. Ühisused ja koosseiswad jaod.

Ô — j a. Minewal korral said sa palju uut teada. Korda tähtsamat!

Ô — n e. Esiteks sain ma teada, kuidas hapnikku saadakse ja kuidas teda korjatakse; siis sain ma teada, et ained hapnikus rutemini põlewad kui harilikus õhus ja et see sellest tuleb, et õhus sinult  $\frac{1}{5}$  hapnikku on: Wiimaks sain ma midagi energiast teada. Aga teates energia üle oli mulle nii palju uut ja harjumata, et ma seda sulle mõne sõnaga ära ütelda ei wõi.

Ô — j a. Katsume seda koos teha. Milles on energia ainete sarnane ja milles ta neist lahku läheb?

Õ — n e. Sarnadus seisab selles, et energia, niisama kui ainedki, mitmesugustesse kujudesse muutuda wõib, mille juures ühe kuju tekkimisega teine ära kaob.

Õ — j a. Õige; aga milles energia ainetest lahku läheb?

Õ — n e. Energial ei ole mitte kaalu ja ta sattub maa peale päikeselt. Aga aineid ei too ju päike mitte?

Õ — j a. Ei, igatahes mitte nii suures paljuses, et seda tõestada wõiks. — Noh, pea nüüd hästi need kaks asja meeles; teisi ei saa sul ka mitte raske olema omandada peale selle, kui meil nendega alatasa tegemist tuleb teha. Nüüd lähme hapniku juurde tagasi. Siin on pudel hapnikuga, mis eila täidetud sai. Missugused omadused on hapnikul?

Õ — n e. Hapnik näeb niisamuti wälja, kui õhkgi: ta on wärwita.

Õ — j a. Missugune hais tal on?

Õ — n e. Ma ei tunne midagi: ta on haisuta.

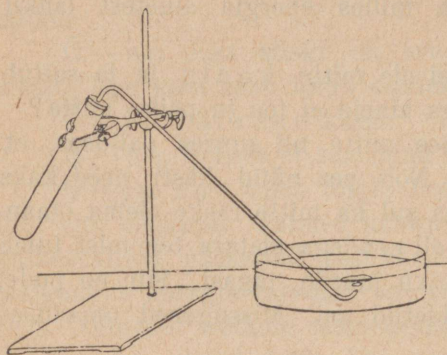
Õ — j a. Seda oleksid sa mulle ütelda wõinud, ilma et ma pudelit lahti teinud oleksin. Mõtles selle üle järele, et  $\frac{1}{5}$  õhku hapnik on.

Õ — n e. Ah jah, et õhul haisu ei ole, siis peab ka hapnik haisuta olema.

Õ — j a. Need on hapniku silmatorkawad tunnused. Peale selle on tal weel teisi omadusi, mida ainult mõõtmiste ja katsete läbi teada saada wõib. Niisuguste omaduste hulgas on ka põlemise nähtused, mis ma sulle juba näitasin. Neid nimetatakse keemialisteks omadusteks, sest et nad keemialiste protsesside peal põhnewad. Reaktsioon hapniku peale, õõguwa peeru põlemalõõmine — on ka keemialine omadus. Aga nüüd tutwustame endid teise hapniku saamise wiisiga. Seda teliskiwi-punast pulbrit nimetatakse elawhõbedaksidiks. Ma panen natuke seda pulbrit katseklaasisse mis iseäralisest klaasist tehtud ja millel paksemad seinad, on, nii et ta raskemini sulab kui harilik klaas; siis teen ma temale, nagu minewal korral, gaasiärawaiwa torukese

juurde. Peale selle soojendan ma katseklaasi suure tule peal (joon. 21). Mis sa näed?

Õ — n e. Punane pulber mustuneb. Kas ta söeneb?



21.

Joon. 21.

Õ — j a. Ei, kui teda ära jahtuda lasta, siis läheb ta jälle punaseks.

Õ — n e. Aga mispärast ta mustuneb?

Õ — j a. On palju aineid olemas, mis soojenemisel oma värwi muudavad.

Õige sagedasti oleneb värw temperaturist.

Õ — n e. Nüüd ilmuwad mullid.

Õ — j a. Need on ka õhu mullid, mis soojenemisest laienezwad.

Õ — n e. Nüüd tulewad mullid sagedamini ja seisawad kauemini.

Õ — j a. Wõtame natuke gaasi katseklaasisse ja katsume teda õõguwa peeruga järele. See on ikka alles õhk. Aga teine proow. . . .

Õ — n e. Perg lööb põlema, see on hapnik.

Õ — j a. See on wõimalik. Korjame teda natuke ja vaatame, kas ta wärwita on ja kas tal mõnda haisu on. Katsu!

Õ — n e. Jah, ta on haisuta; mingit wärwi ei wõi mina tähele panna. Aga ütle mulle, mistarwis on need järelekatsumised?

Õ — j a. Enne kui ütelda, et meie käes määratud aine on, peame meie selle peale kindlad olema, et kõik tema omadused tõega temakohased on.

Õ — n e. Kõiki omadusi ei ole ju wõimalik järele uurida, sel juhusel ei saaks meie sellega mitte toime.

Õ — j a. Selles on sul õigus. Aga igakord tuleb mitut omadust katsuda, sest et tihti juhtub, et mitmesugustel ainetel mõni omadus ühine on, kuna teised omadused lahku lähewad.

Õ — n e. Ja, see omadus on neil siis täiesti ühesugune?

Õ — j a. Selle küsimuse peale ei wõi ilmiski tingimata jaatawat wastust anda, koguni sel juhusel, kui mingit wahet tähele panna ei wõi, sest et ühtegi omadust päris karwapealsusega waadelda ega mõõta ei wõi; järgnewalt ei wõi meie mitte teada, kas nähtaw sarnadus karwapealsemal järeleuurimisel mitte waheks paistuma ei saa. Et neist raskeist järeleuurimistest mööda minna, selleks katsutakse harilikult mitut omadust. Harwa juhtub, et kahel ainel mitu ühist omadust oleks.

Õ — n e. Waata, mis meie saime. Katseklaas on kõik just kui hõbedaga kaetud.

Õ — j a. Täiesti õige, aga suurem hulk elawhõbedaoksidist on ära kadunud. Ma soojendan weel natuke, ja siis kaob ta kõik ära. Nüüd wõtan ma gaasiärawiwa torukese weest wälja ja lasen riista ära jahtuda.

Õ — n e. Mispärast sa torukese weel weest wälja wõtsid ja mitte kõike wana wiisi ei jätnud?

Õ — j a. Kui ma seda mitte ei oleks teinud, siis oleks palawa hapniku wolum jahtudes wähenenud ja katseklaasisse oleks wesi tõusnud. — Waata nüüd tähelepanelikult: hõbeda naasta wõib torukese seest sulega ära tõmmata, mille juures ta hiilgawateks wedelateks keradeks läheb.

Õ — n e. Wiimased on wäga elawhõbedasarnased.

Õ — j a. See ongi elawhõbe.

Õ — n e. Kust siis tema sinna sai?

Õ — j a. Ta sündis elawhõbedaoksidist.

Õ — n e. Kas hapnik ka temast sündis?

Õ — j a. Jah, need mõlemad ained ja rohkem midagi.

Õ — n e. Aga mispärast elawhõbe mitte seal ei ole juhtunud olema, kus elawhõbedaoksid oli?

Õ — j a. Sellepärast et elawhõbe meie lambi temperatuuri juures l e n d a w a k s saab, see on — ta muutub auruks. Seal, kus toruke külmem oli, tihenes ta uuesti wedelaks elawhõbedaks. Ma wôtan siia katseklaasisse natuke elawhõbedat ja soojendan teda. Waata, juba sünnib esimene naast tilkadest, ta saab ikka tihedamaks ja nüüd on ta juba päris peegli nägu. Ma kordan seda katset ennemalt saadud metalliga, Sa näed, meie saame sellesama tagajärje. Järgnewalt on see elawhõbe. Ainult ole ettewaatlik selle auruga, ta on mürgine.

Õ — n e. Seda ma juba küll omale ette ei kujutanud.

Õ — j a. Mispärast?

Õ — n e. Elawhõbe on ju metall ja metallid ei kee.

Õ — j a. Ei, kõik metallid on lendawad, aga suurema hulga kõige enam tuntud metallide keemisepunkt on nii kõrgel, et harilikkude abinõudega seda kätte saada wõimata on. Aga näituseks elektri-kaarlambi tules muutuwad kõik tuntud metallid auruks. Elawhõbe keeb juba kaunis hästi 350° C juures. — Aga lähme oma katse juurde tagasi. Sa nägid, et meie soojendamise läbi punase pulbri elawhõbedaks ja hapnikuks muutsime. Aga elawhõbedast ja hapnikust wõib jälle punast elawhõbedaoksidi saada. Järgnewalt on see protsess, nõnda ütelda, ü m b e r p ö ö r d a w.

Õ — n e. Oh, see on suurepäraline! Wõin ma seda ka näha?

Õ — j a. Kahjuks ei wõi ma sulle seda mitte näidata. Elawhõbedast ja hapnikust kujuneb elawhõbedaoksid, kui mõlemaid aineid temperatuuri juures, mis natukene üle 300° on, koos hoitakse. Aga see protsess läheb sedawõrt pikkamisi, et alles mitme nädala järel 2—3 grammi saada wõib. Sel wiisil saadud elawhõbedaoksidil on needsamad omadused, mis harilikul elawhõbedaoksidilgi.

Õ — n e. Aga kas seda wiimast mitte sel wiisil ei saada?

Õ — j a. Ei, teda saadakse koguni teisel teel, millest sa weel aru saada ei wõi.

Õ — n e. Tähendab, see on üks kõik, mil teel teda saadakse.

Õ — j a. Muidugi. See on väga tähtis ühine seadus: igal antud ainel on ikka ühed ja needsamad omadused, mil teel meie teda ka ei walmistaks.

Õ — n e. Seda ei oleks ma juba kuidagi aimata wõinud.

Õ — j a. Sa nägid seda juba ühe näituse waral. Hapnikul, mis elawhõbedaoksidist saadakse, on needsamad omadused, mis kloorhapust kaliumist saadud hapnikul.

Õ — n e. Jah, õige. Mul ei tulnud seda sugugi meelde, ma lugesin seda iseenesest arusaadawaks.

Õ — j a. Näed nüüd, kui midagi läbi ei mõelda, siis öeldakse „iseenesest arusaadaw“. Nüüd tähenda omale mõned uued nimetused üles. Et ühest homogen-ainest — elawhõbedaoksidist — kaks ainet — elawhõbe ja hapnik — kujuneda wõiwad ja ümberpöörduvalt, mõlemaist wiimastest uuesti üks homogen-aine — elawhõbedaoksid, sellepärast nimetatakse seda wiimast ühisuseks, ja neid kahte koosseiswateks ja gudeks. Järgnevalt on elawhõbedaoksid . . .

Õ — n e. Elawhõbedaoksid on elawhõbeda ja hapniku ühisus.

Õ — j a. Ning elawhõbe ja hapnik on elawhõbedaoksidi koosseiswad jaod. Nüüd asume väga tähtsa küsimuse juurde, ja nimelt kaalu wahekorra juurde keemialiste protsesside juures. Selles kinnises kolbes on hapnik, ja tema sees tükikene sütt traadi otsas rippumas. Ma panen kolbe kaaludekausi peale ja sean kaalud tasakaalu. Nüüd tahan ma sütt põlema panna, ilma et kolbet lahti teeksin.

Õ — n e. Kuidas sa seda teed?

Õ — j a. Seda wõin ma mitmet moodi teha. Kui läbi korgi weel üks traat panna ja teda esimesega hästi peenikse raudtraadiga ühendada, siis oleksin ma wiimast elektriwoolu läbilaskmisega kuumata wõinud, ja tema

oleks siis söe põlema süüdanud. Aga et meil praegu päike paistab, siis teen ma seda lihtsamalt: ma süütan söe põletamiseklaasiga põlema.

Õ — ne. Õige, seda wõib teha. Hurraa! juba süsi põleb!

Õ — ja. Aga waata, juba kustus ta ära, sest et kolbes enam hapnikku ei ole. Mis sa mõtled, kas kolbe sai raskemaks?

Õ — ne. Iseenesestki mõista.

Õ — ja. Jällegi ütlesid sa „iseenesest mõista“. Aga vaatame järele. Mis sa näed?

Õ — ne. Kaaludenäitaja kõigub mõlemale poole keskpunktist ühekaugusele. Nähtawasti ei ole kaal mitte muutunud. Ehk, wõib olla, on kaalu suurenemine nii pisukene, et teda tähele panna wõimata on?

Õ — ja. Ei, ka kõige karwapealsema kaalumise juures saame ikkagi niisama palju.

Õ — ne. Aga see ei ole ju mitte õige! Ma ometi õppisin ja ise nägin, et põlemisel kaal suureneb.

Õ — ja. Mille kaal?

Õ — ne. Ah, jah: põlemise saadus kaalub enam kui põlenud keha

Õ — ja. Noh, aga siin?

Õ — ne. Siin kaalub just niisama palju.

Õ — ja. See on waleotsus. Põlemise saadus kaalub ka siin põlenud kehast tõesti enam.

Õ — ne. Mispärast siis riista kaal ei muutunud?

Õ — ja. Selle juures kadus ju hapnik ära. Põlemise saadus kaalub just niipalju rohkem, kui palju äratarwitatud hapnik kaalus. Nii kaotawad siis kaalu juurdetulek ja kadu teineteist wastastikku ära.

Õ — ne. Aga see on ju suurepäraline.

Õ — ja. Jah, see on näitus ühest tähtsamatest seadusest, mis kõigi keemialiste ja ka fiisikaliste protsesside kohta käib. Seadus on järgmine: missugused muutumised antud ainete wahel ka sün-

niksiwad, aga nende üleüldine kaal jääb selle juures ikka muutumata.

Õ — ne. Aga üksikute ainete kaal muutub ju ometi?

Õ — ja. Muidugi. Aga mis üks aine kaotab, seda teine wõidab. Seaduse jõud käib ainult kõige kaalu summa kohta.

Õ — ne. Sa õpetasid mind sel juhusel omale järgmist küsimust mitte ette panema: mis pärast see nii on? waid: millest see oleneb? Kas selle üle on midagi teada?

Õ — ja. Tingimata. Sa ju tead, et igas antud kehas kaal ja masse üksteisele proportsionalsed on. Järgnewalt tuleb see seadus masse muutumatuses ehk alalhoidlusest.

Õ — ne. Mistarwis see seadus on?

Õ — ja. Ta annab wõimaluse kaalu wahekorda ka sel juhusel määrata, kui iga üksikut ainet wõimata on ehk mitte soowitaw ei ole kaaluda. Kui mina, näituseks, elawhõbedaoksiidi, mille ma katse tarwis wõtän, ära kaalun ja ka temast saadud elawhõbeda, siis tean ma juba, kui palju elawhõbedaoksidist sündiw hapnik kaalub. sest et ikka järgmise wõrdluse saama peame: elawhõbedaoksid = elawhõbe + hapnik, mille juures sõnade nimetused nende kaalu paljusi tähendawad.

Õ — ne. Kas hapnikul ka kaal on? Ta on ju gaas!

Õ — ja. Kas sa siis mõtled, et gaasidel ei olegi kaalu?

Õ — ne. Ma ei wõi seda omale mitte ette kujutada.

Õ — ja. Erikaal ehk kaalu ja wolumi wahekord on gaasidel wäga pisukene, mitu sada korda wähem, kui weel. Aga igatahes on gaasidel kaal olemas. Hariliku õhu liiter kaalub üle 1 grammi.

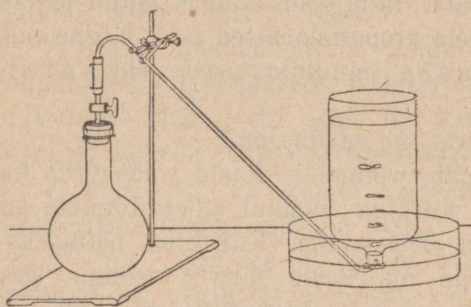
Õ — ne. Seda tahaksin ma küll näha saada.

Õ — ja. Seda wõin ma sulle kergesti näidata. Siin on mul kõwast klaasist kolbe. Ma panen ta korgiga, millel klaaskraan sees on, kinni. Et kork pealt ära ei hüppaks, selle tarwis seon ma ta traadiga ehk nõoriga kinni. Nüüd panen ma kõige selle riista kaalude wae-

kausi peale ja sean kaalud tasakaalu. Edasi hakkan ma kraani lahti tehes jalgrattapumbaga kolbesse õhku pum-pama. Mõne löögi järel panen ma kraani uuesti kinni. Kui ma nüüd kolbe jälle kaalude kausi peale panen, siis wõin ma selgesti näha, et tema kaal on suurenenud.

Õ — n e. Aga kas seda wõib näha, kui palju sa õhku juurde pumpasid?

Õ — j a. Muidugi. Ma kinnitan kraani külge gummi-toru abil gaasiärwiiwa torukese, mis hapniku saamise riistast wõetud on, ja panen kraani peale weega pudeli.



22.

Joon. 22.

Kui nüüd kraan lahti teha, siis tuleb pumbatud õhk kolbest wälja ja korjub pudeli sisse (joon. 22). Kui sa enne katset kolbe karwapealt ära kaalusid ja nüüd uuesti kaalusid, siis tuled sa otsusele, et kaalu kaotus wäljatunud õhu kaalu suu-

rune on. Aga kui pudeli peal wolumi-jagatud on, siis wõid sa ka õhu wolumi mõõta.

Õ — n e. Jah, ma saan aru.

Õ — j a. Peale tunni wõid sa mõne niisuguse mõõtmise teha. Sa saad leidma, et õhk umbes 800 korda weest kergem on. Aga nüüd lähme katsete juurde tagasi. Kas panid hapniku paljust tähle, mis ma kloorhapust kaliumist ja elawhõbedaoksidist sain?

Õ — n e. Jah, elawhõbedaoksidist saab nähtawasti palju vähem hapnikku.

Õ — j a. Nii, 1 gramm kloorhaput kaliumi annab palju enam hapnikku kui 1 gramm elawhõbedaoksidi. Aga kui ma katset igakord ühe grammi elawhõbedaoksidiga kordan, kui palju hapnikku ma siis saan?

Ô — n e. Igakord ühe ja sellsama paljuse.

Ô — j a. Aga kui ma kloorhapu kaliumi wôtan?

Ô — n e. Niisama palju.

Ô — j a. Järgnewalt mõtled sa, et ühe aine teiseks muutumine ikka määratud kaalu wahekorras sünnib?

Ô — n e. Ma ei tea, kas see täiesti nii on, aga mõtlen, et ta umbes nii on.

Ô — j a. Jah, see sünnib karwapealt nii. Siiski, sa oleksid seda juba ise arwata wõinud. Igal antud ainel on ju alati täiesti määratud omadused; tema wõime teiseks aineks teatud paljuses muutuda on ka üks tema omadustest; järgnewalt peab kaalu wahekord endise aine ja muutumise saaduse wahel täiesti määratud olema.

Ô — n e. Minul ei oleks julgust olnud niisugust otsust teha.

Ô — j a. Kuidas wõib niisuguse otsuse õiglust järele proowida?

Ô — n e. Katsega.

Ô — j a. Õige. Ja waata, mitmete aastasadade jooksul tehtud katsed tõendasiwad, et ainetel, mis muutmisest osa wõtawad — kõige wähemalt jämedal kujul — määratud wahekord on; 1 kilogrammist raswast ei wõi seepi mitte niipalju teha, kui tahetakse, waid umbes niisama palju j. n. e. Ainult natuke enam kui 100 aastat tagasi uuriti see küsimus karwapealt järele ja leiti, et siin täiesti määratud seadus olemas on.

Ô — n e. Kas see seadus kõigi ainete kohta käib?

Ô — j a. Kõigi puhtate ainete kohta, see tähendab, niisuguste kohta, mis mitte sulatiseid ja segude ei ole.

Ô — n e. See on imelik. Seadused, millega sa mind siia maani tutvustasid, on kõik lihtsad ja kergesti arusaadawad. Aga ma kardan, et ma neid mitte igal pool, kus tarwis, õieti tarwitama ei saa.

Ô — j a. See on täiesti loomulik. Seadus on riista sarnane; kui tema tarwitamises mitte harjumist ei ole,

siis toob ta wähe kasu, ehk ta küll meil on ja meil ka teada on, mistarwis ta on. Aga meie edaspidised läbirääkimised annawad sulle harjutamiseks tarwiliku wõimaluse.

### 13. Elemendid. (Algained.)

Õ — ja. Minewal korral tutwunesid sa kahe tähtsa seadusega, mis niisuguste ainete kaalu wahekorra kohta käisiwad, mille wahel keemialised protsessid sünniwad. Ühte neist nimetatakse kaalu alalhoidluse seaduseks. Korda seda!

Õ — ne. Kui antud ainete wahel keemialised protsessid sünniwad, siis ei muutu üleüldine kaal mitte.

Õ — ja. Mille kohta teine seadus käib?

Õ — ne. Tema puutub kaalu wahekorrasse keemialiste protsesside juures. Kui üks aine teiseks muutub, siis on neil määratud kaaluwahekord.

Õ — ja. Õige. Seda seadust nimetatakse muutamata wahekorra seaduseks.

Õ — ne. Millest need wahekorrad olenewad?

Õ — ja. Seda küsid sa hästi! Selle küsimuse peale wõin ma sulle wäga tähelepanemisewäärt wastuse anda. Aga selleks pean ma sulle ennem uue mõiste ära seletama, nimelt keemialise elemendi mõiste. Sa mäletad weel wõrdlust: elawhõbedaoksid = elawhõbe + hapnik. Missuguste suuruste juures on ta jõus.

Õ — ne. Kaalu juures.

Õ — ja. Kui sa soojendamise läbi elawhõbedaoksidi ära lahutad ja elawhõbeda kokku sead, kas wiimane siis elawhõbedaoksidist rohkem ehk vähem kaalub?

Õ — ne. Lase mind mõtelda. Ta peab vähem kaaluma.

Õ — ja. Mispärast?

Ô—ne. Sellepärast et ainult hapnikuga ühenduses elawhõbe niisama palju kaalub kui elawhõbedaoksid, ja hapnikul iseenesest on ka kaal.

Ô—ja. Õige. Kui nüüd järgnewalt elawhõbedat ehk hapnikku elawhõbedaoksidiks muuta, siis suureneb kaal nii ühel kui ka teisel juhusel: esimesel korral—tarwiliku hapniku paljuse kaalu wõrt, teisel korral—elawhõbeda kaalu wõrt.

Ô—ne. Sellest saan ma aru.

Ô—ja. Tuleta omale meelde, et meie hapnikku ja elawhõbedat elawhõdedaoksidi koosseiswateks jagudeks nimetasime ja wiimast nende ühisuseks.

Ô—ne. Jah.

Ô—ja. Sest juhusest järgneb, et koosseisaw jagu igast tema ühisusest vähem kaaluma peab.

Ô—ne. Sest et ühisuses igakord temale veel mõni teine aine juurde lisatakse.

Ô—ja. Täiesti õige. Nüüd wõid sa omale ette kujutada, et hapnikuga kõik wõimalikud keemialised katsed läbi tehtakse, sellesarnased, mis sa juba nägid; selle juures määratakse igakord uue aine kaal, mis hapniku tarwitusel sünnib. Mitte kordagi ei ole leitud, et uued sündiwad ained vähem kaaluksiwad kui hapnik. Kõik kaalusiwad rohkem.

Ô—ne. Tähendab, hapnik wõib ainult ühisusi sünnitada.

Ô—ja. Jah, ja hapniku koosseiswad jaod on koguni tundmata. Sarnaseid aineid nimetakse elementideks (ehk algaineteks). Nii siis, mis on element?

Ô—ne. Aine, mille muutumiste kõik saadused enam kaaluwad kui ta ise.

Ô—ja. Täiesti õige! Wõib ka veel ütelda, et element aine on, mille koosseiswad jaod tundmatad on. Aga see määrus ei ole mitte nii selge, sest et ennem ära seletama peab, mis koosseisaw jagu on.

Ô—ne. Ometi õppisin ma ju ennemalt, et element lahutamata aine on.

Ô — ja. See tähendab sedasama. Jagunemiseks nimetatakse mõne aine koosseiswateks jagudeks muutumist. Et selle juures ühest homogen-ainest mitu teist sünniwad, sellepärast nimetatakse seda protsessi jagunemiseks.

Ô — ne. Nüüd saan ma aru. Aga jaotamine tähendab ju selle eraldamist, mis juba olemas on, aga mitte muutumist.

Ô — ja. Ühendus on siin järgmine: kui määratud paljused elawhõbedat ja hapnikku elawhõbedaoksidiks muudetakse ehk ühendatakse, siis kaowad elawhõbe ja hapnik ära, aga neid wõib jälle igal ajal sellest ühisusest eraldada. Selle juures saadakse koosseiswaid jagusid just sellesamas paljuses, kui ennemalt ühisuse sünnitamiseks wõeti. Järgnewalt wõib seda enesele nii ette kujutada, et koosseiswad jaod weel tõega ühisuses olemas oliwad, aga selle läbi peitunud oliwad, et nad üksteisega ühinesiwad. Sellest on siis ka kõnekäänud lahutama ja ühendama tulnud.

Ô — ne. Noh, aga mis käib siis tõelikkusega enam kokku? Kas koosseiswad jaod on weel ühisuses olemas wõi mitte?

Ô — ja. Sa oled küsimuse järele mõtlemata ette pannud. Ühisus ei ole mitte mõni kott ehk kast, et „temas“ midagi olla wõib. Kui sa selle all niisuguseid koosseiswaid jagusid mõtled, mis ühisusest kohaste abinõude abil igal ajal eraldatud wõiwad saada, siis on nad seal olemas. Kui sa aga arwad, et nad ühisuses kõigi oma omadustega milgi wiisil peitunewad, siis on see selgusetu ja wale. — Nii saad sina siis minu sõnade tähendusest aru, kui ma ütlen: hapnik on element.

Ô — ne. Kas elementisid weel olemas on?

Ô — ja. Jah, elawhõbe on ka üks elementidest. Ka weewel, raud ja tina, seatina ja wask — kõik on elementid. Ülepea on umbes 75 mitmesugust elementi olemas. Siin on elementide tabel. Waatle teda, ja sa leiad weel mõne tuttawa elemendi. Aga suurem hulk on sulle tund-

mata. Mitmed tulewad wäga harwa ette, see tähendab, et harwa niisuguseid aineid leitakse, millest neid saada wõib.

Aluminium Al.	Hõbe Ag.	Neon Ne.	Tantal Ta.
Antimon Sb.	(Argentum)	Nikkel Ni.	Tellur Te.
(Stibium)	Indium In.	Niobium Nb.	Terbium Tb.
Argon A.	Iridium Ir.	Osmium Os.	Tina Sn.
Arsen As.	Jood J.	Palladium Pd.	(Stannum)
Barium Ba.	Kadmium Cd.	Platin Pt.	Torium Th.
Berillium Be.	Kalций Ca.	Praseodym Pr.	Tulium Tu.
Boor B.	Kalium K.	Radium Rd.	Titan Ti.
Broom Br.	Kloor Cl.	Raud Fe.	Tsink Zn.
Cäsium C.	Kobalt Co.	(Ferrum)	Uran U.
Cerium Ce.	Kripton Kr.	Rhodium Rh.	Wask Cu (Cup-
Elawhõbe Hg.	Kroom Cr	Rubidium Rb.	rum.)
(Hydrargyrum)	Kuld Au.	Rutenium Ru.	Wanadin Vd.
Erbium Er.	(Aurum)	Samarium Sa	Weewel S.
Fluur F.	Lantan La	Seatina Pb.	(Sulfur)
Fosfor P.	Litium Li.	(Plumbum)	Wesinik H.
(Phosphor)	Lämmastik N.	Skandium Sc	(Hydrogenium)
Gadolinium Gd.	(Nitrogenium)	Selen Se.	Wismut Bi.
Gallium Ga.	Magnesium Mg.	Silicium Si.	Wolfram W.
Germanium Ge.	Mangan Mn.	Strontium Sr.	Xenon X.
Hapnik O.	Molybdän Mo.	Süsinik C.	Itterbium Ib.
(Oxygenium)	Natrium Na.	(Carboneum)	Ittrium I.
Helium He.	Neodym Nd.	Tallium Tl.	Zirkonium Zr.

Õ — ne. Aga kas haruldasi elementisid teistest ainetest walmistada ei wõi, mis sagedamini ette tulewad?

Õ — ja. Ei, see ei ole kuidagi wõimalik. Antud ühisus wõib ainult määratud aineteks lahutatud saada, see on, igast ainet wõib ainult teatud elementisid saada, ja mis meie ka selle juures ei teeks, ikkagi saame meie ühed ja nõedsamad elemendid ühes ja sessamas wahekorras. Aga et kunstlisel teel neid aineid saada, peame meie jällegi ühed ja needsamad elemendid ühes ja sessamas wahekorras wõtma, ehk wõime jälle niisuguseid ühisusi tarwitada, millest neid eraldada wõib ehk milles nad „olemas on“.

Ô — ne. Kas see ka looduseseadus on?

Ô — ja. Jah. See on elementide alalhoidluse seadus.

Ô — n e. Ole nii hea, seleta mulle seda veel natuke.

Ô — ja. Sa tead ju, et ennemalt keemikused oliwad, kes kõik oma elu püüdmistes tinast ehk mõnest teisest lihtsast metallist hõbedat ja kulda valmistada mööda saat-siwad; aga kõigist nende püüdmistest ei tulnud midagi wälja. Niisuguseid keemikusi nimetati alkeemikusteks. Kõik alkeemia põhjened usu peal, et ühte metalli wõimalik on teiseks muuta, näit. seatina kullaks. Et see wõimata, seda ei wõidud ennem teada. Mitmed aastasajad kesiwad püüdmised, millel mingit tagajärge ei olnud, näitasiwad selle wõimatust kulla ja hõbeda juures, pärast leiti sedasama ka teiste elementide tarwis\*).

Ô — n e. Tähendab, alkeemikuste püüdmised teis-test metallidest kulda saada ei olnudki lõpuks juba nii mõtteta ja kasuta?

Ô — ja. Ei seda ega teist. Nad ei olnud mõtteta sellepärast, et ette teada ei olnud, et sest midagi wälja ei tule. Alkeemikused ainult ei töötanud mitte teaduslikult, see on mitte otstarbekohaselt, sellepärast et nad juhusekaupa töötasiwad. Ja lõpulik tagajärg, mis jäädawalt kindlaks sai, et üksikud elemendid üksteiseks muutuda ei wõi ja et määratud ainete ühisustest teiste ainete ühisusi saada ei wõi, — see tagajärg oli tähtsaks teadusliseks leiduseks, mis keemia ülesannet wäga palju kergendas

Ô — n e. Sellest ei sa mina mitte aru.

Ô — ja. Kujuta enesele ette, et meie igale elemen-dile määratud märgi anname. Sel juhusel wõime meie iga ühisust, kui meie tema elementide märkisid ühendame,

---

\*) T. märkus. Wiimaste aastate leidused tõendawad, et üks element ka teiseks muutuda wõib. Suurema jao elementide juures sünnib see ümbermuutumine wäga pikkamisi (aastatuhanded). Sellepärast oli seda wäga raske märgata.

ära tähendada. Sellesarnaselt, kui sa sõna „tool“ ainult tähtedest t, o, o, l kokku panna ja teda ainult nende peale lahutada wõid ja ümberpöörduvalt, ei saa sa nende tähtede abil kuidagi wiisi sõna „mees“ kokku seada, niisamuti seisawad ka ühisused elementide wastu. Elementide tabelis seisab iga elemendi nimetuse wastu niisugune märk, mis suuremalt jaolt elementide laidnakeelse nimetuse esimesest tähest wõetud on ja mõnikord ka weel teisest. Iga ainet, mis maa peal ette tuleb, wõib mõne sarnase märgi ühendamise abil kujutada, ja igal ainel on oma tähtede kombinatsioon, sest kui palju ilmas aineid ka ei oleks, igaühte neist wõib ikka nende elementide peale lahutada, millest ta koos seisab.

Ô — ne. Nagu ma näen, on siin jälle üks neist seadustest, mis oluliselt wäga lihtsad on, aga millega weel harjuma peab.

Ô — ja. Temaga harjud sa kaunis ruttu ära. Aga seniks läheme oma elementide tabeli juurde ja waatame, kui suur on sinu igapäewase elu keemia tundmine. Hapnikuga said sa juba tuttawaks: see on wärwita gaas. Wesinik on ka wärwita gaas, aga põletataw.

Ô — ne. Mispärast teda wesinikuks nimetatakse?

Ô — ja. Sellepärast et teda weest saadakse.

Ô — ne. Tähendab, wesi ei ole mitte element?

Ô — ja. Ei. Teda ei ole ka mitte tabelis. Wesi on wesiniku ja hapniku ühisus. Lämmastikuga oled sa ka juba natuke tuttaw. See on teine koosseisaw jagu segust, mis hariliku õhu all tuttaw on: lämmastik on wärwita gaas, millel haisu ei ole

Ô — ne. Jah, sellepärast et õhk niisugune on.

Ô — ja. Ôige. Edasi tuleb süsinik. See ei ole enam gaas, waid kindel keha. Harilik puusüsi on süsinik, aga mitte puhas. Need neli elementi tulewad kõigis elusates olewustes ette, nii taimedes kui ka loomades, ja sünnitawad sellepärast iseäralise grupe. Kõige pealt sel põhjusel nimetasin ma neid sulle kõige ennem. Aga peale selle on nad teiste elementide nelja mitmesuguse grupe tüüpsed.

Ô — n e. Mis see tähendab?

Ô — j a. Elementide keskel on mõned, mille omadused hapniku omade sarnased on, kuna teised jälle wesi-  
nikku, kolmandad lämmastikku ja lõpuks weel teised  
süsinikku meelde tuletawad.

Ô — n e. Sarnased?

Ô — j a. Jah, neil on jaolt sarnased keemialised  
omadused, kui nad wabas olekus on, nõndanimetatud  
w a b a d e elementidena. Omaduste järele on ka ühis-  
sed, mis nad ühe ehk teise elemendiga sünnitawad, sar-  
nased.

Ô — n e. Minule paistab, et see alus jagamiseks  
wäga määramata on.

Ô — j a. Nii ta ka on. Aga kõigi ühisuste oma-  
duste kogus, mis ühest elemendist saada wõib, on nii-  
palju sarnaseid ja ka eralisi joonesid, et keemikusele, kes  
nende saamise tingimisi tunneb, walik mitte raske ei ole.  
Aga et tingused sinule tundmata on, siis pead sa selle  
jagatuse, mis mina sulle toon, wastu wõtma.

Ô — n e. Aga minule paistab, et see sugugi teadus-  
lik ei ole, kui ma usu peale seda wastu wõtän, mis ma  
ise järele katsuda ei wõi.

Ô — j a. Edaspidi, kui sa juba küllalt keemiaga tut-  
tawaks saad, siis saad sa seda mõistma järele katsuda.  
Peale selle ei saa ma seda jagatust mitte mõne teadusliku  
otsuse tegemiseks tarwitama; ta wõib sulle ainult abiks  
olla, et sa kergemini neid faktisid omandada wõiksid.  
Niisugust omawolilist wiisi wõib ka teadus oma arwamise  
järele tarwitada.

Ô — n e. Jah, sellest saan ma aru.

Ô — j a. Nüüd pea omal järgmine tabel meeles:

* Wesinik.	* Hapnik.	* Lämmastik.	* Süsinik.
* Kloor.	* Weewel.	* Fosfor.	* Silicium.
* Broom.	Selen.	* Arsen.	Titan.
* Jood.	Tellur.	Antimon.	

Elementidega, mis tähekestega ära on märgitud, tutwus-  
tame endid pärastpoole lähemalt.

Õ — ne. Mispärast ainult nendega?

Õ — ja. Teised tulewad looduses kas väga harwa ette ehk on nende ühisused väga wähese tähtsusega ja tarwitatakse neid ka harwa. Et meie seda kõike mitte ära õppida ei jõua, mis siiamani keemias uuritud on, siis peame meie sellest kõigest materjalist midagi välja walima. Selle walimise juures pean ma seda silmas, et sa kõige vähemalt nende ainetega, mis iseäranis sagedasti ette tulewad ehk suurt tarwitamist leiawad, tuttawaks saaksid.

Õ — ne. Tähendab, ma saan ainult keemia wäikese jaoga tuttawaks?

Õ — ja. Waewalt wõib niisugust inimest leida, kes kõiki neid faktisid teab, mis keemia siiamani on läbi wõtnud. Ma püüan sind keemia niisuguste osadega tutwustada, et sa omale selle teaduse tähtsamatest küsimustest pildi saada wõiksid. Pärastpoole wõid sa omale iseäralise osa walida ja teda nii täielikult ära õppida, kui sa aga iganes tahad ehk jõuad. Nüüd hakame waitud elementide üle kõnelema. Ma juba ütlesin sulle kord, et wesinik põletataw wärwita gaas on; aga tema leek on väga kahwatu ja annab väga wähe walgust. Ta on kõigist gaasidest kergem, ja teda tarwitatakse sellepärast õhupallide täitmiseks.

Õ — ne. Aga kas wäikestes punastes gummist pallides, millega lapsed mängiwad, ka wesinik on?

Õ — ja. Jah, ja kui niisugune wärskelt täidetud kera põlema süüdata, siis põleb tema wesinik paukudes ära.

Õ — ne. Seda teen ma järgmisel korral!

Õ — ja. Ainult hoia siis nägu eemal, et sa teda mitte ära ei põletaks, sest et leek kuum on ja ta mõnikord väga suure paukumisega põleb. Kloor on roheline gaas väga halwa lämmastawa haisuga. See hais on sulle, wõib olla, juba tuttaw, sest et mädanewaid, halwaste haisewaid aineid walge pulbriga kaetakse, mis kloorlubja nime all tuttaw on. Wiimasel on tugewasti lahjendatud kolori hais.

Õ — ne. Jah, ma mäletan, meie kojamees wiskab seda pulbrit mõnikord uulitsanurgale. Mispärast ta seda teeb?

Õ — ja. Kloor rikub halvaste haisewad ained ära ja tapab väikeste kahjulikkude olewuste — seenekeste ehk bakteriate — idud ära. Broom on hariliku temperatuuri juures punakas-pruun wedelik, mis kollakas-punast auru annab ja mis oma haisu järele kloori wäga meelde tuletab.

Õ — ne. Ahaa, see on just see sarnadus, millest sa ülemal rääkisid.

Õ — ja. Jah. Joodil on ka sarnane hais, aga hariliku temperatuuri juures on ta mustja läikega kindel keha, mis lillakarwa auru annab.

Õ — ne. Ma mäletan, mul määriti ükskord kaela joodi wedelikuga. Kas sellel elemendil joodiga ka midagi ühist on?

Õ — ja. Jah, see on joodi sulatis wiinapiirituses. Esimese grupe wõtsime meie juba läbi. Teisest on sulle juba hapnik tuttaw. Arwatawasti tunned sa ka weewelit hästi?

Õ — ne. Ta on kollakas aine.

Õ — ja. Weewel on kollast wärwi kindel keha, mis sinise leegiga põleb.

Õ — ne. Ja annab selle juures wäga halba haisu. Mispärast suurem hulk keemialisi aineid nii halvasti haiseb?

Õ — ja. Suurem hulk lehkawaid aineid awaldab äritawat mõju nina ilanaha peale. Kui nad halba haisu ei oleks andnud, siis oleksime meie järjest oma nina ilanahka äritada lasknud ega oleks seda mõju sugugi tähele pannud. Keemialised tööd oleksiwad siis palju kardetawamad olnud kui nüüd.

Õ — ne. See on hea. Aga kas kõik mürgised ained lehkawad?

Õ — ja. Esiteks pean sulle tähendama, et ülepea hais ainult neil ainetel on, mis gaasiks ehk auruks muutuda wõiwad, sest et nad muidu kuidagi ninasse juhtuda

ei wõi. Õnneks on suuremal hulgal mürgistest ainetest, iseäranis sööjatel ainetel, tõesti halb hais. Siiski ei ole mõnel mürgilisel gaasil ehk aurul mingit haisu, ehk ta on väga nõrk. Need ained on iseäranis kardetavad. Edaspidi tutvustame endid niisuguse gaasiga.

Õ — ne. Ma saan ettevaatlik olema.

Õ — ja. Nüüd lähme lämmastiku grupe juurde. See gaas ise on sulle juba natuke tuttav. Nime peale vaatamata ei ole see gaas mitte mürgine, sest et meie teda ühes hapnikuga alati sisse hingame. Teda nimetakse sellepärast nii, et puhtas lämmastikus, kus hapnikku mitte sees ei ole, loomad ära lämbuvad, sest et nende elamiseks hapnikku hädasti vaja on. Fosforit tunnend sa ka natuke?

Õ — ne. Jah, ta on fosforitikkudes.

Õ — ja. Õige. Siit wõid sa ühte tema omadustest teada saada. Ta lööb väga kergesti põlema. Selleks on sest soojusest juba küllalt, mis õerumise läbi saadakse. Tema selle omaduse peale ongi tema tarvitamine tikkude juures põhjendatud.

Õ — ne. Hiljuti nägin ma, et fosforitikkude pead pimeduses hiilgasiwad; see oli nõrk rohekas walgus. Teenija ütles mulle, et see walgus sellest tuleb, et tikud niiskeks on läinud. Kuidas on see wõimalik?

Õ — ja. Õhu kätte pandud fosfor põleb pikkamisi ära, mille juures ta seda walgust annab, mis sa nägid. Et see väikene paljus fosfori, mis tiku peas on, iseene-sest ära ei põleks, segatakse fosfor gummiarabicumiga ehk liimiga, mis ära kuiwab ja koorukese sünnitab, mis hapniku ligipääsemist takistab. Niiskuses sulab see kooruke ära, ja fosfor puutub siis õhuga kokku.

Õ — ne. Jah, aga kui ma toas ise mõne tiku märjaks tegin, siis ei hiilganud nemad mitte.

Õ — ja. Need oliwad wist Rootsi tikud, mille peakeses fosforit sugugi ei ole.

Õ — ne. Aga kuidas fosfor wälja näeb?

Õ — ja. Peaaegu niisama kui waha. Fosforit hoitakse wee sees, sest et ta õhus, nagu ma sulle juba ütlesin, pikkamisi ära põleb. Et ta väga mürgine on, siis on parem, kui ma teda su kätte ei annagi.

Õ — ne. Kuidas teda walmistatakse?

Õ — ja. Sa wist arwad, et sa teda ilma minu loata ise walmistada wõid! Ei, see ei ole mitte nii lihtne. Fosfor on luude sees ja teda saadakse sealt väga pikal teel.

Õ — ne. Kuidas wõib ta üks jagu luust olla, kui ta nii mürgine on?

Õ — ja. Fosfor on waba elemendi näol mürgine, aga tema ühisused ei ole seda mitte. Siin on sul üks näitus sellest, kui mitmesugused elementide eneste ja nende ühisuste omadused on. — Nüüd lähme wiimase grupe juurde. Peale süsiniku, millest sa juba natuke tead, pead sa ennast weel räni ehk siliciumiga tutwustama.

Õ — ne. Kas räni seesama on, millest tulekiwid koos seisawad?

Õ — ja. Mitte täiesti. Tulekiwi on räni ja hapniku ühisus. Seda ainet nimetatakse harilikult s õ m e r a k s. Temast on ka sõmermuld, konnakiwi, mäekristall ja tulekiwi koos. Peale selle on peaaegu kõigis mäe ärtsides siliciumhappe ühisused, nii et see element maa kooses kõige enam laiali laotatud on. Sellega lõpetame oma tänase kõnelemise. Ma ütlen weel ainult, et kõik siinamaani läbiwaadatud elemendid ühe ühise e b a m e t a l l i d e \*) grupe loowad. Nemad on üks peosa elementidest; teine seisab mettallidest koos.

Õ — ne. Mulle paistab, et ma tänasest tunnist väga palju sain.

Õ — ja. See oli ainult üks jalutuskäik meie tulewase töö piirkonda. Eeskujulik õppimine tuleb pärast.

---

\*) Ehk metalloidide, nagu neid keemias weel nimetatakse.  
Tõlkija tähend.

## 14. Kerged metallid.

Õ — n e. Kui palju mitmesuguseid metallisid õieti on?

Õ — ja. Nende arw on 60-ne ümber. Et mõned metallid weel täiesti tuttawad ei ole, sellepärast on nende arw natuke määramata.

Õ — n e. Aga kuidas selles suures arwus aru peale tulla?

Õ — ja. Just niisamuti, kui wõrdlemata suuremas loomade ja taimede arwus aru peale tuldakse; neid jagatakse grupedeks, enam sarnaseid üheks ühiseks grupeks ühendades.

Õ — n e. Loomasid ja taimeid jaotatakse grupedeks nende wälimise näo ja organide ehituse järele; metallide juures on see wõimata.

Õ ja. See ei ole mitte täiesti õige. Kristallide kujudel, mida itmesugused elemendid kindlas olekus loowad, on midagi sarnast taimede ja loomade kujudega. Aga metallidel on teised omadused, mis neil üksteisest wäga lahku lähewad, kuna organistel olewustel nad õige sarnased on. Need on nende keemialised omadused ehk nende wõime teiste ainetega ühisusi sünnitada. Peale selle lähewad ka nende füüsilised omadused wäga lahku, nagu: läige, wärw, erikaal, kõwadus ja teised.

Õ — n e. Et elementide jaotusest aru saada ja seda omandada, pean ma siis kõigi nende elementide omadusi, millega ma end tutwustada tahan, juba ennem tundma?

Õ — ja. Neid omadusi peab ainult see tundma, kes jaotusi üles leiab ehk kokku seab. Sulle on sellest küllalt, kui sa tead, et neil elementidel, mis ma üheks grupeks ühendan, nende omaduste teatud sarnadus olemas on.

Õ — n e. Jah, see on õige. Aga missugused omadused on jaotuse aluseks?

Õ — ja. Wäga mitmesugused. Tuli wälja, et gruped, mis mõne ühe määratud omaduse põhjal kokku seati, suuremalt jaolt nendega ühte lähewad, mis

teiste omaduste põhjal kokku seati. Nii on siis praegu wastuwõetud jaotus terwe rea niisuguste aluste tagajärg. Pärastpoole loen ma ja seletan sulle need igas grupes olewad sarnased omadused ära.

Õ — n. e. Nii. Järgnewalt walitseb siin täielik kord?

Õ — j. a. Peaaegu selsamal mõõdul, kui loomade ja taimede wallaski. Ka seal tulewad üksikutes punktides kahtlemised ette, sest et wahed wäga wäikesed on ehk sellepärast et mitmesugused jaotuse alused kôrwalekalduwaid näiteid annawad.

Õ — n. e. Aga seda ei wõi ju mitte lubada, et niisuguste tähtsase küsimuste juures, kui elementide omadused, weel wastolud ette tulewad.

Õ — j. a. See ei ole mitte omaduste wastolu, waid jaotuse konarlus, mille meie mõnel määral kaunis wabatahtlikult kokku seadsime.

Õ — n. e. Aga mispärast siis mitte sedasama lihtsat korda sisse seatud ei ole, nagu arwude juures ja geomeetrias olemas on?

Õ — j. a. Juba sellepärast üksinda, et meie teadmised elementide omaduste üle sugugi täielikud ei ole. Nii teeme meie näituseks kõik oma katsed niisuguste temperatuuride juures, mis toa temperaturile õige lähedal on, ja hariliku õhusurwe all. Meie ettekujutus elementide omadustest saaks koguni teistsugune olema, kui meie neid kõigi wõimalikkude surwete ja temperatuuride juures waadelda wõiksim.

Õ — n. e. Tähendab jaotuse arenematus tuleb ainult meie teadmiste arenematusest?

Õ — j. a. See on wäga wõimalik, sest et siia maani elu ikka on näidanud, et iga teaduseharu meile seda selgemaks ja arusaadavamaks saab, mida karwapealsemad ja täielikumad meie teadmised on. — Nüüd lähme oma asja juurde. Kõige pealt jagatakse metallid kerge- teks metallideks ja rasketeks metallideks.

Õ — n. e. Mis tähendab — kerged metallid? Kõigil ainetel on ju kaal, järgnewalt on nemad rasked?

Õ — ja. Täiesti õige. Kergeteks nimetatakse neid metallisid, mille erikaal neljakordsest wee omast vähem on.

Õ — ne Mispärast piir just nelja peale kindlaks on tehtud?

Õ — ja. Sellepärast et nende omadused niisugused on, et just selle piiri peal nende kõige suuremad wahed ilmsiks tulewad. — Kerged metallid jagunewad kolmeks grupeks; lehelised, muldlehelised ja muldmetallid. Tähtsamad metallid neist grupedest on järgmised:

alkalimetallid	muldalkalimetallid	muldmetallid
natrium	magnesium	aluminium
kalium	kalcium	

Õ — ne. Nii wähe?

Õ — ja. See ei ole ammugi mitte kõik. Aga teisi ei nimeta ma sulle mitte, sest et nad nii harwa ette tulewad ja neid elus nii wähe tarwitatakse, et sul neid seniks teada tarwis ei olegi.

Õ — ne. See tundud ilus walge metall ongi see aluminium, mis sa nimetasid?

Õ — ja. Jah. Kui sa selle metalli tükki käes oled hoidnud, siis ei ole sul mitte raske meelde tuletada, et ta wäga kerge on. Ja tõesti on ta kõigest 2,7 korda weest raskem.

Õ — ne. Jah, aluminium on tõesti kerge metall. Aga kas see tõsi on, et teda mullast walmistatakse?

Õ — ja. Osalt küll. Aga muld ei ole mitte määratud keemialine aine, waid on kõiksuguste kiwitõugude ja nende wäljaauramise saaduste juhusline segu. Siiski tuleb aluminium peaaegu kõigis kiwides ja muldades hapnikuühisuse kujul ette. Kõiksugustes sawisortides on aluminiumi olemas.

Õ — ne. Ahaa, sellepärast nimetataksegi aluminiumi muldmetalliks. Aga kui ta nii sagedasti ette tuleb, mispärast ta siis nii kallis on?

Õ — ja. Ei wõi ütelda, et ta iseäranis kallis oleks; üks kilogramm maksab waewalt 4 marka (umbes 2 rubla). Et ta neist ainetest, millest teda saadakse, palju kallim

on, oleneb sellest, et aluminiumi eraldamiseks tema ühisustest väga palju tööd ära peab raiskama. Selleks hakati alles wõrdlemata hiljuti elektriwoolu tarwitama. Hinna wahe aluminiumi ja tema ühisuste wahel näitab järgenevalt seda, et aluminium rohkem tööd ehk energiat sisaldab kui tema üksisused. Aga tööd, nagu sa tead, ei saa kusagilt muidu.

Õ — n e. Aga kas seda tööd aluminiumist tagasi saada wõib?

Õ — j a. Muidugi. Siin on mul segu aluminiumist ja ühest rauaühisusest — rauaoksiidist, mida sa juba tunnend. Kui ma selle segu põlema panen, siis sünnib kole palawus, segu kuumeneb walgeks, raud eraneb metallina ja kuuma kogu wõib mitmesuguste tööde juures tarwitada, nagu tagumise ja walamise juures.

Õ — n e. See on kena katse; kuidas walmistatakse seda segu?

Õ — j a. Aluminiumipulbrit ja rauaoksidi segatakse wahekorras 1:3. Mõlemad ained peawad ennemalt kõrge temperatuuri juures ära kuiwatatama. Segu pandakse põlema magnesiumi- (magnesiumiga saad sa warsti tuttawaks) lindi sissepistmisega põlema; magnesiumilinti wõib tikuga põlema süüdata. Segu hoitakse harilikus portselanist uhmris ehk awauses, mida sa kuiwasse telliskiwisse teha wõid.

Õ — n e. Mis sünnib õieti selle juures?

Õ — j a. Rauaoksiid on, nagu sa tead, raua ühisus hapnikuga. Kui aluminium kõrge temperatuuri juures selle ühisusega kokku puutub, siis ühineb ta hapnikuga, ja raud lahkub wälja. Et hapniku ja aluminiumi ühinemisel tööd palju enam wabaks saab, kui teda raua ja hapniku lahutamiseks tarwis läheb, siis jääb teda väga palju üle, mis ka soojuse näol nähtawale tuleb.

Õ — n e. Aga kas töö ja soojus siis üks ja seesama on?

Õ — j a. Jah, niipalju küll, kui neid üksteiseks muuta wõib. Et töö soojuseks muutub, seda wõid sa juba sellest näha, et õerumise abil soojust saada wõib.

Õ — n e. Jah, nüüd tean ma seda Aurumasiinas saadakse ka tööd soojusest.

Õ — j a. Ôige. Aga nüüd peame meie uuesti oma kergeste metallide uurde tagasi minema. Muldalkalime-tallidest on sulle wististi juba magnesiumi tuttaw?

Õ — n e. Kas see seesama metall on, mis nii hele-dasti põleb?

Õ — j a. Jah, magnesium on walge, kerge metall, mida wäga kerge on põlema süüdata ja mis wäga heleda leegiga põleb. Sellepärast tarwitatakse teda siis, kui hele-dat walgust tarwis on ja elektriwoolu käepärast ei ole. Selle tarwis antakse magnesiumile suuremalt jaolt kitsa riba ehk lindi kuju. Siin on mul tükike niisugust linti sel kujul, mil teda kauplustest osta wõib. Ma süü-tan ta põlema, ja sa näed, missuguse läikega ta ära põleb.

Õ — n e. Aga mis need walge tuhk ja walge suits, mis selle juures sünniwad, on?

Õ — j a. Seda pead sa isegi teadma. Mis on põlemine?

Õ — n e. Hapnikuga ühinemine. Järgnewalt, on walge aine m a g n e s i u m i o k s i d.

Õ — j a. Jah. Tugew walgus näitab seda, et sellel magnesiumi hapnikuga ühinemisel wäga palju tööd waba-neb, mis walguse ja soojuse kujul nähtawale tuleb.

Õ — n e. Kas walgus ka töö iseäraline tõug on?

Õ — j a. Jah. Sa tead ju, et taimed walguse käes kaswawad ja oma kogu suurendawad, selle juures puu-ainet, lehti jne. sünnitades. Puud wõid sa ära põletada ja selle juures soojust saada, — tõendus, et temas töö sisal-neb. See töö sündis päikse walgusest, sest et taimede kaswamine ainult walguse juures wõimalik on.

Õ — n e. Aga kust leitakse magnesiumi?

Õ — j a. Teda saadakse nagu alumiiniumigi tema ühi-susest elektriwoolu abil. Looduses leitakse magnesiumi ühisusi, kõige enam hapnikuga, wäga palju. Dolomit, mis suuri mägesid sünnitab, on magnesiumi ühisuste poolest wäga rikas, mis ka peaaegu igas mäetõus ette tulewad.

Ô — ne. Aga mis on magnesia, mida kui rohtu tarwitatakse? Kas temal on midagi ühist metalli magnesiumumiga?

Ô ja. Jah, see on magnesiumioksiid — seesama aine, mis metalli põlemise juures sünnib. Arstiteaduses tarwitataw kibesool on ka magnesiumiühisus. Kõigi nende ainetega tutwuned sa pärastpoole lähemalt.

Ô — ne. Ma kuulaksin heameelega weel midagi magnesiumumist; tema ühisuste arw on ju nii mitmekülgne!

Ô — ja. Sedasama leiad sa ka teiste elementide juures. Kalcium näituseks on metallina wähe tuntud, sest et tema eraldamiseks tema ühisustest weel enam tööd raiskama peab kui magnesiumi juures, ja ära põlema on ta weel kärmem kui wiimane.

Ô — ne. Miks siis mina temaga just praegu tuttwaks saama pean?

Ô — ja. Sest et tema ühisused wäga laiali on lagunenud; teda loetakse maa koore sees kõige sagedamini ettetulewate elementide sekka. Lubjakiwi (paekiwi), millest suured mäed ja terwed maad on, on ka üks niisugune ühisus; needsamad ühisused, ainult näo järele natuke teistsugused, on ka kriit ja marmor.

Ô — ne. Aga kriit, marmor ja lubjakiwi lähewad ju ükssteisest nii wäga lahku!

Ô — ja. Jah, ainult wälimise näo järele. Aga kui ma nüüd neist kolmest ainest igaühe küljest tükikese wõtan ja neile soolahapet peale walan, siis awaldawad nad kõik ühesuguseid omadusi: nad wahutawad ja lahutawad ühte gaasi. Ja sündiwad sulatised annawad kõik ühesuguse walge pära, kui neile nõrka weewlihapet juurde walada. On weel terwe rida teisi reaktisionisid, mis kõige kolme minerali juures ühtemoodi on. Nende wälimise näo lahkuminek tuleb sellest, et kriit wõrdlemata pisematest jaokestest koos on kui kaks teist ja et lubjakiwil mõned kõrwalised segud seas on, mille tõttu tema hall wälja näeb. Aga ka marmoris tulewad kaunis tihti kõrwalised segud ette, mille tõttu tema kord punane ja mõnikord

koguni must on. Järgnewalt lähewad need kolm ainet ainult fiisikalises wahekorras lahku, keemialiselt on nad täiesti ühesugused.

Ô — n. e. Kas weel teisi kalciumiühisusi olemas on?

Ô — ja Lagemata palju. Lubjakiwist saadakse tugewa soojendamise läbi kustutamata lupja, kui wiimasele wett peale walada, siis soojeneb ta, läheb kohewaks ja sünnitab weega segatult pudru. Wiimast tarwitatakse liiwaga segatult ehituste juures laialt. Gips ja tsement on ka kalciumiühisused.

Ô — n. e. Nende üle kuulaksin ma heameelega ka midagi.

Ô — ja. Ka siin tuleb sul oodata Muidu ei jõua meie oma tabelit läbi wõtta. Nüüd jäi meil weel esimene grupe — alkalimetallide grupe — järele. Waata, siin selles klaasis on mul natrium.

Ô — n. e. Ta näeb nagu hõbe wälja. Miks klaas kinni on sulatatud?

Ô — ja. Sest et natrium juba hariliku temperatuuri juures õhu hapnikuga ühineb. Et õhk klaasist läbi ei lähe, siis jääb metall klaasi sees muutumata ja hoiab oma walge karwa ja hõbedase läike alal. Waata, need hallid tükid on ka naturium.

Ô — n. e. Aga neil on ju koguni teine nägu!

Ô — ja. Ainult pinnal, kus tema ühisus hapnikuga juba sündis. Kui ma noaga pealmise korra ära kaabin, siis saad sa läkiwat metalli uuesti näha

Ô — n. e. Aga ta läheb kohe jälle halliks!

Ô — ja. Jah, ta ühineb õhu hapnikuga.

Ô — n. e. Mis wedelik see on, kus need tükikesed seisawad?

Ô — ja. See on harilik petroleum. Ma ütlesin sulle juba ennemalt, et ta wesinikust ja süsinikust koos seisab, hapnikku ei ole temas aga sugugi. Sellepärast wõib temas aatriumi pidada ja teda hapnikuga ühinemise eest ära hoida.

Ô — n. e. Aga kas natrium teistest ühisustest hapnikku ära wõtta wõib?

Ô — ja. Muidugi. Ma wiskan natriumi tükikese wette. Ta soojeneb, sulab ära, kerake hüppab wee peal ja wäheneb ikka enam ja enam. Hoiä nüüd eest, kohe järgneb wäike plahwatus. Nii, kõik on lõpetatud, ja natrium on kõik ära kadunud.

Ô — ne. Kuhu ta siis jäi?

Ô — ja. Ta wõttis weelt hapniku ära ja muutus oksidiks, mis wee sees ära sulas.

Ô — ne. Kas see oksid looduses ka ette tuleb?

Ô — ja. Ei, teda on tarwis kunstlikult walmistada. Aga looduses tuleb teine natriumi üdisus ette. Harilik ehk keedusool on natriumi ühisus.

Ô — ne. Millega?

Ô — ja. Klooriga.

Ô — ne. See paistab mulle wõimata olema.

Ô — ja. Mispärast?

Ô — ne. Natrium ja kloor on ju nii kangesti mõjuwad ained, aga nende ühinemine annab keedusoola, mida süüa wõib!

Ô — ja. Sa teed sellega uuesti wea, kui mõtled, et elemendid kui niisugused nende ühisustes edasi kestawad. Kui ma räägin, et keedusool natriumi ja kloori ühisus on, siis tahan ma seda ütelda, et neist mõlematest ainetest keedusoola saada wõib, ja überpöördukt, et wiimast nendeks mõlemateks elementideks lahutada wõib — ja muud midagi.

Ô — ne. Kas see tõesti wõimalik on?

Ô — ja. Edaspidi saad sa seda isegi näha.

Ô — ne. Suure põnewusega ootan ma seda aega, mil mul wõimalik saab olema neid imelikka ilmutusi näha ja ära õppida.

Ô — ja. Aga nüüd peame meie wiimase kerge metalli — kaliumi — läbi wõtma. Siin on klaastoruke kaliumiga.

Ô — ne. Ta näeb niisamuti kui natrium wälja.

Ô — ja. Jah, ja tema omadused on ka natriumi omaduste sarnased. Kui ma selle metalli tükikese wõtan,

mida ka petroleumi sees hoitakse, ja ta wette wiskan, siis on tema mõju wee peale nii tugew, et punakaslilla leek sünnib.

Ô — n e. Arwatawasti ei leita kaliumi looduses metalli näol mitte?

Ô — j a. Ei! Kui ta mõnes kohas metalli näol ka sünniks, siis hakkaks ta kohe igal pool olewa wee peale mõjuma ja muutuks hapnikuühisuseks.

O — n e. Missugused kaliumiühisused olemas on?

Ô — j a. Neid on väga palju. Sulle tuntud ainetest nimetan ma sulle salpetrit. Edasi on kalium paljude mineralide koosseisaw jagu. Nii on näit. harilikus põldkiwis kalium. Mäetõugudest lähewad kaliumiühisused mulla sisse, kust nad taimede poolt ära korjatakse, sest et nende elamiseks kalium tingimata tarwilik on. Sellepärast leitaksegi taimede tuhas kaliumiühisusi. Need ühisused jääwad taimede põlemisel kindlal kujul järele, sest et nad taimede põlemise temperaturi juures weel mitte ära ei lenda. Aga wee abil wõib neid taimede tuhast lahutada ja siis, kui meie wee ära aurata laseme, neid kindlal kujul saada. Walget soolasarnast kogu, mis selle juures saadakse, nimetatakse potaseks.

Ô — n e. Mina tahaksin küll seda katset läbi teha.

Ô — j a. See on väga kerge. Sul on tarwis ainult puutuhka weega segada ja saadud putru filtri peale walada. Filtrist hakkab siis läbipaistew wedelik, millel seebimaik juures on, tilkuma; kui seda wedelikku astjasse panna ja sooja ahju peale jätta, siis saadakse auramise järel walget ehk halli soola. Sa pane tähele, et see tõelikult puutuhk oleks, aga mitte kiwisõetuhk, sest et wiimasel juhusel sa potast ei saaks.

Ô — n e. Täna sain ma niipalju uut teada, et ma kardan, et seda kõike meeles pidada ei jõua.

Ô — n e. Kõik see, millest meie täna rääkisime, saab sulle hiljemalt weel kord ette tulema, kui meie üksikute elementide ühisustega endid tutvustama hakkame. Täna näitasin ma sulle ainult, et sa juba õige palju keemiat

tunned, nimelt on sul mitmed ained igapäewasest elust teada. Aga tõsist teaduslist teadmist, see on õiget ja kawakindlat ainete ja nende omaduste teadmist, peab sa alles omandama.

Õ — n e. Loodan, et mul püüdmisest ja tähelepanemisest puudust ei tule.

## 15. Rasked metallid.

Õ — j a. Täna hakkame raskeid metallisid läbi wõtma. Siia hulka loetakse metallisid, mis juba wanaasti tuttawad oliwad, nagu: wask, kuld, tina, seatina ja raud.

Õ — n e. Mispärast nimelt need metallid ennem tuntud oliwad?

Õ — j a. Kulda leitakse maa seest puhtalt. Waske, tina ja seatina wõib väga kergesti nende ärtsidest lahutada, nii et wõimalik oli neid juba endistel aegadel kätte saada, sest et selle juures suurt oskamist ja harjumist tarwis ei läinud. Rauda hakati palju hiljem tarwitama, sest et raua saamine palju suuremate raskustega ühendatud on. Seame omale ka siin ülewaatliku tabeli kokku, millesse ma ka ikka ainult tähtsamad metallid mahutan.

Raud	Nikkel	Wask	Hõbe	Kuld
Mangan	Kroom	Seatina	Tina	Platin
Kobalt	Tsink	Elawhõbe		

Õ — n e. Need metallid on mulle peaaegu kõik tuttawad.

Õ — j a. Manganist ei tea sina wist küll mitte palju. See metall on väga rauasarnane. Tema hapnikulise ühisusega tuli sul ennast juba ühe meie esimese katse juures tutwustada. See on pruunkiwi, mida meiehapniku kloorhapust kaliumist lahutamise kergendamiseks tarwitasime.

Õ — n e. Aga kobalt on ju sinine wärw. Kas see ka element on?

Õ — j a. Ei, sinine wärw on ainult üks kobaldiühisustest. Kobalt on ka rauasarnane, aga ta on õhus enam wastupanew ja ei roosteta mitte nii kergesti kui raud. Aga kas nikkel sulle tuttaw on?

Õ — n e. Jah, (Saksa) krossi nimetatakse nikkeliks.

Õ — j a. Kümnepennilised rahad on suuremalt jaolt tõesti nikkelist. Peale selle tehtakse nikkelist kõöginõusid. Ta on rauast palju walgem, peaaegu nagu hõbe, hoiab oma läike ka niiskes õhus alal ja ei roosteta mitte. Selle juures on ta kôwa ja sulab väga wisalt. Sellepärast on ta väga hinnas.

Õ — n e. Mis sünnib rauaga siis, kui ta roostetab?

Õ — j a. Ta astub õhu hapnikuga ja weega ühendusse. Sellepärast seisab raud kuiwas õhus paremini alal kui niiskes.

Õ — n e. Mis tähendab „nikeldama“?

Õ — j a. See tähendab nikkeligat katma. Elektriwoolu abil wõib nikkelit tema ühisuste sulatistest lahutada ja temaga kõiksuguseid metallist asju katta. Et nikkelil õhus väga suur wastupanewus on, seisawad „nikeldatud“ asjad palju paremini kui katmata asjad.

Õ — n e. K r o o m i ei tunne mina sugugi.

Õ — j a. Selle elemendi kohta ei ütle mina sulle ka praegugi mitte palju. Ta on rauast walgem, väga kôwa ja sulab väga wisalt. Mitmed tema ühisustest on heledat karwa ja tarwitatakse neid sellepärast maalimisekunstis wärwidena. Aga t s i n k i tunnend sa wist küll?

Õ — n e. Kas see walge ehk walkjashall metall on, millest weetorusid, terweid katuseid ja wannisid tehtakse?

Õ — j a. Jah, ta on palju pehmem ja sulab kergemine kui teised ülemalnimetatud metallid. Nüüd asume wase grupe juurde. See metall on sulle kahtlemata hästi tuttaw.

Õ — n e. Jah, ja ka seatina tunnen ma; ta on nii raske.

Õ — ja. Tema erikaal on 11,4. Ta sulab väga hõlpsasti ja on pehme. Suurem hulk metallisid, mis madala temperatuuri juures sulawad, on harilikult kõik pehmed.

Õ — ne. Ja ümberpöördult?

Õ — ja. Ei, seda ei wõi mitte ütelda. Kuld ja hõbe on kaunis pehmed, kuna nende sulamise temperatuur väga kõrge on. Aga tina kohta see ei käi: tina on kaunis pehme.

Õ — ne. Ja ta sulab väga hõlpsasti. Meie tegime seda uue aasta õöl ja walasime tina wette. Kust tulewad siis need imelikud kujud?

Õ — ja. Seda wõid sina õieti ise ära seletada. Tina sulab 235° juures. Järgnewalt, mis sünnib siis, kui wett sulatatud tinasse walada?

Õ — ne. Wesi hakab keema. Nüüd saan ma aru: wesi sünnitab auru ja puhub wedela metalli laiali.

Õ — ja. Õige! Ja see wiimane hangub ära, niipea kui ta järelejäänud weega kokku puutub. Aga mis sa elaw hõbedast tead?

Õ — ne. Ma tean, et ta hariliku temperatuuri juures wedel on.

Õ — ja. Ta on ainus metall, millel säärane omadus on. Aga ta ei ole mitte ainus wedel element, sest et ka broom toa temperatuuri juures wedel on. Hõbedat tunnend sa ka muidugi?

Õ — ne. Jah, hõbedast rahade ja theelusikate järele.

Õ — ja. Elawhõbe ja hõbe on ka kallid metallid, millede arwusse järgmisest grupest ka kulda ja platinit lugeda tuleb.

Õ — ne. Mispärast neid nii nimetatakse? Kas sellepärast, et nad kallid on?

Õ — ja. Õieti mitte sellepärast, sest et teised wõrdlemata harudlasemad metallid olemas on, mis palju rohkem maksawad ja mida siiski kalliste metallide hulka ei loeta. Ei, neid nimetatakse sellepärast nii, et nad kõrge temperatuuri juures oma läike alal hoiawad, ei mustune ja wastikut wäljanägemist ei omanda, nagu teised metallid.

Õ — n e. Mispärast teised metallid nii mustunewad ?

Õ — j a, Selle küsimuse peale pead sa ise wastama. Ma ju ütlesin sulle juba, mis rauaga sünnib, kui teda õhu käes soojendada.

Õ — n e. Jah, ta ühineb hapnikuga, ja sedasama peawad ka teised metallid tegema. Aga kas kallid metallid mitte mingisugust ühisust hapnikuga asutada ei wõi ?

Õ — j a. Kuidas nii, ka nende metallide oksidid on teada. Aga neil oksitidel on säärane omadus, et nad kõrge temperatuuri juures metalliks ja hapnikuks lagunewad. Elawhõbeda juures näitasin ma sulle seda juba enne-malt.

Õ — n e. Nii, nii, sellepärast ei wõigi kõrge temperatuuri juures oksidid sündida, sest et nad kohe ära laguneksiwad.

Õ — j a. Õige. Et neid metallisid hapnikuga ühendada, selleks tuleb palju tööd ära raisata, paljast soojendamisest ei saa mitte küllalt.

Õ — n e. Kas kallid metallid mingisuguseid ühisusi ei sünnita ?

Õ — j a. Ei nad asutawad mitmesuguseid ühisusi, kui neid niisuguste ainetega kokku puutada lasta, mis nendega ühinemisel neile weel ühe jao tööd annawad. Hõbedale ja elawhõbedale on niisuguseks aineks näituseks weewel.

Õ — n e. Kas ma wõin seda näha ?

Õ — j a. Muidugi. Ma wõtan tilga elawhõbedat ja õerum teda portselanist tassi sees ühes weewliga. Mis sa näed ?

Õ — n e. Kõik läheb mustaks. Nüüd sündis peenike must pulber, just kui tahm. Mis see on ?

Õ — j a. See on weewli ühisus elawhõbedaga. Nii-samuti wõib hõbedat weewliga ühendada. Katsu weewlit hõbedast raha peal korgiga laiali õeruda !

Õ — n e. Hõbe saab pruuniks ja mustjas-halliks.

Õ — j a. Siin sünnib ka mõlemate ainete ühisus.

Mõlemad metallid ühinewad ka otsekohe klooriga, broomiga ja joodiga.

Õ — n e. Tähendab, nende ainete wastu ei ole nad mitte „kallid“?

Õ — j a. Ei. Aga kuld ja platin on weel kallimad. Nemad ei asuta weewliga õerumisel ühisusi.

Õ — n e. Kas nad sugugi ühisusi ei asuta?

Õ — j a. Siiski, klooriga wõiwad nad ühineda. Aga kõrge temperaturi juures lagunewad need ühisused oma koosseiswateks jagudeks, sellesarnaselt, kui sa seda elawhõbedaoksidi juures nägid. Sellega lõpetame oma tänase kõnelemise.

Õ — n e. Keemia on kolesuur!

## 16. Weel hapnikust.

Õ — j a. Täna tutwustame endid hapnikuga natuke lähemalt.

Õ — n e. Aga ma tunnen teda juba.

Õ — j a. Ainult wäga pealiskaudselt, sest et kõigest sellest, mis temast teada on, sa ainult wäga wäikese jao tead. Aga ka see, mis mina sinule tema üle ütlen, on ainult tähenduseta jagu sellest, mis sellest elemendist ülepea teada on.

Õ — n e. Noh, aga sina tead wist küll kõik?

Õ — j a. Ei, ma ei mõtle, et niisugust inimest olemas oleks, kes tõelikult kõike seda teaks, mis hapnikust teada on.

Õ — n e. Sellest ei wõi ma mitte aru saada. Kui seda mitte keegi ei tea, tähendab on see teadmata!

Õ — j a. Üks teab ühte, teine teist, nii et üleüldiselt inimesed teda kõike tunnewad; aga et üks inimene kõike teaks, seda ei tule ette. Peale selle on peaaegu kõik juba raamatutes kirjeldatud ja on kättesaadaw igaühele, kes kõiki neid teadmisi omandada tahab. Aeg-ajalt leidub inimesi, kes wõimalikult kõik materjali kokku

koguwad ja ühes raamatus seda üles tähendawad, et teistele otsimise waewa vähendada. Aga säärane inimene wõib materjali ainult wäljawõtetes üles tähendada. Sellepärast, kui keegi mingisugustel põhjustel kõike seda teada tahab saada, mis antud asjast teada on, siis peab ta raamatud ise läbi waatama ehk tarwilikka teadmisi katsete läbi omandama.

Õ — n e. Aga kas kõik, mis raamatutes kirjutatud, ka õige on?

Õ — j a. Suuremalt jaolt õige; aga kui juhtubki midagi wale olema, siis ei ole see mitte mõeldud pettus, waid seletatakse seda sellega, et autor kuidagi wiisi ise eksis. Teaduslikus kirjanduses on tähtis ja suurepäraline see asjaolu, et peaaegu iga täht temas ausa mõtte wäljütlemine on.

Õ — n e. Aga kui keegi on eksinud ja midagi walet kirjutanud, kas jääb siis wiga jäädawalt alles?

Õ — j a. Ainult niikauaks, kui wiga mõne uue leitud faktiga wastuolusse ei sattu. Siin uuritakse, kelle poolt wiga on, mille juures suuremal jaol juhustest korda läheb ära määrata, mille läbi wiga sündinud oli. — Aga lähme uuesti hapniku juurde. Ega sa ära ei ole unustanud, kuidas meie teda saime?

Õ — n e. Jah, ühest walgest soolast. Kuidas seda nimetatakse?

Õ — j a. Kloorhapuks kaliumiks. Tema on kaalu järele peaaegu  $\frac{2}{5}$  hapnikku, mis juba mõõduka soojendamise järele wälja tuleb ja nimelt siis, kui natuke rauaoksidi ehk pruunkiwi juurde lisada.

Õ — n e. Sellest rääkisid sa juba siis (lhk. 76—79). Minule näib see nii suurepäraline olewat, et ma seda heameelega pealt waataksin. Ka sa ei wõiks mulle näidata, kuidas rauaoksid hapniku lahkumist kergendab?

Õ — j a. Heameelega. Ma sulatan katseklaasis natuke kloorhapu kaliumi. Mis sa näed?

Õ — n e. Ta sulab ära. Nüüd on ta läbipaistew nagu wesi, ainult õige pisukesed mullikesed tõusewad tema seest.

Õ — j a. Need on hapniku jäljed. Nüüd wôtan ma katseklaasi tulelt ära ja lisan natuke rauaoksidi juurde.

Õ — n e. Ta wahutab nagu selters. Kas see soola keemine on?

Õ — j a. Ei, siin sündis äkisti palju hapnikku. Kui ma õõguwa peeru sinna sisse pistan, siis hakkab ta põlema. See on, nagu sa tead, reaktsion hapniku peale. Ehk küll sulatatud sool, nagu sa näed, tule ärawõtmise järel natuke jahtus, sellegi pärast sünnib hapniku lahkumine rauaoksidi juuresolemise pärast palju kiiremini.

Õ — n e. See on tõesti wäga suurepäraline. Kuidas sünnib see?

Õ — j a. Rauaoksid mõjub nagu õli roostetanud masina peale ehk nagu piits hobuse peale.

Õ — n e. Sellest ei saa mina mitte aru.

Õ — i a. Jah, see on täiesti kindlaks tehtud, et mitmesugustel juhustel keemialised protsessid, mis isenesest õige pikkamisi edasi lähewad, selle läbi kiirendatud saawad, et protsessisse teisi aineid pandakse, mis ise sugugi tähelpanemisewäärt ei muutu. Selle küsimuse uurimine, mille peal see kiirendamine põhjeneb, mida katalitiliseks mõjumiseks nimetatakse, on teadusele weel ülesandeks; wõib olla, et mõne aastaga selle asja uurimine nii palju edasi nihkub, et ma sulle selle üle lihtsa seletuse wõin anda. Seniks aga tarwitame seda fakti kui sündsat kaasaitawat abinõu.

Õ — n e. Kui mul juba küllalt teadmisi saab olema, siis katsun mina ka katalitilisele mõjumisele seletust anda.

Õ — j a. See on hea plaan. Aga lähme hapniku juurde tagasi. Sa tead juba endisest, kuidas teda korjatakse. Ajutiselt panen ma sinna kôrwa pudeli weega, sest et enne kui hapnikku korjata, mina tema abil õhku wälja ajada tahan.

Ô — ne. Sel juhusel peame natuke hapnikku ära raiskama!

Ô — ja Siin ei ole midagi parata. Kui puhast hapnikku tahetakse saada, siis peab hädapärast ühte jagu ohwerdama. Edaspidi saab see sul sagedasti juhtuma. Nüüd hakkab mina soojendama, ja sa näed, kuidas mullikesed torukesest õige ruttu välja tulema hakkavad. Nii, nüüd pane pudel aluse peale, aga waata, et suu ikka wee all oleks, sest et wastasel korral pudelisse õhk sisse pääseda wõib.

Ô — ne. Nüüd läheb asi ruttu!

Ô — ja. Jah, parem wõtan ma tule mõneks ajaks ära. Täida selle aja sees tühi pudel weega ja hoia ta walmis.

Ô — ne. Aga kuidas ma pudeli ümber pööran, ilma et wett välja walaksin?

Ô — ja. Kata suu sõrmega kinni.

Ô — ne. Mu sõrm on liig peenike.

Ô — ja. Siis kata teda peopesaga ehk paberi- wõi plekitükiga wõi mõne mu sarnase asjaga. Kõige parem on üks kohane kork wõtta.

Ô — ne. Nüüd sai esimene pudel hapnikku täis.

Ô — ja. Ma panen ta wee all korgiga kinni, ja nüüd wõid teda välja wõtta ja kõrwale panna.

Ô — ne. Mispärast sa temal põhja üles paned?

Ô — ja. Suuremalt jaolt ei pane kork suud mitte kindlasti kinni, ja tema all olew weekord kaotab selle puuduse ära. Warsti saab ka teine pudel täis; walmista weel mõni pudel.

Ô — ne. Ma ei arwanud mitte, et nii wähe soola sees nõnda palju hapnikku olla wõis. Nüüd on juba kuues pudel pooleli. Aga nüüd lõppes lahkumine.

Ô — ja. Õige. Sellepärast on tarwis toruke weest välja wõtta, muidu wõiks ehk jahtumisel wesi tema sisse juhtuda ja halba sünnitada, kui ta kuuma klaasi peale juhtub.

Õ — n e. Küll peab aga palju järele mõtlema.

Õ — j a. Katsete tegemise kunst seisabki selles, et lõpuks niisuguste asjade üle järele mõtelda tarwis ei oleks, waid et see kõik masinlikult sünniks. Nüüd teeme midagi sarnast, mida meie ennemini edasi pidime lükkama: meie arwame hapniku erikaalu wälja.

Õ — n e. Arwame? Aga selleks peame meie ennem ju mõõtma?

Õ — j a. Mõõtmised on juba tehtud. Ma wõtsin kümme grammi kloorhaput kaliumi; selles on umbes neli grammi hapnikku ehk „karwapealsemalt“ 3,9 grammi hapnikku. Iga meie pudeli wolum on pool liitrit ehk 500 kantsentimeetrit, mida sa numbri 500 järele näha wõid, mis nende põhjade peale üles on tähendatud. Järgnewalt, meil on natuke vähem kui 3 liitrit hapnikku ja iga liiter kaalub järgnewalt 1,3 grammi ehk iga kantsentimeeter — 0,0013 gr. Järgnewalt on hapniku erikaal 0,0013.

Õ — j a. Ma ei arwanud, et seda nii lihtsalt teha wõib.

Õ — j a. Meie tegime seda kergesti, aga mitte karwapealselt. Ma näitasin sulle teed, mis sarnaste suuruste määramisele wiib, aga ei tahtnud sulle mitte tõsiste mõõtmiste kordasaatmise eeskuju anda.

Õ — n e. Weel üks küsimus, sa ütlesid mulle, et hapniku kaal, mis 10 grammist kloorhapust kaliumist saadud, 3,9 gr. on, aga ei seletanud, kuidas seda määrata wõib.

Õ — j a. See ei ole mitte raske; sa kaalud katseklaasi ühes kloorhapu kaliumiga enne ja pärast soojendamist.

Õ — n e. Jah, nüüd saan ma aru. Klaas väheneb oma kaalus nii palju, kui raske lahkunud hapnik on.

Õ — j a. Jah, siin on sulle näitus kaalu alalhoidmise seaduse tarwitamisest.

Õ — n e. Tähendab, ma tarwitasin siin looduseseedust, ilma et seda teadnud oleksin. Mistarwis looduseseedusi õige wälja wiia ja õppida, kui neid ilma selletagi õieti tarwitatakse?

Õ — j a. Niisugune õietitarwitamine on täiesti juhusline; niisama kergesti wõib ka walesti tarwitada. Et enast sellest ära hoida, selleks peab seadust selgesti kawatsema ja teda iseteadwalt tarwitama. Praegu on see sul raske. Edaspidi, kui aga minu töödel tagajärge olema saab, saad sa iga uue asja tutwunemisel tungi tundma seda uut kui looduseseaduse erajuhust waadelda.

Õ — n e. Ei tea, kas ma jõuan sinnamaani.

Õ — j a. Aga seni teeme meie ikka hapnikuga tegemist. Kas sa ei pannud siis, kui meie seda wee all korjasime, midagi iseäralikku tähele?

Õ — n e. Wist mitte midagi.

Õ — j e. Kui hapniku mullid wee sees ülemale tõusiwad, siis ei wähenenud nemad sugugi. See tõendab seda, et hapnik wee sees sugugi ei sula ehk wäga wähe.

Õ — n e. Aga kas gaasid wõiwad siis wee sees ära sulada?

Õ — j a. Muidugi! Selters on üks niisugune sulatis. Kui ta pudelis on, siis on ta täiesti läbipaistew; aga kui teda wälja walada, siis lahkub gaas, mis temas ennem ära oli sulanud.

Õ — n e. Jah, seda ma nägin. Aga mispärast gaas wäljawalamise juures lahkub?

Õ — j a. Gaasid sulawad wees ehk mõnes teises wedelikus seda enam, mida suurem surwe on. Pudelis on sulatis kaunis suure surwe all, lahtitegemise juures kaob surwe ära, ja sulanud gaas tuleb wälja.

Õ — n e. Ah, siis sellepärast sünnibki seltersi lahtitegemisel pauk ja waht! Aga mis gaas see on?

Õ — j a. See on söedioksid, seesama gaas, mis söe põlemisel õhus ehk hapnikus sünnib. Pärast tutwustame endid temaga.

Õ — n e. Sel juhusel wõib ka suitsust selterst walmistada?

Õ — j a. Ei, seda ei wõi mitte teha, sest et suitsus söedioksid õhu lämmastikuga segatud on ja et temas peale selle lehkawaid söe põlemise saadusi on.

Õ — n e. Ma ütlesin seda naljaks.

Õ — j a. Küsimust wõib täiesti tõsiselt harutada. Kui söedioksid hinnaline aine oleks, siis maksaks küll mõtelda, kuidas teda suitsust lahutada ja ära puhastada saaks. Aga et iga niisugune lahutamine tööd ja raha nõuab, siis peab omale ikka järgmise küsimuse ette panema: kas ei wõiks sedasama ainet kergemini ja odavamini saada? Suurem jagu keemiatööstusest on selle küsimuse hästi otsustamise peale põhjendatud. Aga lähme hapniku juurde tagasi. See gaas sulab wee sees väga wähe; kuna wesi oma suuruse wolumi söedioksi ära sulatada wõib, neelab ta hapnikku ainult  $\frac{1}{50}$  oma wolumist.

Õ — n e. Aga kui surwet suurendada?

Õ — j a. Siis ei muutu asi mitte. Kui gaasi suurema surwe alla panna, siis mahtub sellesesamasse wolumisse enam gaasi, ja just niisama palju sulatab wesi teda enam. Sellewastu muutub wahekord ühes temperaturiga, mida kõrgem temperatuur, seda vähem gaasi sulatab wesi. Mida wõid sa tähele panna, kui kaewu wett natuke aega toas seista lastakse?

Õ — n e. Mõtled sa neid wäikseid õhumullisid, mis astja seinte peale tulewad?

Õ — j a. Jah, just neid ma mõtlen. Kui gaasidega täidetud külm wesi soojeneb, siis peab üks jagu gaasi lahkuma, ja seda lahkumist wõib mullikeste näol näha, mis pikkamisi suurenedes wiimaks seinte küljest lahti tulewad ja üles tõusewad. Siinamaani waatlesime meie hapniku omadusi, kui ta eraldi pudelis seisab ja sel näol teiste ainetega kokku puutub. Nüüd tutwuneme hapnikuga, mis wabalt õhus on.

Õ — n e. See on huwitaw.

Õ — j a. Sa tead, et hapnik üks jagu õhust on, ja selle juures weel teojõuline. Teist jagu nimetatakse lämmastikuks, sest et temas elajad elada ei wõiega tuli põleda. Et õhk igale poole pääseb, siis wõib ka hapnik igal pool olla ja teiste ainetega, mis ta ees leiab, ühisusi asutada. Sarnane asjaolu kestab senini, kui meie maakera

niisugustesse tingustesse jääb, mis praegustele õige lähedal seisawad, see on, wäga palju aastatuhandeid. Selle tagajärjeks on see asjaolu, et maakera pinna peal igal pool hapniku ühisusi teiste algainetega leida wõib. Suuremas jaos meid ümbritsewatest ainetest on hapnikku olemas. Teiste elementide ühisused hapnikuga kannawad oksidide nime.

Ô — n e. Kust tuleb see nimetus?

Ô — j a. Sõnast oxygenium, millega ennemalt hapnikku tähendati. See sõna on greekakeelne ja tähendab sedasama, mis Eesti keeli hapnik.

Ô — n e. Aga kuidas tärkas ülepea niisugune nautuke imelik nimetus? Ta ei ole ju mitte hapu.

Ta tuleb mitmeis hapudes ainetes ette. Ennemalt mõeldi, et hapniku juuresolemine neid aineid hapuks teeb, aga pärast leiti, et see waade mitte õige ei ole.

Ô — n e. Mispärast siis seda walenimetust alal hoiti?

Ô — j a. Selle peale ei mõelda enam, peale selle ei tee ta midagi kahju. Aga nüüd lähme nimetuse juurest asja enese juurde. Sa tead, et kui meie põletisaineid põletame, meie talwel mitte ainult oma elumajasid ei küta, waid ka masinaid liikuma paneme, raskusi edasi weame j. n. e., ühe sõnaga, teeme peaaegu kõik need tööd, mis meil tarwis on. Põlemine on aine ühinemine hapnikuga. Aga kuidas teeb see protsess wõimalikuks nõnda palju töösid korda saata?

Ô — n e. Seda tean mina juba endistest tundidest. Põlemine on keemialine protsess, mille juures töö ehk energia wabaneb.

Ô -- j a. Mind rõõmustab see wäga, et sa seda meeles pidasid. Selle eest annan ma sulle ühe kena mõistatuse. Mispärast ei põle see süsi ära, mis keldris seisab?

Ô — n e. Sellepärast et meie teda seal põlema ei süüta.

Õ — j a. Noh, aga milles seisab süütamine?

Õ — n e. Lastakse sõe kõrwal teisi aineid nii kaua põleda, kui süsi ise põlema süttib.

Õ — j a. Selle waatega ei pea sina mitte rahule jääma. Mis see söesse puutub, mis tema kõrwal teiste ainetega sünnib!

Õ — n e. Nii! Oota, nüüd sain ma aru. Selle läbi soojeneb süsi ja süttib põlema.

Õ — j a. See on õige. Tähendab, kuum süsi wõib hapnikuga ühineda, külm — aga mitte; sellepärast põleb süsi ahjus, aga keldris mitte. Pane tähele, mis ma sulle nüüd ütlen. Sagedasti juhtub, et süsi, mis suurtes lademetes seisab, iseenesest põlema lööb, ehk teda küll keegi süüdanud ei ole. Niisugune hunik läheb seestpoolt ikka enam ja enam soojemaks, ja kui teda parajal ajal ei jahutata ja hunikut laiali ei aeta, siis lööb ta lõpuks ise põlema.

Õ — n e. Sellest ei wõi ma mitte aru saada. Kust saab sinna soojus?

Õ — j a. See küsimus on õieti üles seatud. Soojus sünnib sõe põlemisest.

Õ — n e. Aga põlemine algab ju pärast!

Õ — j a. Ei, süsi põleb wahet pidamata. Madala temperaturi juures sünnib põlemine nii pikkamisi, et temperatuur ainult wähe tõuseb ja õõgumist ning auru sugugi märgata ei wõi. Kui soojuse lagunemine selle läbi takistatud saab, et süsi hunikusse aetakse, siis tõuseb temperatuur. Selle tagajärel sünnib põlemine kiiremini, temperatuur tõuseb weel enam ja saab wiimaks nii kõrgeks, et süsi õõguma hakkab ja leegina tuli ilmub.

Õ — n e. Ma ei wõi omale kuidagi ette kujutada, et süsi keldris tõega põleb.

Õ — j a. Ma tuletan sulle midagi muud meelde. Mis sünnib puutüwega, kui sa teda õhu kätte jätab?

Õ — n e. Ta jääb muutumata.

Õ — j a. Ei, see ei ole mitte õige. Kui puu wäga kaua seisab, siis k õ d u n e b ta ära. Kas sa tead, mis see on?

Õ — ne. Puu läheb kobedaks ja kergeks.

Õ — ja Jah. Selle juures jääb ta ikka vähemaks ja viimaks kaob ta päris ära

Õ — ne. Kuhu ta siis jäi?

Õ — ja Tema põles ka ära. Kui hapnikku puu juurde mitte ei lasta, siis ei muutu ta mitte niimoodi.

Õ — ne. Aga mis põlemine see siis on, kui selle juures leeki sugugi näha ei ole?

Õ — ja. Keemialises mõttes nimetatakse põlemiseks iga ühinemist hapnikuga, üks kõik, kas sealjuures mõnda leeki näha on või mitte. Leegi ilmumine ja ülepea õõgumine oleneb ainult temperatuuri tõusmisest kõige vähem kuni 500°; allpool seda temperatuuri ei õõgu kehad mitte, sest et nad siis midagi walgust wälja ei saada. Temperatuuri tõusmine tarwiliku määrani ei olene mitte keemialisest protsessist, waid sellest, missugusel mõõdul soojuse laialilagunemist ära hoitakse

Õ — ne. Kas on siisuguseid põlemisi palju, mis ilma walguse ja soojuseta sünniwad?

Õ — ja. Wäga palju. Aga kõigi nende „pimedate põlemiste“ juures, sünnib tingimata soojus ja just nõnda palju, kui palju teda leegiga põlemise juures wabanenud oleks. Igal üksikul juhusel seisab asi ainult selles, et ilmumise algus ja lõpp ühesugused oleksiwad; sel juhusel ei olene ka sündiwa soojuse paljus protsessi enese wältusest.

Õ — ne. Aga kui ahjus sütt tubliste põletada, siis läheb ju esimene soojemaks?

Õ — ja. Soojuse paljus, mis määratud söekogu enesest wälja saadab, on ikka üks ja seesama. Aga kui sa määratud aja sees sütt rohkem ära põletad, siis juhid sa ahju enam soojust, ja selle tagajärjel soojeneb ta tugewamini.

Õ — ne. Ma ei kujuta seda omale mitte täiesti selgesti ette.

Õ — ja. Ühelt poolt saab ahi soojust söe põlemisest, teiselt poolt kaotab ta seda ära selle läbi, et ta toa soojaks teeb. Järjelikult on see selle sarnane, kui

walaksid sa wett pange, millel auk põhjas on. Mida rute-mini sa walad, seda kõrgemale tõuseb panges wesi, aga see ei olene sugugi walatawa wee paljustest.

Õ — n e. Jah, nüüd sain ma aru. Näituseks kõdunewa puu üle nõnda ütelda, — walatakse wett nii pikkamisi pangesse, et seda sugugi märgata ei saa. Aga kuidas wõib aru saada, et siin soojust tõesti niisama palju saab kui harilikul põlemiselgi?

Õ — j a. Seda järeldatakse järgmisest seadusest: energia ei kao ilmaki ega sünni uuesti. Seda seadust on nii paljudel juhustel uuritud ja kindlaks tehtud, et teda rahulikult ka teistel juhustel tarwitada wõib, kus teda weel kindlaks tehtud ei ole.

Õ — n e. Siiski ei wõi mitte täiesti wõimataks pidada, et ta mõnikord ka wale juhtub olema.

Õ — j a. Muidugi on see wõimalik. Aga sel juhusel sünnitaks tema pruukimine teiste faktidega tingimata wastolu, ja wiga tuleks nähtawale. — Mis tead sina loomade ja õhu wahekorra?

Õ — n e. Ilma õhuta ei wõi loomad mitte elada. Sellepärast teen ka mina paberile, millega ma oma putukate pudelid katan, augud sisse.

Õ — j a. Pudelites on ju ilma selletagi õhk sees. Augud paberis on siis päris ilmaaegsed!

Õ — n e. Loomadele on alati w ä r s k e t õhku tarwis

Õ — j a. Mispärast?

Õ — n e. Nii olen ma õppinud. Et terweks jääda, läheb ka inimesele wärsket õhku tarwis.

Õ — j a. Täiesti õige; siin seisab asi selles, et loomad ja inimene küllalt h a p n i k k u saaksiwad. Hingamine seisab selles, et õhu hapnik kopsu tungib, sealt edasi weresse ja sellega ühes kõigisse kehajagudesse.

Õ — n e. Mis ta seal teeb?

Õ — j a. Põletab keha.

Õ — n e. Sa teed wist küll nalja?

Õ — j a. Ei ma räägin tõsiselt. Kehas sünnib seesama, mis söega keldris ja kõdunewa puuga õhu käes.

Ained, millest keha koos seisab, ühinewad hapnikuga, ehk küll mitte nii ruttu kui põlew puu.

Õ — n e. Kas sellest tulebki keha soojus?

Õ — j a. Täiesti õige. Surnud inimene ei hinga enam mitte, ja sellepärast läheb ka tema keha külmaks. Aga põlemine ei ole mitte ainult selle tarwis. Keha teeb ju igasugu tööd, mis üks kõik missugusel kujul kätte peab muretsetama, sest et ta ei millestki mitte sündida ei wõi. See töö ehk energia loodakse põlemisega.

Õ — n e. Sel juhusel oleks meie keha juba ammu ära põlema pidanud!

Õ — j a. Jah, siis küll, kui meie uusi põletisaineid mitte juurde ei lisaks, Niisugune põletisaine on söök.

Õ — n e. Sel juhusel wõiksid ka süsi ja puu mulle söögiks olla.

Õ — j a. Jah, kui sa neid ära jõuaksid seedida, see on, kui sinu kõht neid aineid niisugusteks sulawateks ühisusteks ümber muuta jõuaks, mis igale poole laiali wiidud wõiksid saada, kus nad siis hapnikuga kokku puutuksid. Siiski wõivad lehmad ka puud ära seedida, kui seda neile hästi peenekstehtult sisse antakse. Ained, millest rohi ja hein koos seisawad, lähewad puust õige wähe lahku.

Õ — n e. Noh, aga kas toiduained põlewad ka kopsus?

Õ — j a. Sa mõtled nii sellepärast, et õhk hingamise juures kopsu sattub? Ei, kopsus saab hapnik werest ära neelatud ja weresoonesid mööda keha kõigisse kudedesse kantud. Seal puutub ta sulatatud toiduainetega kokku ja põletab nad ära. Siiski on toiduainetel weel teine otstarbe: nad täidawad ärähäwitatud kehaosade aset. Kui keha aurumasinaga wõrrelda, siis ei oleks toit mitte ainult süsi, millega masinat köetakse, waid ka metall, mis masina parandamiseks ära kulub.

Õ — n e. Kas kõigi loomadega lugu nii on wõi ainult soojawerelistega?

Õ — ja Sa mõtled, et külmawerelistele loomadele seda tarwis ei ole, sest et nendes soojust ei sünni? See ei oleks mitte õige, sest et nad ikka natuke soojemad on kui neid ümbritsewad ained; peale selle hingawad nemad kõik. Toiduained ja hapnik on kõigile loomadele juba sellepärast tingimata tarwilikud, et nad peale soojuste igasugu tööd, näituseks liikumist, tegema peawad.

Õ — n e. Aga taimed ei liigu ju mitte; kuidas see nende juures on?

Õ — ja. Taimede juures võib koguni teist wahekorda näha, millest sa praegu weel aru saada ei wõi. Edaspidi tuleme meie weel selle küsimuse juurde tagasi, siis wõid sa temast täieliku ülewaate saada.

Õ — n e. Täna oli väga huwitaw tund!

## 17. Wesinik.

Õ — ja. Täna wõtame wesiniku kõne alla. Kas sa mäletad weel, mispärast teda nii nimetatakse?

Õ — n e. Sellepärast et ta wee sees on.

Õ — ja. See ei ole mitte väga hästi öeldud; wesiniku nimetatakse sellepärast nii, et teda weest saada võib. Millest seisab wesi koos?

Õ — n e. Wist weel, nagu sa rääkisid, hapnikust.

Õ — ja. Täiesti õige! Wesi seisab wesinikust ja hapnikust koos, seon, et wett mõlemaist ainetest ja, ümberpöördult, mõlemaid aineid weest saada võib. Kuidas võib sinu arwamise järele weest wesinikku saada?

Õ — n e. Kindlasti ei tea mina seda mitte, Wõib olla, et selleks wett soojendada tarwis läheb, kus ta siis elementideks laguneks, niisama kui elawhõbedaoksid soojenemisel oma üksikutesse jagudesse laguneb.

Ô — ja. See on väga hea mõte. Aga sa tead juba, mis weest soojenemisel saab?

Ô — ne. Jah, aur.

Ô — ja. Ôige! Noh, aga aur on jälle seesama wesi, ainult teises olekus.

Ô — ne. Wõib olla, et wett rohkem soojendada tarwis on?

O — ja. Seda ütlesid sa õieti; kui weeauru väga tugewasti soojendada, siis laguneb ta tõesti wesinikuks ja hapnikuks. Aga kui segu uuesti jahutatakse, siis sünnitawad wesinik ja hapnik jälle wee ja ainult iseäralisel kunstlikul wiisil võib tõestada, et lagunemine tõesti olemas oli. Peale selle sündis sealjuures wesiniku ja hapniku segu, sest et mõlemad elemendid gaasid on, ja niisugust segu üksikutesse jagudesse jagada on väga raske.

Ô — ne. Sel juhusel peab katsuma hapnikku kuidagi kinni püüda. Kas ei võiks teda niisamuti wedelikuks ümber muuta, kui näit. elawhõbedat elawhõbedaoksidi lagunemise juures?

Ô — ja. Jah, aga selle tarwis peaksime oma gaasisarnast segu kuni  $-180^{\circ}$  C. jahutama. See ei ole sugugi kohane tee. Ma näitan sulle teist teed. Meie ei eralda hapnikku mitte üksiku elemendi näol, waid ühenduses teiste elementidega, mille juures seda tähele panema peame, et sündiw ühisus mitte lahtuw ei oleks.

Ô — ne. See ei ole mulle mitte täiesti arusaadaw.

Ô — ja. Seda seletan sulle jalamaid, mis see tähendab. Meie laseme weeauru läbi kuuma raua minna. Sa tead ju, et raud kergesti hapnikuga ühineb.

Ô — ne. Jah, ta põleb väga heledate sädemetega!

Ô — ja. Raud mõjub weeauru peale nii, et ta hapnikuga rauaoksidi sünnitab; aga wesinik jääb järele. Rauaoksid hoiab kindla aine kuju alal koguni kuumamise juures ja jääb sellepärast sinna, kus raud oli; aga wesinik jääb gaasiks ja läheb sellepärast edasi. Siin võib teda peal wee korjata nagu hapnikkugi.

Ô — n e. See näib mulle ikka imelik olewat.

Ô — j a. Ma seletan sulle seda näituse waral. Olgu hapnik kont, mida kass — wesinik — suus hoiab. Seal tuleb koer — raud — ja wõtab kassilt kondi ära, ja kass — wesinik — peab ilma kondita ära minema.

Ô — n e. Järgnewalt on raud wesinikust tugewam ja sellepärast wõtab ta wiimaselt hapniku ära!

Ô — j a. Umbes nii saiwad keemikused wanal ajal sellest aru, seni wõid ka sina sellega rahul olla. Edaspidi, kui sa keemiaga enam tuttawaks saad, wõid sa palju enam määratud kujutuse neist ilmuwustest saada.

Ô — n e. Ka ma wõin seda näha?

Ô — j a. Seda katset ei ole mitte kerge korda saata, sest et ta kaunis kõrget temperaturi nõuab. Kõige parem oleks ühte raudtorukest rauast traadikestega täita, torukest keskelt soojendada ja tema läbi weeauru lasta, mis keewa weega täidetud kolbest tuleb. Torukese teises otsas on gaasiärawiiv toruke, mille ots wee sees ümberpööratud pudeli suu all seisab. Gaasimullid tõusewad üles ja kogunewad pudelis niisama kui hapniku korjamise juureski.

Ô — n e. Kahju, et ma seda mitte näha ei wõi!

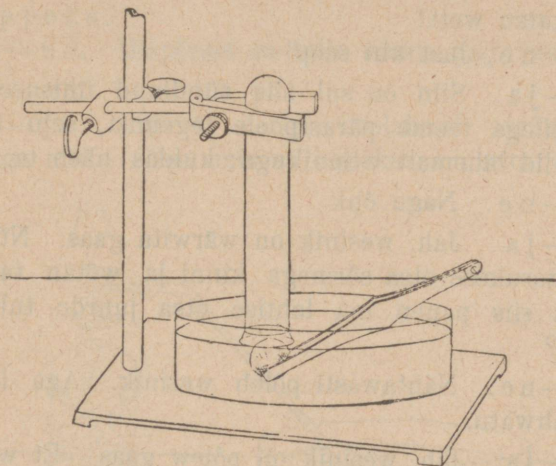
Ô — j a. Aga selle eest näitan ma sulle ühte teist katset, mille juures sa umbes sarnast näed. Ma loodan, et sa weel mäletad, et keedusoola sees metalliline element on, mida natriumiks kustutakse. Ma näitasin sulle, et juba hariliku temperaturi juures natrium kiiresti hapnikuga ühineb, mida ta weelt ära wõtab. — Nüüd wõtan ma sinepiwasuuse tükikese natriumi, mässin ta filtreerimisepaberi sisse ja panen ta pihtide abil wee sees olewa katseklaasi alla (joon. 23).

Ô — n e. Natrium tuleb paberi seest wälja! Nähtawasti hakkas ta keema, ja katseklaasi koguneb midagi õhusarnast.

Ô — j a. Natrium teeb sedasama, mis ma sulle ennem raua kohta ütlesin, ainult juba hariliku temperaturi juures ja palju kiiremini. Ta neelab wee hapniku ära, ja wesinik jääb wabaks.

Õ — n e. Aga mispärast sa natrumi paberisse mässisid?

Õ — j a. Ilma selleta oleks mul väga raske olnud teda kaatseklaasi alla panna. Sealjuures läheb natrium soojaks ja sulab ära. Et meie wesinikku väga vähe saame, sellepärast kordan ma weel seda katset, kusjuures sa näha wõid, kuidas natrium wedela kerakese näol wee pinnal liigub.



23.

Joon. 23.

Õ — n e. Mispärast sa kohe rohkem natriumi ei wõtnud?

Õ — j a. Sest et katse igakord mitte hädaohuta ei ole, kui natriumi palju wõtta. Tihti on natriumi sees segud, mis plahwatuseks põhjust annawad. Sellepärast peab ikka natuke wõtma, siis on ka plahwatus hädaohuta. Pane seda tallele selleks juhuseks, kui sa seda katset ise teha tahad.

Õ — n e. Nõnda. — Noh, aga kuhu jäi natriumi ja hapniku ühisus, mis selle juures sündima pidi?

Õ — ja. See oli kohane küsimus! Et teda wee peal ega wee all ei ole, kus wõib ta siis olla?

Ô — ne. Wee sees. Aga wesi jäi ju läbipaistwaks.

Ô — ja. Täiesti õige. Tähendab, missugune omadus on ühisusel? Tuleta omale meie esimesi kõnesid suhkru ja wasevitrioli üle meelde!

Ô — ne. Ma tean. Ta sulab ära!

Ô — ja. Täiesti õige! Et selles kindlaks saada, selleks katsu wett!

Ô — ne. Just kui seep!

Ô — ja. Siin on sul siis sündinud ühisuse reaktsion. Sellega teeme pärastpoole tegemist, seni tutwustame endid lähemalt wesinikuga; kuidas näeb ta wälja?

Ô — ne. Nägu õhk.

Ô — ja. Jah. wesinik on wärwita gaas. Nüüd katan ma torukese otsa sõrmega kinni ja wõtan ta weest wälja ja siis panen ma lahtise otsa juurde tule. Mis sa näed?

Ô — ne. Nähtawasti põleb wesinik. Aga leek on väga kahwatu.

Ô — ja. Jah, wesinik on põlew gaas. Et wesiniku teisi omadusi ära õppida, peaksime naturiumi uuesti katseklaasi alla panema; aga see wõtaks palju aega ja oleks wäsitaw. Ma näitan sulle parem ühte teist wesiniku saamise wiisi, mis palju lihtsam on. Selle tarwis wõtame meie wesiniku teised ühisused, mis teda kergemini wälja annawad kui wesi. Niisugune ühisus on soolahape ehk kloorwesinik. Nagu teine nimetus näitab, seisab tema kloorist ja wesinikust koos.

Ô — ne. Kas see seesama kloor on, mis keedu-soolaski?

Õ — ja. Muidugi. On ainult ühtesugu kloori olemas. Siin on meil kloorwesiniku sulatis wee sees, mida aptegis soolahappe nime all müüakse.

Ô — ne. Ta näeb wälja just nagu wesi.

Õ — ja. Aga see ei ole mitte wesi. Ma walan teda mõne tilga klaasisse ja täidan siis selle pooleni weega, katsu teda nüüd.

Õ — ne. Kas tal tõesti niisamasugune wastik maik peaks olema kui ennem?

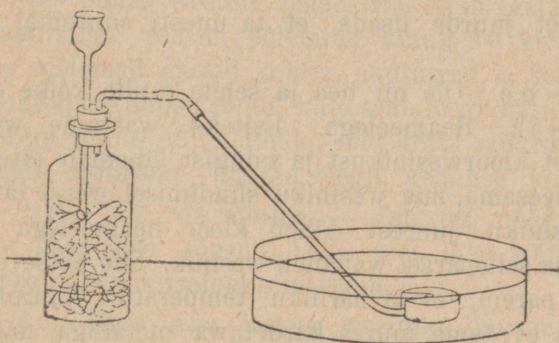
Õ — ja. Ei, koguni teine.

Õ — ne. Jah, tal on hapu maik, mida wäga meeldiwaks lugeda ei wõi ja mis hambad hellaks teeb.

Õ — ja. Oma hapu maigu pärast nimetatakse teda ka happeks.

Õ — ne. Mispärast sa talle nõnda palju wett sekka panid?

Õ — ja. Sest et kange soolahape mürgine on, lahja aga mitte. See, mis sa hellakssaamiseks nimetad,



24

Joon. 24.

tuleb sellest, et soolahape hammaste aine peale mõjub. Aga hakkame oma katsega peale. Selles pudelis on mul tsinkpleki tükid, mida plekisepa käest saada wõib. Pudelitele panen ma punni peale, millel kaks auku sees on. Ühe läbi läheb kuni pudeli põhjani toruke, mille ülemine ots trehtrimoodi on, teise läbi lühike kõwer klaastoruke, mille külge ma gummist torukese abil gaasiärawiiwa torukese kinnitan, mida ma ennem hapniku

korjamisel (joon. 24.) tarwitasin. Nüüd walan ma trehtri läbi soolahapet, ja kohe wõid sa gaasi sündimist märgata.

Õ — n e. Pane tema korjamiseks ruttu pudel üles!

Õ — j a. Ei, ennem korjan ma gaasi katseklaasidesse. Üks on juba täis. Ma wôtan ta ja panen tule juurde, mis nüüd sünnib?

Õ — n e. Mitte midagi. See oli wist küll õhk, mis pudelis oli!

Õ — j a. Õige, ma kordan katset.

Õ — n e. Nüüd kuulduw paug ja wile!

Õ — j a. Ma wôtan weel mõne proowi. Esimesed annawad weel paugu, aga nüüd põleb gaas täiesti rahulikult, nagu wesinik, mis meie weest natriumi abil saime. Nüüd wõime meie teda pudelitesse korjata, ja kui gaasi sündimine vähemaks jääb, siis on tarwis ainult natuke soolahapet juurde lisada, et ta uuesti suuremal mõõdul ilmuks.

Õ — n e. Ole nii hea ja seleta mulle kõike seda!

Õ — j a. Heameelega. Esiteks waatame wesiniku sündimist kloorwesinikust ja tsingist lähemalt järele. Siin sünnib seesama, mis wesiniku sündimisel weest ja rauast. Kloorwesiniku juurest läheb kloor heameelega tsingi juurde, ja sellepärast wabaneb wesinik. See katse on selle poolest parem, et ta hariliku temperaturi juures korda läheb ja et tema juures kardetawa metalliga, nagu natrium, ümberkäimist ei ole.

Õ — n e. Sellest saan ma aru. Aga millega wilet ja paukumist seletada?

Õ — j a. Waata, siin on mul katseklaas pooleni weega täidetud. Ma katan ta pöidlaga ja panen tema otsa wee sisse. Poole katseklaasi sisse jääb wesi. Katseklaasi teise poole täidan ma wesinikuga, mis enam ei wilista. Kui ma nüüd selle wesiniku ja õhu segu tule juurde panen, siis . . .

Õ — n e. Pagan wôtaks! Kui wali paug!

Õ — j a. Nüüd näed siis sina, et õhu ja wesiniku segu põlemalõõmise juures paugub ja puhas wesinik

ilma millegi mürata põlema hakkab. Kui niisugune segu pudelis põlema lööb, siis lõhkeb wiimane harilikult ja tema tükid wõiwad tõsiselt haawata. Et meie pudelis, kus wesinik sündis, ennem õhk oli, siis pidi temas kõige pealt niisugune kardetaw segu sündima, ja ainult peale selle, kui wesinik kõik õhu wälja surus, hakkas ta puhalt wälja tulema. Sellepärast, kui wesinikku korjata tahetakse, tehtakse ennem ikka niisuguseid proowisid, ja ainult siis, kui ta rahulikult põlema hakkab, wõib teda korjata.

Õ — n e. Tähendab, pauk on reaktsion õhu peale, mis wesinikus on. Aga mispärast see pauk sünnib?

Õ — j a. Et põlew wesinik igal pool segu sünnitas hapnikuga, mis tal põlemise juures tarwilik on, siis läheb leek, mis ühel kohal sündis, kohe igale poole laiali. Aga kui õhu sees puhas wesinik põleb, siis wõib tema ühine mine hapnikuga, see on põlemine, ainult sel kohal sündida, kus mõlemad gaasid kokku puutuwad ja segi lähewad. Kokkupuutumise pinna kuju saab leegi kuju olema. Kas sa wõid mulle nüüd ütelda, mispärast rahulikult põlewal leegil, näituseks küünla leegil, koonuse kuju on?

Õ — n e. Las' ma mõtlen. — Jah, sel mõõdul, kuidas põlew gaas üles tõuseb, jääb teda ikka vähemaks, ja leek peab ikka kitsamaks minema.

Õ — j a. Õige. Aga lähme wesiniku juurde tagasi. Ma täidan temaga kaks klaasi ja panen ühel suu ülespidi, teisel alaspidi. Missugusesse jääb wesinik alale.

Õ — n e. Kui sa seda küsid, siis muidugi mitte ilma mõne taga mõtteta, ja õige wastus saab selle wastand olema, mis paistub. Nii ütlen mina siis ümberpöördukt: wesinik jääb allapoole pöördud suuga klaasisse.

Õ — j a. Waatame järele Esiteks panen ma tule ülespidi pöördud pudeli suu juurde ja katsun tema sisu põlema panna: sest ei tule midagi wälja, kui ma sinna põlewa peeru panen, siis põleb ta edasi; tähendab, seal on õhk. Aga nüüd wõtan ma teise klaasi ja panen ta tasakaalus tule juurde.

Õ — n e. Wesinik jäigi temasse, ta põleb ja wilib, see on imelik!

Õ — j a. Tuleta omale meelde, mis ma sulle wesiniku erikaalust rääkisin.

Õ — n e. Et ta kõigist ainetest kõige kergem on. Aga ometi on tal kaal ja sellepärast peab ta wajuma. Ahaa, nüüd ma tean ta on õhust kergem ja tõuseb sellepärast üles, nagu kork wee sees. Aga tühjuses peaks ta wist maha wajuma?

Õ — j a. Jah, kui ta wedel ehk kindel keha oleks olewat. Aga gaas laguneb tühjuses igale poole laiali, seni kui ta teda ühetasaselt täitnud on. Kas sa nüüd sellest katsest aru said?

Õ — n e. Wesinik püüab õhu sees üles tõusta, ja kui ta ülewal augu leiab, siis tõuseb ta, aga kui auk all on, siis peab ta jääma.

Õ — j a. Õige, selle tasuks näitan ma sulle ühe ilusa katse, mis sulle wõimaluse annab sellest weel paremini aru saada. Siin on mul natuke seebiwett. Nüüd kinnitan ma riista külge, mille abil wesinikku saab, gummist torukese ühes tema küljes olewa klaastorukesega; wiimasesse panen ma tükikese puuwilla ja pistan siis tema otsa seebiwette.

Õ — n e. Riist mõistab seebimullisid puhuda!

Õ — j a. Nüüd sunnin ma teda kaunis suuri mullisid sünnitama; nemad eranewad ja tõusewad üles, kui õhupallid.

Õ — n e. Oh, kui ilus, aga mispärast sa torukesesse puuwillu panid?

Õ — j a. Wesinik toob enesega ühes sellest wahust, mis klaasis sünnib, arwuta palju wäikesi happetilgakesi, ja kui niisugune tilgake seebimullise puutub, siis lõhkeb wiimane kohe. Puuwill aga peab tilgakesed kinni, nii et nad mulini ei pääse.

Õ — n e. Aga kas mitmewärwilistes gummipallides, mis uulitsal müüdakse, ka wesinikku on?

Õ — j a. Muidugi.

Õ — n e. Mul oli ükskord niisugune pall, aga ta tõusis nagu kord ja kohus ainult esimesel päewal, teisel päetõusis ta wäga wähe ja wiimaks ei tõusnud enam sugugi. Kas temas olew wesinik raskemaks läks?

Õ — j a. Ei. Aga wesinik on nii peenike aine, et õhuke gummikoor teda kaua kinni pidada ei jõua. Ta tuleb sealt wälja, ja tema asemele tungib natuke õhku.

Õ — n e. Ahaa, sellepärat läkski pall palju pisemaks. Mina mõtlesin, et ta halwasti kinni pandud oli, aga ta oli wäga kindlasti tehtud.

Õ — j a. Õige. Sellepärast ei ole hea wesinikku mõnes astjas hoida. Suuremalt jaolt tuleb ta wälja ja õhk tungib sisse, ja wäga kergesti wõib paukuw gaas sündida.

## 18. Paukuw gaas.

Õ — j a. Mis õppisid sa eila wesinikust?

Õ — n e. Et teda tema ühisustest selle läbi saada wõib, et meie mitmesuguste ainete abil tema ühisustest need elemendid ära wõtame, millega ta ühinenud on. Wee seest, milles ta hapnikuga ühinenud on, wõib teda raua ehk natriumi abil wälja ajada.

Õ — j a. Aga milles lähewad need metallid üksteisest lahku?

Õ — n e. Raud ajab wesiniku õõgumise temperatuuri juures wälja, natrium aga hariliku temperatuuri juures.

Õ — j a. Ja edasi?

Õ — j a. Wõib ka kloorwesinikku ja tsinki wõtta. Siis wõtab tsink kloori ära ja wesinik jääb wallali . . .

Õ — j a. Missugused omadused on wesinikul?

Õ — n e. Ta on wärwita nagu õhk, aga palju kergem. Aga sa ei ütelnud weel mulle, kui palju ta õhust kergem on.

Õ — j a. Tema erikaal on umbes 14 korda vähem kui õhu oma. Liiter õhku, mis selles pudelis on, kaalub vähem kui 1,11 grammi. Mis sa weel wesinikust tead?

Õ — n e. Ta põleb õhu käes, ja kui teda esialgselt õhuga segada, siis annab ta selle juures kõwa paugu, sest et põlemine kõiges masses laiali laguneb.

Õ — j a. Täiesti õige. Mis saab wesinikust peale põlemise?

Õ — n e. Sellest ei ole sa mulle mitte kõnelenud.

Õ — j a. Seda wõiksid sa ise arwata. Mõttele järele, mis sünnib põlemisel.

Õ — n e. Ained ühinewad õhu hapnikuga.

Õ — j a. Õige. Mis sünnib siis, kui wesinik hapnikuga ühineb? Kas sa ei mäleta, mis meie niisuguse ühisuse üle rääkisime? Mis ühisus see oli?

Õ — n e. Sa rääkisid, et see wesi olewat. Kas siis tõega jälle wesi sünnib?

Õ — j a. Muidugi sünnib wesi. Meie wõime kohe seda tõestada. Tuleta meelde, kuidas ma sulle wee saamist küünla põlemise juures näitasin.

Õ — n e. Jah, suure klaasi abil, mida sa tule peal hoidsid. Klaasi peale tuliwad wee piisad.

Õ — j a. Sedasama wõime meie ka wesiniku leegiga teha. Ma kinnitan riista külge peenekstehtud otsaga klaastorukese ja panen wäljatulewa wesiniku põlema (joon. 25). Kohe ilmuwad klaasi peale weepiisad.

Õ — n e. Kuidas peenendatakse torukese otsa?

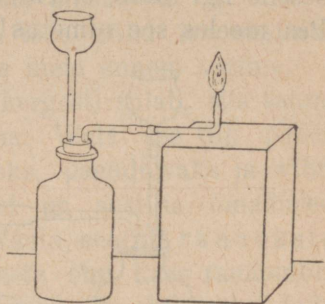
Õ — j a. Klaastorukest pööratakse leegi sees, seni kui tähendatud kohal klaas pehmeks läheb; siis wenitatakse toruke pikemaks ja lõigatakse ta peenikesest kohast wiiliga pooleks.

Õ — n e. Ole nii hea, lase mind seda teha. Nii, nüüd on toruke pehme ja ma hakkan teda wenitama. Ah, kui peenikese niidikese ma sain!

Õ — j a. Sa wenitasid liig tugewasti ja ruttu. Siiski, ka see peenike niidike on ikka weel toruke, sest et klaas wenitamise juures mitte kokku ei sula.

Õ — n e. Kas tõesti? Raske on mul seda uskuda, et nii peenikesed torukesed olla wõiwad.

Õ — j a. Murra üks tükkike ja kasta tema ots tin-disse, siis näed sa, kuidas must wedelik tema sisse im-bub. Aga meie peame tagasi oma wesiniku juurde minema. Wesinik ei wõi mitte üksi wallalise hapnikuga ühi-neda, waid ta wõib hapnikku ka ta ühisustest ära wõtta. Kas sa mäletad weel elaw-hõbedaoksidi? Mis aine see oli?



25.

Joon. 25.

Õ — n e. Punane pul-ber; elawhõbeda ühisus hapnikuga.

Õ — j a. Õige. Siin wõtan ma natuke elawhõ-bedaoksidi, kalkan ta katseklaasisse, mille ma riista külge, mida meie wesiniku saamiseks tarwitasime, kinni-tan. Sellesse katseklaasisse lasen ma wesinikku ja hakkan teda ette w a a tlikult soojendama (joon. 26).

Õ — n e. Katseklaasi tagumises otsas ilmub uuesti elawhõbe.

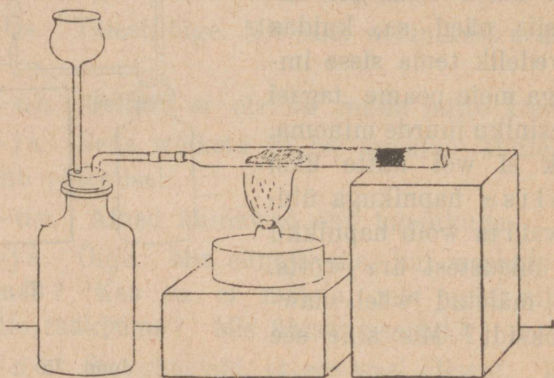
Õ — j a. Õige; aga mis sünnib edasi?

Õ — n e. Ma näen läbipaistwaid weesarnaseid til-kasid; kas see tõega wesi on?

Õ — j a. Muidugi. Siin wõttis wesinik elawhõbeda-oksidilt hapniku ära ja sünnitas wee, ja elawhõbe ilmus wallalises olekus.

Õ — ne. Kas teiste hapniku ühisustega niisamuti sünnib?

Õ — ja<sup>a</sup>. Mitte kõikidega, aga väga suure hulgaga. Suurem jagu raskete metallide oksidid wõib sel teel metallideks muuta. Seda protsessi nimetatakse wä h e n e m i s e k s, mille wastand h a p n e m i n e on. Selle metalli oksidiks muutumine on hapnemine ja oksidi metalliks muutumine on wähenemine. Et wesinik wiimasele protsessile ligi aitab, siis nimetatakse teda w ä h e n d a j a k s. Pea meeles see nimetus!



26.

Jo n. 26.

Õ — ne. Ma sain jälle palju uut teada.

Õ — ja. Ma kergitan sinu ülesannet sellega, et ma sulle weel mõne katse näitan. Waata, seda musta pulbrit nimetatakse w a s e o k s i d i k s; ta sünnib kergesti, kui meie waske õhu käes kaua soojendame. Ma wõtan natuke seda pulbrit torukesesse, lasen tema läbi wesinikku ja soojendan jälle. Kas näed, kuidas wask ilmub?

Õ — ne. Jah, terad lähewad punaseks kui wask, ja edasi sünnib torukese seinte peal jällegi wesi.

Õ — ja. Nüüd wõtan ma tule ära ja lasen torukese ära jahtuda, kuna ma wesinikku weel läbi lasen minna. Nüüd wõin ma punased terakesed wälja kallata; pigistan

ma terakesed uhmri sees katki, siis wõid sa näha, kuidas nad metalli läike omandawad.

Õ — n e. Küll on ilus! Mispärast nad alles peale õerumist läikima hakkawad?

Õ — ja. Ennem oli wask kore; et waseoksidist hapnik lahkus, sellepärast wõttis wask omale käsna näo. Waata, seda kollast pulbrit kutsutakse seatina oksidiks, mis . . .

Õ — n e. Seatina ja hapniku ühisus on.

Õ — ja. Wäga hea. Katsu teda nüüd ise wesiniku abil wähendada. Tee nii, kuidas meie ennem tegime.

Õ — n e. Jah. Et seatina kergesti sulab, siis saame meie teda kohe wedelas olekus. Wala see tilk paberi peale, ja sa näed, et ta pehmeks, paenduwaks ja wibu-wuseta metalliks hangub; need on seatina omadused. Nüüd teeme midagi iseäralist. Waata, see on raua oksid, mis meie ennem saime, kui meie õhu käes rauapulbrit põletasime. Katsume seda oksidi wesiniku abil wähendada.

Õ — n e. Kuidas seda siis teha wõib? Sa ju ise ütlesid mulle, et raud tugewam on kui wesinik, sest et ta weelt hapniku ära wõtab ja wesiniku wälja ajab. Kuidas wõib siis siin wesinik rauast tugewam olla?

Õ — ja. Tarwis on ka niisuguseid katseid teha, mille kordaminekuks midagi tagatist ei ole, sest et iga meie poolt tehtud otsus mitte weata ei ole ja sellepärast peab ta katsega järele katsutama.

Õ — n e. Asi läheb õige huwitawaks. Näed, et midagi wälja ei tule, ainult terad lähewad natuke mustemaks.

Õ — ja. Waata tähelepanelikult neid torukese jagusid, mis tulest kaugemal on!

Õ — n e. Jah . . . nähtawasti ilmuwad siin tõesti weetilgad. Ühelt poolt paistab, et siin midagi ei sünni, teiselt poolt, et midagi ikka on.

Õ — ja. Ma lasen torukese jälle ära jahtuda, kuna wesinik weel temast läbi käib. Õeru nüüd musta kogu uhmri sees, nagu meie seda wasega tegime.

Õ — n e. Ta lööb ka läikima.

Ô — j a. Tähendab, see on ka metalline raud.

Ô — n e. Ole nii hea, seleta mulle, kuidas niisugune wastolu sünnib. Mina mõtlesin, et looduseseadused alati oma jõus on.

Ô — j a. Missuguse looduseseaduse üle, sinu arwates, meie siin astusime?

Ô — n e. Mõni meile antud jõud ei wõi korruga teisest suurem ja vähem olla. Ennem oli raud wesinikust tugewam, aga pärast on wesinik rauast tugewam. Selles seisab wastolu.

Ô — j a. Wastolu tuleb ainult sellest, et sa omale keemialiste protsesside põhjust kui mehaanikalist jõudu ette kujutad; aga niisugust jõudu ei wõi siin mitte tõestada ehk mõtta.

Ô — n e. Missugune on siis õige põhjus?

Ô — j a. Tahaksin ma selle küsimuse peale wastata, siis ei saaks sa minust mitte aru. Sa pead ennem paljude keemialiste ilmuwustega tuttawaks saama, kui sa nende peale teoretikaliselt waadata tahad.

Ô — n e. Aga kas sa ei wõiks mulle mõnda näpunäidet anda, mis mind õigele teele wiiks?

Ô — j a. Muidugi. Sinu enese wale-ettekujutustest wälja minnes wõin ma sulle neid teha. Inimene wõib enesega kaunis palju wett kaasa wõtta; aga kui wett liig palju on, siis wõib wesi inimese ära wiia.

Ô — n e. Järgnewalt mõtled sina, et keemialise muutumise juures kõik sellest oleneb, missugust ainet suuremal mõõdul on?

Ô — j a. Umbes nõnda. Aga meie peame oma wesiniku juurde tagasi tulema. Sa tead nüüd, et wesiniku ja hapniku ühinemisel wesi sünnib ja et selle tarwis hapnikku teistest ühisustest wõtta wõib. Aga selle juures sünnib weel midagi muud. Ma panen oma wesiniku saamise riista uuesti käima ja süütan wesiniku põlema, peale selle, kui ma paukuwa gaasi wälja saatnud olen. Sa näed, et leek wäga kahwatu on.

Õ — n e. Esialgselt on leek ikka sinikas, siis läheb ta ikka walgemaks, kuni ta wiimaks kollaseks saab.

Ô — j a. See tuleb sellest, et klaastoruke, millest wesinik wälja tuleb, kuumaks läheb. Klaasi sees on element n a t r i u m, mis sulle juba tuttaw on; üks jagu seda elementi aurab kuumast klaasist ära, ja see aur wärwib leegi kollaseks.

Õ — n e. Kuidas see sünnib?

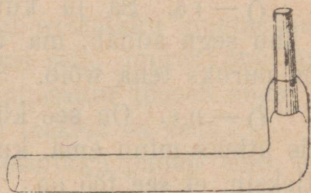
Õ — j a. Kuum natrium saadab kollaseid kiiresid wälja, umbes nagu metalline wask näituseks punaseid kiiresid peegeldab. Leegi kollaseks saamine on reaktsion natriumi peale, sest et ta alati ilmub, kui natrium on, ja jälle ära kaob, kui teda ei ole.

Ô — n e. Aga peaaegu iga leek on ju kollane.

Ô — j a. Ja, peaaegu igas põlewas aines on natriumi olemas; selle juures on ainult tema kõige pisemaid jälgesid tarwis, et leek juba kollase wärwi omandaks. Aga meie wõime ka puhast wesiniku leeki saada. Siin on mul tükike platinplekki; ma teen ta tulel pehmeks ja käänan ta kindlalt sukawarda ümber; sel wiisil saan ma tarwitamiseks täiesti kõlbawa platintorukese. Wiimase pistan ma mõne millimeetri jao maad teise natuke laiema klaasist torukese sisse ja soojendan peale selle seda kohta. Sa näed, kuidas klaas kindlasti platini külge hakkab; nüüd sulas klaas ümberringi ära; sellega saime meie lambi platinist suuga, mille ma pärast õigeks nurgaks painutan (joon 27).

Õ — n e. Aga mis pärast platinit tarwitada?

Ô — j a. Sellepärast, et see metall väga raske on su-



. 27.

Joon. 27.

lama ja väga wähe keemialiselt enese peale mõjuda laseb. Kui ma selle lambi meie wesiniku saamise riista külge kinnitan, siis wõin ma sündiwat gaasi tundide jooksul põletada, aga leek ei lähe mitte kollaseks. Nüüd

hoian ma platintraadikese otsa wesiniku sees; mis wõid sa tähele panna?

Õ — n e. Traat särab väga heledasti; nähtawasti on leek väga kuum.

Õ — j a. Täiesti õige; õõguw keha särab seda heledamini, mida kuumem ta on. Gaaside juures ei ole see mitte nii; õõguw weeaur särab väga nõrgalt; sellepärast on wesiniku leek wärwita, ehk ta küll iga teise tema sisse pandud keha särama paneb.

Õ — n e. Iga?

Õ — j a. Igaühe, mis ainult mitte ära ei sula ega aura. Siin on mul üks tükike murdunud kuumamise-wõrgust; waata, kui heledasti ta särab. Raudtraat särab ka esialgselt, aga peagi sulab ta ja põleb ära. Nii siis, ütle, mis sünnib leegi sees peale wee?

Õ — n e. Soojus.

Õ — j a. Õige. Mis on soojus? Tuleta omale meelde, mille üle meie hiljuti rääkisime, kui meie põlemise küsimuse juures olime.

Õ — n e. Jah, sa tarwitasid siis iseäralist nimetust; mulle paistub, et see energia oli.

Õ — j a. Täiesti õige. Mis on energia?

Õ — n e. Kõik, mis tööst saada wõib ja mida tööks muuta wõib. Kuidas wõib siis põlewast wesinikust tööd saada?

Õ — j a. Sa ju kuulsid, kui kõwa paugu wesiniku ja õhu segu annab; ma ütlesin sulle ka, et ta iga klaasnõu puruks teha wõib. Selle peale tarwitatakse ju tööd.

Õ — n e. On see küll töö! Ma tahaksin teada saada, mis ütleks minu ema, kui ma nõusid purustaksin ja talle ütleksin, et see töö on.

Õ — j a. Aga siiski on see töö, sest et ta teatawaid jõu-kokkuwõtteid nõuab. Muidugi ei ole see mitte kasulik töö. Aga kui mölder teri peenikeseks teeb, siis teeb tema weski niisamasugust tööd, mis aga väga kasulik on.

Õ — n e. Kas ei wõiks ka paukuwast gaasist kasulikku tööd saada?

Ô — ja. Muidugi wõib. On niisugused masinad olemas, kus paukuw gaas, mis õhust ja tulegaasist walmistatud on, ära põleb; tulegaasi plahwatus paneb pumbakannu liikuma, ja sel ajal, kui masin edasi keerleb, saab gaas ja õhk uuesti sisse imetud, jälle sünnib paukuw gaas mis uuesti plahwatab. Niisuguseid gaasimasinaid tehtakse praegusel ajal wäga suurel mõõdul ja teatawas wahekorras on nad aurumasinastest palju paremad.

Ô — ne. Wõib olla, et automobili-masinad niisamuti ehitatud on. Nemad ähiwad ju kangesti.

Ô — ja. Jah, ligikaudu nii; paukuw gaas sünnib neis aga bensiniaurust.

Ô — ne. Tähendab, paukuwat gaasi wõib mitmesugustest gaasidest walmistada?

Ô — ja. Kui põlewaid gaasisid ehk auru niipalju õhu ehk hapnikuga segada, kui neil põlemiseks tarwis läheb, siis sünnib ikka paukuw gaas. Asi seisab selles, et sarnastel juhustel tuli ühe korraga kõige masse sees laiali laguneda wõib, mis ka korraga ära põleb; kuna harilikult põlemine ainult seal sünnib, kuhu õhk ligi pääseb.

Õ — ne. Jah, seda seletasid sa mulle juba kord.

Õ — ja. Ma seletasin sulle ka midagi muud. Kuidas wõidakse wesinikutule temperatuuri kõrgendada? Tuleta omale meelde, mis ma sulle põlemisest õhu sees ja puhtas hapnikus kõnelesin.

Õ — ne. Jah, ma tean: kui wesinikku puhtas hapnikus põletada, siis ei ole tarwis selle juures õhu lämmastikku soojendada, ja tule temperatuur tõuseb enam.

Õ — ja. Õige! Aga kuidas teeksid sa seda?

Õ — ne. Ma põletaksin wesinikku pudeli sees, kus hapnik on.

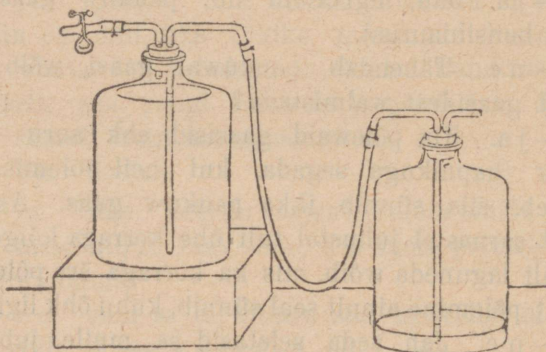
Õ — ja. See wiis on õige, aga ei ole mitte kohane... Tarwis ainult hapnikku wesiniku leegisse puhuda, ja juba saame meie õige kõrge temperatuuri.

Ô — ne. Aga kuidas seda siis teha?

Ô — ja. Meie wõiksime hapnikuga suure gummi-palli täita ja siis teda kokku pigistada; hapnik tuleks siis

august pikkamisi wälja. Aga ma näitan sulle ka, kuidas korralikku gaasimõõtjat (gasmõõrit) teha. Siin on mul kaks kaunis suurt pudelit, mille punnidel kaks auku sees on. Ühte auku käib klaasist sifonitoru kuni pudeli põhjani, teise — lühike painutatud toruke (joon. 28). Mõlemad sifonitorukesed on üksteisega gummitoru-kese abil ühendatud, ja üks neist on weega täidetud.

Ô — n e. Ma ei wõi omaile mitte ette kujutada, milleks see kõik on.



28.

Joon 28.

Ô — j a. Pane tähele: nüüd ühendan ma hapniku sünnitamise riista weega täidetud pudeli painutatud torukesega ja panen teise pudeli natuke madalamale. Kui ma nüüd soojendamise läbi hapnikku sünnitama hakkan, siis läheb ta ülemasse pudelisse, ja wesi hakab wiimasest gummitoru läbi alumisesse pudelisse woolama.

Õ — n e. See on wäga kena.

Õ — j a. Nii, nüüd on ülemine pudel hapnikku täis. Ma panen hapniku sünnitamise riista kõrwale ja gummitoru külge pihid.

Õ — n e. Mis asi see on — pihid?

Õ — ja. See on traadist wedru, mis gummitorukese nii kinni pigistab, et ta enam midagi läbi ei lase. Nii-suguseid pihtisid on väga kerge walmistada, ja nad panewad toru paremini kinni kui kraan; sellepärast on nad keemias väga laialiselt tarwitusel.

Õ — n e. See meeldib mulle: lihtne ja hõlpus.

Õ — ja. Nüüd wõime meie oma hapnikku tahtmise järele wälja lasta. Selle tarwis pean ma weega pudeli ainult natuke kõrgemale panema; siis saab hapnik kõrge weesamba surwe alla ja hakkab ruttu wälja woolama, kui pihid lahti päästetakse. Kui pihid kinni panna, siis lõpeb ka hapniku wool; kui ma kauemat aega hapnikku ei tarwita, siis panen ma ülemise pudeli madalamale, et hapniku peale mitte ilmaaegset surwet ei oleks.

Õ — n e. See meeldib mulle väga.

Õ — ja. Nüüd panen ma oma platinotsaga klaas-toru gasomeetri külge, nii et ta tasakaalus pirituselambi tule peale sihitud oleks. Kui nüüd hapnikku lasta, siis kaldub leek kõrwale, saab vähemaks, terawamaks ja palju palawamaks.

Õ — n e. Ta sai ainult natuke heledamaks.

Õ — ja. Ma panen leegisse peenikese platinotraadikese; sa näed, et ta mitte ainult walgeks ei lähe, waid koguni kohe sulama hakab. Näed, traadikese otsa sündis ilus ümargune kera; kui traadikest edasi soojendada, siis kukub ta maha.

Õ — n e. Tuli on nii hele, et ta peale waewalt waadata wõib. Aga sa tahtsid ju mulle wesiniku tule temperaturi näidata.

Õ — ja. Piirituselambi tules põleb ka peajasjalikult wesinik, mis piirituse sees on. Aga et head wesiniku tuld saada, selleks peame meie oma riista natuke suuremaks ja otstarbekohasemaks tegema. Sel kujul, kuidas ta meil praegu on, annab ta meile palju gaasi, kui meie wärsket hapet juurde walame, aga peale walamise jääb gaasi sündimine ikka vähemaks, nii ei ole meil wõimalik

ühetasast tuld saada. Meie walmistame omale niisuguse riista, mis igakord niipalju gaasi annab, kui tarwis on.

Õ — n e. Ma tahaksin wõimalikult ruttu seda teada saada, kuidas sa niisugust riista walmistad.

Ô — j a. Ma walmistan kaks pudelit punnide ja torukestega, nagu meie ennemgi hapniku saamiseks wõtsime, ainult natuke pisemad. Ühe neist pudelitest täidan ma tsingiga ja teisesse walan ma lahja soolahapet, wiimase pudeli tõstan ma natuke kõrgemale. Kui nüüd pihid, mis tsingiga pudeli küljes on, lahti päästa, siis woolab soolahape tsingi juurde, ning wesinik hakkab wälja tulema.

Õ — n e. Midagi ei tule weel.

Ô — j a. Sifonitoru ei ole weel mitte täis saanud, sellepärast ei wõi ta ka weel mitte töötada. Aga tarwis ainult puhuda soolahappe pudeli wähemasse torusse, ja kohe hakkab riist töötama.

Õ — n e. Jah, hape hakkab wahutama. Aga mispärast sa tsingipudeli põhja üle korra puutükkisid panid?

Ô — j a. Sa näed seda kohe. Ma pigistan toruke, mille läbi wesinik wälja tuleb, pihtidega kinni. Mis näed sa?

Ô — n e. Hape läheb sifonitoru läbi ülemasse pudelisse tagasi. Ahaa, nüüd saan ma aru, wesinik, mis enam mitte wälja ei tule, surub happe peale ja ajab ta alumisest pudelist ülemisesse.

Ô — j a. Täiesti õige. Aga et kõik hape pudelist mitte wälja aetud ei wõi saada, sest et ta põhi mitte sile ei ole, siis jääks üks jagu hapest tsingi peale edasi mõjuma. Aga nüüd puutub hape ainult puutükkidesse.

Õ — n e. See on tore; täielik automat!

Ô — j a. Nii; nüüd proowin ma wesiniku puhtust ja panen ta alles siis põlema, kui selgusele olen tulnud, et ta puhas on. Tule sean ma pihtide abil nii, et ta kaunis suur oleks. Selle tarwis on pihtide küljes kruwi (joon. 29). Nüüd panen ma otsa, mille läbi hapnik tuleb, tulesse, ning sa näed, et tuli jällegi pisemaks ja terawamaks saab. Platintraadike sulab tema sees palju rutemini kui enne-

malt. Kui meie uuri teraswedru tüki tules hoiame, siis läheb ta ots walgeks ja hakkab wiimaks põlema, mille juures ta määratu palju sädemeid enesest wälja saadab, nagu hapniku sees põlemisel. Tükike teritatud kriiti kuumeneb ka selle tule sees ja annab selle juures peaaegu niisama pimestawat walgust kui päikenegi.

Õ — n e. Kui tore ilutuli!

Õ — j a. See näitab sinule, et tuli, mis puhtast wesinikust ja puhtast hapnikust saadakse, ehk lühedalt pa u k u w a g a a s i tuli tõesti wäga kõrges temperatuuriga on.



29.

Joon. nr .29.

Õ — n e. Kas meie wõime weel kõrgemat temperatuuri saada?

Õ — j a. Jah, see tuli on umbes 2000° soe, kuna elektrilambi sötuli elektrodide wahel kõrgema temperatuurini tõusta wõib, kuni 3000° C. Igatahes, sellel tulel on wäga kõrge temperatuur, mida meie ahjudes wõimata on kätte saada.

Õ — n e. Täna nägin ja õppisin ma palju!

## 19. Wesi.

Õ — j a. Täna waatleme wett juba selle järele, kui meie tema koosseiswate jagudega ja nende sündimisega tutwunenud oleme. Sa tead, et suurem osa maapinnast wee all on.

Õ — n e. Jah, umbes  $\frac{5}{7}$ .

Õ — j a. Aga wesi, millest mered, järwed ja jõed sündinud on, ei ole mitte puhas wesi, sest et temas palju teisi aineid sulatatud on.

Õ — n e. Merewee kohta tean mina, et temas keedusoola on, aga et teised weed mitmesuguseid teisi aineid sisaldawad, selle üle ei tea mina midagi.

Õ — j a. Kuidas saad sa aru, et mereweese keedu-soola on?

Õ — n e. Soolase maigu järele.

Ô — j a. Täiesti õige; aga kas kõigil teistel wetel, näit. wihma- ja hallikaweel, ühesugune maik on?

Õ — n e. Ei mitte, ükskord maitsesin ma wihma-wett, temal oli wäga halb maik.

Õ — j a. Tähendab, juba kõigi nende wete maigu wahest pidid sina järeldama, et nemad mitmesuguseid aineid sisaldawad. Siin on puhas wesi. Katsu teda.

Õ — n e. Temal on niisamasugune halb maik kui wihmaweelgi. Kuidas saadakse puhast wett?

Õ — j a. Destillerimise läbi, see on, wesi muudetakse esiteks auruks ja siis jahutatakse seda auru, seni kui ta jälle wedelaks weeks muutub.

Õ — n e. Mismoodi see siis wett puhastab?

Ô — j a. Harilikus wees olewad segud ei muutu mitte auruks, sest et nemad mitte aurawad ei ole. Ma wôtan wähe harilikku joogiwett ja panen temale natuke inti juurde, et sa selgesti näha wõiksid, et ta mitte puhas ei ole; kui ma seda musta wedelikku destillerin, siis saan ma läbipaistwa, puhta wee.

Õ — n e. Ma tahaksin heameelega näha saada, kuidas seda tehtakse.

Õ — j a. Mitmel wiisil; meie teeme seda esiteks kõige lihtsamini. Selle õhukese seintega kolbe katan ma auklise punniga, mille läbi ma temasse klaas-torukese pistan, mis waheda nurgana allapoole koolutatud on; nüüd walan ma musta wedelikku kolbesse ja soojendan teda kuni keemiseni (joon. 30).

Õ — n e. Aur tungib torukesesse, ja nüüd jooksewad tema mööda juba weetilgad; wesi on tõesti täiesti läbipaistew.

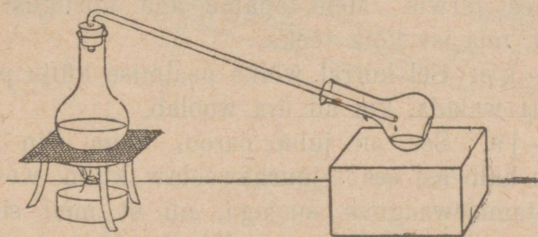
Õ — j a. Torukese alumise otsa paneme teise kolbesse, et oma destilleritud wett koguda.

Õ — n e. Selle teise kolbe sisemine pind on juba kõik kastega kaetud, ja nüüd ei tihene väljatulew aur enam mitte.

Õ — j a. Mil põhjusel lõppes auru tihenemine ?

Õ — n e. Kolbe soojenes juba liiasti, nii et ta auru enam jahutada ei suuda.

Õ — j a. Täiesti õige. Et destillermist nagu kord ja kohus täide saata, selleks peame omale jahutaja muretsema. Esialgselt teen ma seda väga lihtsalt, ma panen kolbe alla waagna külma weega ; siis hakkab kolbe jahtuma.



30

Joon. 30.

Õ — n e. Aga mis teeme meie siis, kui ka see wesi soojaks läheb ?

Õ — j a. Siis peame destillermise pooleli jätma. Siin on sinu ees väga tähtis asjaolu, millel väga suur tähtsus keemiatehnikas on: kõik tööd peawad nii sisse seatud olema, et nemad katkematada e d a s i k e s t a wõiksid. Selle tarwis peab tarwitatud materjal alati uuendatama ja üleaarune kõrwale toimetatama. Mis siin ära tarwitatakse ?

Õ — n e. Wesi, mis auruks muutub.

Õ — j a. Õige; peale selle weel soojus, mis auruks muutumiseks tarwilik on. Aga mis saab üleaaruseks ?

Õ — n e. Wesi, mis jahutamise waagnas soojaks on läinud. Aga teda wõib sifonitorukese abil kõrwale toimetada, mispeale jälle wärsket juurde walada wõiks.

Õ — j a. Väga hea; aga äradestillermitud wett wõib ka uuendada selle läbi, et meie kolbesse trehtri abil wett walame.

Õ — n e. Aga aur hakkab siis ju wälja tulema.

Õ — j a. Tarwis ainult trehtri ots wee sisse panna, ja juba ongi auru wäljapääsemine wõimata. Aga meie peame oma jahutamist weel arendama, sest et meie kolbe, millesse destilleritud wesi koguneb, ainult pooleldi wee sees on; selle läbi jääb aga pealmine jagu jahutamata, ja aur ei tihene mitte täiesti.

Õ — n e. Siis peame meie kolbet keerutama, sellega jahtuks ka ülemine pool.

Õ — j a. Aga kolbe keerutamiseks läheb aparati ehk inimest tarwis. Meie tahame aga niisugust jahutajat saada, mis ise kõik teeks.

Õ — n e. Sel korral wõiks pealmise külje peale nii palju wett walada, kui alt ära woolab.

Õ — j a. See on juba parem. Aga siin on meil weel üks halb asi ees: juurdewoolaw külm wesi segab end jahutamise waagnas soojaga, nii et meil siis wäga palju wett jahutamiseks tarwis läheks. Kas ei wõiks seda halbtust mitte kõrwale toimetada?

Õ — n e. Aga sa tahad juba liig palju!

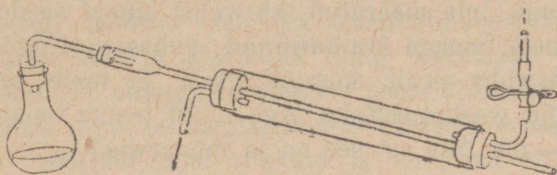
Õ — j a. Mõne tehnikalise ehk teaduslise ülesande selgitamise juures ei wõi meie iialgi saadud otsusega rahule jääda, waid peame ikka weel omale küsimuse ette panema: kas ei wõiks midagi weel arendada? Ja kui mõni halb külg ja arenematus nähtawale tuleb, siis on tarwis endalt küsida: kuidas seda kõrwale toimetada?

Õ — n e. Mina ei wõi selle tarwis midagi wälja mõtelda.

Õ — j a. Tähendatud halbtusest wõib järgmise jahutaja abil (joon. 31) mööda pääseda. Ta seisab sisemisest aurutorukesest ja wälimisest kattest jahutamise wee tarwis koos, seda katet wõib plekist walmistada. Katte mõlemates otsades on kahe auguga punnid; ühede läbi käib aurutoruke, teiste läbi lühikesed torukesed, millest alumine jahutamise wee juurdewalamiseks ja ülemine kõrwaletoimetamiseks on. Kruwiga pihid korraldawad wee woolu. Soe wesi jookseb ülevalt wälja.

Õ — n e. Mispärast külm wesi alt juurde woolab? Mina mõtlesin, et jahutamine rutemini läheb, kui meie külma wett otsekohe auru peale mõjuda laseksime.

Õ — j a. Ümberpöörduvalt, sel wiisil kaotaksime meie liig palju wett. Et soe wesi kergem on, siis tungiks tema ikka ülemale ja segaks end ühtepuhku külma weega. Aga kui külm wesi alt tuleb, siis on ta selle tarwis hea, et ta auru wiimased jäänused ära tihendab.



31.

Joon. 31.

Ülemale poole jõudes läheb wesi ikka soojemaks ja saab tema jahutamiseks nii täielikult ära tarwitatud, kui wähegi wõimalik, sest et tihe aur, mis ülevalt peale tuleb, juba peaaegu selle wee mõjul, mis ligi 100° soe on, tiheneb. Sel wiisil saab jahutamise wesi täielikult tarwitatud, sest et kusagil ilmaaegset külma ja sooja wee segamist ette ei tule.

Õ — n e. Ma hakkam aru saama, et see wäike aparat wäga kawalasti on wälja mõeldud.

Õ — j a. Siin tutwustad sa ennast esimest korda wastu woolu põhjuse mõtte tarwitusega. Sel ajal kui aur ülevalt alla tungib, sealjuures ikka enam ja enam soojust kaotades, woolab jahutamise wesi alt üles, niisama ühetasaselt soojust omandades. Edaspidi saad sa terve rea juhustega tuttawaks, kus sedasama kunstlikku wastu woolu wiisi tarwitatakse. Tema tarvitamine annab wõimaluse mitmesuguseid ülesandeid kõige tulusamalt korda saata.

Õ — n e. Ehk ma sellest küll täiesti aru ei saanud, siiski püüan ma omale ette kujutada, millal niisugused juhused ette tulewad.

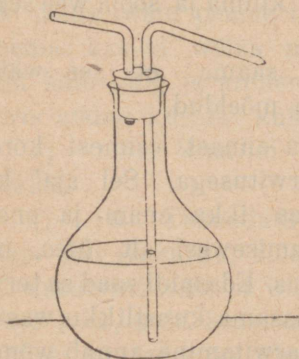
Õ — ja. Noh, nüüd on meil juba natuke destilleeritud wett; sa wôid järele proowida, et temal seesama maik on, mis ennem minu poolt sulle antud weel; igitahes tindi maiku ei ole temal sugugi enam olemas.

Õ — n e. Mispärast temal niisugune halb maik on, kuna kaewuweel seda sugugi ei ole ja see pealegi weel väga hea maitseb?

Õ — ja. Et meie juba lapsest saadik ikka kaewuwett joome, mis määratud kõrwalisi aineid sisaldab, siis oleme meie temaga ära harjunud; puhas wesi mõjub meie maigunärwide peale koguni teisiti, ja meie nimetame seda mõju wastumeelseks. Aga nüüd teeme omale pesija.

Õ — n e. Mis asi see on ja mistarwis?

Õ — ja. Meie peame oma keemialisteks katseteks puhast wett tarwitama, et kõrwalised ained meie sulatisses ei pääseks. Niisugust wett hoiamme meie ühe isäralise nõu sees alal, kus ta meil igal pool käe pärast oleks. Esiteks walmistan ma ühe klaastorukese, mis  $1\frac{1}{2}$  korda pikem on kui meie kolbe kõrgus ja siis weel ühe teise, natuke pisema. Pikemat torukest hoian ma tule peal, aeg-ajalt teda keerates, kuni klaas pehmeks läheb. Torukese ots läheb ikka enam ja enam kokku, ja kui pilu



32.

Joon. 32.

umbes  $\frac{1}{2}$  millimeetrit suur on, lasen ma klaasi ära jahtuda. Lühikese torukese murran ma tõmbi nurgana ja pikema — terawa nurgana. Wiimaks teen ma punni sisse kaks auku, pistan sinna need kaks torukest, ja pesija ongi walmis (joon. 32). Olen ma tema hoolsasti ära puhastanud, siis, täidan ma tema destilleeritud weega.

Õ — n e. Mistarwis kõike seda teha?

Õ — ja. Kui ma lühikesesse torusse puhun, siis jookseb wesi pikemast torust

peenikese joana wälja, mida sinnapoole pöörda wôin, kuhu ma ise tahan. Aga kui minul rohkem wett tarwis läheb, siis pööran ma kolbe ümber, ja lühikesest torust jookseb kaunis tugew juga wälja.

Õ — n e. Mulle näib, et sa ilma iseäraliste tagajärgedeta liig palju waewa nägid.

Õ — j a. Ei sugugi; pesija abil wôin mina niipalju igapäewaseid töösid kergendada, et tema peale raisatud waew peagi tasutud saab. Iga käsitöoline püüab omale wôimalikult häid ja arendatud riistu muretseda, ehk nad küll kallid on; niisuguste riistade peale äraraisatud kapital kannab suuri protsenta, sest et käsitöoline nende abil ühel ja selsamal ajal rohkem ja suurema wäärtusega tööd ära teha wôib. Keemikustele on pesija üheks niisuguseks arendatud riistaks.

Õ — n e. Aga minu isa rääkis minule Benjamin Franklini üle, et tema olewat öelnud, et hädakorral ka haamriga puurida ja puuriga saagida peab mõistma.

Õ — j a. See ei ole ka mitte halb, see tähendab, et oma abinõude tarwitamise juures mitte ühekülgne ei pea olema. Aga ükskord end hädas awitada ja korralikku tööd teha — seal on juba suur wahe. Ma wõiksin ka tiku abil kirjutada, kui ma ta tindisse kastaksin ja kui mul sülge mitte ei oleks, aga et sulega palju mônusamini ja rutemini kirjutada wôib. sellepärast annan ma sulle eesõiguse. Aga meie läksime oma asjast — weest — kõrwale. Mis wärwi on wesi?

Õ — n e. Ma mõtlen, ei ühtegi wärwi. Ta on wärwita.

Õ — j a. Jah, õhukestes kordades näib tema wärwita olewat. Aga paksu korrana on puhas wesi sinine.

Õ — n e. Kust see wahe siin tuleb?

Õ — j a. Wesi on nii wähe sinine, et seda õhukestes kordades sugugitähetele panna ei wõi. Aga alguses õppisid sa juba, et wärw seda selgemini nähtawale tuleb, mida paksem kord on. Kui puhas wesi wanni sees on, mille seinad walged on, siis wôib tema sinist wärwi juba tähetele panna.

Õ — n e. Järgmisel korral waatan ma järele, kas see ka õige on. Aga jões ei ole wesi mitte sinakas, waid pruunikas.

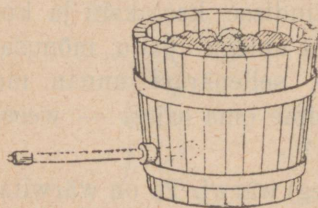
Õ — j a. See tuleb sellest, et jõewesi kõrwalisi aineid sisaldab, mis pruunikat wärwi on. Merewesi on suuremalt jaolt puhas ja sellepärast näib ta ka sinine olewat. Aga kui temas pruunikaid aineid juurde segatud on, siis saab tema wärwide segamise läbi rohelise wäljanägemise.

Õ — n e. Aga merewesi ei ole ju sugugi puhas, sest et tema keedusoola sisaldab.

Õ — j a. Täiesti õige; aga keedusool on wärwita, ja sellepärast ei muuda ta wee wärwi sugugi. Kui suur on wee erikaal?

Õ — n e. Seda mäletan ma weel; wee erikaal on 1, ja teda tarwitatakse erikaalu mõõtmisel kui üksust.

Õ — j a. Hea. See on wee erikaal  $+4^{\circ}$  C. juures, teiste temperaturide juures on tema erikaal wähem. Sel ajal, kui peaaegu kõik teised ained soojusest laienevad, tiheneb wesi, kui meie tema temperatuuri  $0^{\circ}$  kuni  $+4^{\circ}$  suurendame, ja ainult sellest temperatuurist kõrgemal hakkab tema uuesti laienema!



33.

Joon. 33.

Õ — n e. Seda tahaksin ma näha!

Õ — j a. Seda wõin ma sulle mitmesugusel teel näidata. Wõta puust pang, tee tema seina sisse põhjast natuke ülemale auk ja sellesse augusse pista punni abil soojamõetja. Siis pane pang wett täis, milles weel jäätükid on, ja lase teda natuke

aega seista (joon. 33). Natukese aja pärast saab alumine soojamõõtja  $+4^{\circ}$  näitama, kuna teine soojamõõtja, mis ülevalt wette on pandud  $+0^{\circ}$  näitab. Seleta mulle seda ära.

Õ — n e. Et weel erikaal  $4^{\circ}$  juures kõige suurem on, siis peab tema põhja koguma.

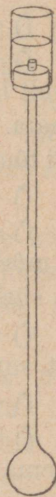
Õ — j a. Ôieti ütelda, sinu seletuses puudub weel midagi, aga peaausjalikult on ta ôige.

Õ — n e. Mul tuli praegu mõttesse, kas ei saaks seda mitte lihtsamini teha. Kui wett klaaskuuli, mis klaastorukese otsas on, panna nagu elawhõbedaga soojamõõtja juures tehtakse, siis saaks wesi 0° kuni 4° toru sees allapoole wajuma ja siis uuesti tõusma. Kas ei wõiks niisugust weest soojamõõtjat walmistada?

Õ — j a. Ta saab meil kohe olema. Siin on mul klaastoruke kaunis peenikese auguga, umbes  $\frac{1}{2}$  millimeetri suurune. Ma soojendan torukese otsa, seni kui tema seinad ühte sulawad, ja siis hakkab ma temasse puhuma; meie saame kuulikesse niisama kui seebimullide tegemiselgi. Torukese ülemise otsa külge panen ma korgi ühes laiema torukesega, millesse ma wett walan (joon. 34). Siis soojendan ma kuulikest ôige wähe: kohe hakkawad õhumullid eranema. Siis jahutan ma teda uuesti, ja selle järel koguneb kuulikesesse natuke wett. Wiimast soojendan ma kuni keemiseni; kui ma siis tule ära wõtan, tungib wesi kohe kuulikesesse ja täidab teda. Harilikult jääb kuulikesesse weel wäike õhumullike, mida kergesti wälja ajada wõin, kui ma esiteks wee ära jahtuda lasen ja siis torukest loodis hoides natuke soojendan. Mullike saab ülemale tõugatud ja tuleb peagi torukesest wälja.

Õ — n e. Aga kuidas niisuguse soojamõõtja peal skala walmistada?

Õ — j a. Ma wõtan ühe tükikese wana mõõdupalka millimeetriteliste jagatustega, paberist lindi nendesamasuguste jagatustega ehk midagi sarnast ja kinnitan ta laki abil torukese külge. Peale selle kui minu weest soojamõõtja juba toa temperatuuri omandas, walan ma ülemast jaost wee wälja. Nüüd annan ma selle aparadi sinu hoolde ja selle juurde weel ühe soojamõõtja. Kõida



34.

Joon. 34.

nad mõlemad nii ühte, et sul wõimalik oleks mõlemate skalande pealt jagatusi lugeda, ja pane nad mõlemad ühte suuremasse weenõusse. Siis märgi elawhõbeda pind ja wee pind üles. Siis pane weele natuke jääd juurde, nii et temperatuur umbes 2 graadi wõrra alaneks, ja sega teda mõnda aega (umbes 5 minutit), kuni wee pind weest soojamõõtjas enam ei muutu, ja märgi jällegi wee ja elawhõbeda pindasid. Tee nii edasi kuni 0°. Homme teadusta minule oma waatlemise tagajärgesid.

Õ — n e. Ma kardan, et sa minuga rahul olëma ei saa. Terwe pealelõunase aja töötasin ma eila soojamõõtjaga, aga kuidagi ei olnud mul wõimalik kätte saada, et wee wolum 4° juures kõige pisem oleks.

Õ — j a. Mis sa siis leidsid?

Õ — n e. Et ühes temperatuuri alanemisega ka wesi esialgselt langeb, aga juba umbes 8° juures jäi tema pind muutumata, ja kui ma jahutamist edasi jatkasin, siis hakkas wesi tõusma. Nii oli siis kõige pisem wolum ikka 8° juures.

Õ — j a. Millest see küll tulla wõis?

Õ — n e. Õieti ütelda, selle peale ma ei mõtelnudki. Ma mõtlesin igakord, et minu waatlemised ekslised on, aga siiski sain ikka ühed ja needsamad tagajärjed.

Õ — j a. Siis oliwad sinu waatlemised õiged. Missugust suurust sa waatlesid?

Õ — n e. Wee wolumi.

Õ — j a. Ei sa waatlesid ainult wee pinna seisukohta ja tema järele otsustasid wolumi üle. Et wee pinna seisukoha põhjal tema wolumi üle otsustada, selleks pead sa kindlasti teadma, kas soojamõõtja kuuli wolum mitte ei muutunud. Oled sina selle peale kindel?

Õ — n e. Anna mulle aega mõtelda. Jah, sest et ma ikka ühe ja sellesama temperatuuri juures ühe ja sellesama pinnakõrguse leidsin.

Õ — j a. Kena. Aga sellest wõid sa ainult seda järeldada, et ühe ja sellesama temperatuuri juures wolum mitte ei muutu. Kas sa märkad nüüd midagi?

Õ — n e. Sa mõtled, et kuulikese klaas soojusest laienes? Aga see asjaolu ei wõi siin suurt osa mängida, sest et klaas sedawõrt õhuke on, et tema wolum wee omaga wõrreldes mitte midagi ei tähenda. Ja selle wäeti wolumi tähenduseta laienemine ei wõi ju nii suurt wahet luua.

Õ — ja. Praegu tegid sa ühe loogikalise wea. Sa mõtlesid, et siin seda wolumi muutumist tähele pandakse, mis klaas oma alla wõtab. See ei ole mitte õige, sest et siin klaasist kuuli wolumi muutumist silmas peetakse, mis meie soojamõõtja kuulikese suuruse läbi — klaasist kuulikese muutumise suurune on, ja see wiimane muutumine on peaaegu niisama suur kui wee laieneminegi.

Õ — n e. Aga meie kuulike ei ole ju mitte läbi klaasist.

Õ — ja. Kujuta omale ühte täis kuulikest, mida ühetasaselt kuni määratud temperaturini soojendatakse; kas läheb see kuulikene lõhki ehk jääb tema terweks, see tähendab kas saab tema ühetasaselt laienema wõi mitte?

Õ — n e. Ma mõtlen, et ta terweks jääb, sest et ta ühetasaselt laienema saab.

Õ — ja. Õige. Nüüd kujuta enesele ette, et see kuulikene täielt üksteise sisse pandud tühjadest kuulikestest koos seisab; kas awaldab tema soojenemise juures teisi omadusi?

Õ — n e. Ma ei mõtle seda mitte. Ahaa, nüüd mõistan ma: wälimine tühi kuulike laieneb ikka ühesuguselt, olgu tema sisse sisemised kuulid pandud ehk mitte; järgnewalt laieneb tema nagu täis kuulike. See on kena!

Õ — ja. Nüüd näed sa ka selle asjaolu põhjust, et sa wee kõige pisema wolumi liig kõrge temperatuuri juures leidsid. Kui wesi mitte sugugi laienenud ei oleks, siis oleks tema pind aparadis alanenud, sest et kuulikese wolum selle juures suurenes. Ainult siis, kui wee ja klaasi laienemised ühesuurused on, jääb wee pind torukeses muutmata. ja see sünnib 80 juures. See, mida sina waatled, on järjekult wee ja klaasi laienemise wahe, aga

et esimese kindlat suurust teada saada, selleks peab ennem teist teadma, ning see ei ole mitte nii lihtne.

Õ — n e. Ohoo, ma mõtlesin oma tööd võimalikult hästi teha, ja nüüd näen ma, et waew asjata oli.

Õ — j a. See ei olnud sugugi asjata; nüüd nägid sina, kui palju tingusi iga katse juures silmas peab pidama, enne kui sa teada saad, mis tähendus temal on.

## 20. Jää.

Õ — j a. Eila tutwunesid sa wee mõne omadusega. Mis jäi sinul kõige paremini meelde.

Õ — n e. See, mis kõige suurema erikaalu kohta käib, ja need katsed, mis selle juures teha wõib. Ma tegin katse pange sees ja sain täiesti õiged tagajärjed.

Õ — j a. See asjaolu, et 4<sup>o</sup> juures wee erikaal kõige suurem on, annab temale looluse ökonomias väga suure tähenduse.

Õ — n e. Mis kasu wõib sellest pisukesest wahest loodusele olla?

Õ — j a. Kui mõni seisaw wesi, näit. järwewesi, talwel oma pinnal jahtuma hakkab, siis wajuwad jahtunud wee kogud seni põhja, kui terwe wee temperatuur 4<sup>o</sup>-ni alanenud on. Peale selle jääb juba enam külmem wesi peale, kus ta wiimaks jääks muutub; põhjas aga jääb temperatuur ikka 4<sup>o</sup> juurde, niisama kui katses pangega.

Õ — n e. Kaladel ei ole siis just mitte väga külm.

Õ — j a. See ei ole sugugi nii tähtis. Kui seda mitte ei oleks olnud, siis oleks jää kõik järwe põhja wajunud ja ta oleks täiesti ära külmanud, kuna oluliselt ainult jääkord wee pinnal sünnib. Kalad oleksiwad siis kõik hukka saanud, ja kewadel oleks sulamine palju kauem kestnud. Jookswates jõgedes, kus wesi alati segatud saab, wõib wesi ainult õige külmal talwel alla 0<sup>o</sup> jahtuda; sel juhusel sünnib põhjajää, mis tarwilikul mõõdul suurenedes pinnale tõuseb.

Õ — n e. Ma mõtlesin, et jääkord sellepärast järwe peale sünnib, et jää wee peal ujub.

Õ — j a. Just see asjaolu kaitsebki järwesid põhjani kinnikülmamise eest. See wiib meid jää omaduste juurde. Sa tead, et 0° juures wesi jääks muutub. Aga nüüd tahan ma sulle näidata, et nõnda mitte igakord ei sünni. Ma segan natuke peenekstehtud jääd keedusoolaga. Selle tõttu wajub temperatuur allapoole 0°, seda alamale, mida enam ma soola wõtan. Anna nüüd mulle oma weest soojamõõtja ja temaga ühes ka elawhõbedane. Minu jahutamisesegu temperatuur on — 5°; nüüd pistan ma temasse kuulikese ja lasen wee ära jahtuda.

Õ — n e. Wesi külmab kinni, ning kuulike lõhkeb.

Õ — j a. Siis walmistad sa omale uue. Aga sa pead weel kaua ootama, wesi ei külma mitte.

Õ — n e. Kuidas siis nii?

Õ — j a. Seni kui weel walmis jääd ei ole, wõib wett kaugele allapoole 0° jahutada, ja tema ei saa mitte ära külmama. Ainult peale seda, kui seda wett walmis jääga kokku puutuda lastakse, külmab ta silmapilk.

Õ — n e. Mispärast see nii on? Wabanda, ma tean, ma ei pea mitte nii küsima, waid: millest see oleneb?

Õ — j a. See on kaunis raske küsimus. Sa mäletad, et siis ikka 0°-line temperatuur on, kui jää ja wesi korraga ühes on. Aga kui ainult wett 0°-ist allapoole jahutada, siis wõib küll jää sündida, aga mitte just tingimata. See on wäga üldine nähtus: kui uute ainete ehk kujude sündimise tingused olemas on, siis ei sünni nemad harilikult mitte iseenesest, waid muutumise piirist wõib koguni enam ehk wähem üle astuda. Aga kui meil uued ained juba kord olemas on, siis ei ole enam ühtegi wõimalust muutumise piirist üle astuda, ning uute ainete paljus peab suurenema.

Õ — n e. Aga see ei ole ju mitte ilmuwuse seletus, waid ainult tema kirjeldus.

Õ — j a. Täiesti õige. Nüüd tead sa, missugustel tingustel niisugused ilmuwused sündida wõiwad ja kuidas

nad edasi wältawad. Mis sinule siis weel tarwis on? Kui sa keemiaga enam tutwuned, siis saad sa weel teisi siia käiwaid sügawamaid ilmuwusi teada, nii et sa omale nende wahekorda täiesti mitmekülgselt ette kujutada wõid. See on kõik, mis teadus kätte saada wõib, ja see ei ole sugugi wähe. Et meie tulewikus nende ilmuwuste üle kõneleda wõiksime, selleks ütlen ma sinule, kuidas neid kutsutakse. Seda, mis sa wee juures nägid, nimetatakse ülejahtumiseks — ja see ei ole mitte üksik sarnane nähtus; on weel terwe rida teisi sarnaseid ilmuwusi olemas, mille sisu kehade ühest kujust teise muutumise piiri üleastumises seisab.

Ô — n e. Ma näen, et mul weel palju õppida tuleb!

Ô — j a. Ega muidu ei õelda: inimene õpib oma eluaja. — Nii siis, jää ujub wee peal; mis sa sellest järeldad?

Ô — n e. Et jää weest kergem on.

Ô — j a. Kas sa mõtled, et hangumise juures wesi oma raskusest jao ära kaotab?

Ô — n e. Ei . . . wesi, mida jää wälja surub, kaalub enam kui jää.

Ô — j a. Kui teda wee sisse kasta. Ehk teiste sõnadega: kui wesi ära hangub, siis wõtab sündiw jää rohkema ruumi oma alla, kui wesi ennem seda tegi. Ning see wolumi suurenemine on kaunis suur: 10 wolumiosa wett annawad enam kui 11 wolumiosa jääd. See on ka wee iseäraldus. Teised ained wähenewad hangumise juures, nii et nad kindlal kujul iseene aine sees, mis sulatatud kujul on, põhja wajuwad.

Ô — n e. Kas see sellest tuleb, et wesi allpool +4° laieneb?

Ô — j a. See on küsimus, mille üle mitmed mõtlema on hakanud; aga kindlat wastust ei ole weel mitte saadud. Arwatawasti on see nii. — Oled sa mõnikord wee külmamist ka waadelnud?

Ô — n e. Sa mõtled wist siis, kui ta alles natuke ära on külmanud? Siis on tema pinnal pikad nõelad ja

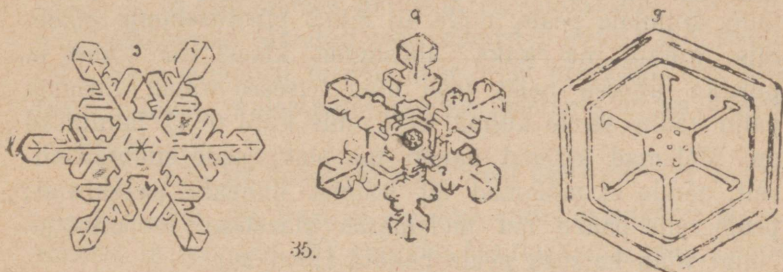
terawnurgelised roosid. Ma olen seda loikudes sagedasti tähele pannud.

Õ--j a. Need on kristallid, sest et jää kristalliline keha on.

Õ—n e. Ma tean, ma olen tihti kaunis suuri lumekristallisid näinud. Nad oliwad kõik kuuekiireliste tähtede ja kuuenurgeliste plaadikeste sarnased.

Õ—j a. Täiesti õige. Siin on lumekristallidest mõned üleswõtted (joon. 35) Jääroosid akende peal on niisama jääkristallid.

Õ—n e. Aga wiimastel ei ole korrapäralisi wäljasid.



Joon. 35.

Õ—j a. Et wesi klaasi peal liig ruttu ära külmab, siis ei wõi kristallid mitte täiesti korrapäraliselt ilmuda. Aga mõnikord wõib seal, kus klaas täiesti läbipaistew on, kaunis korrapäralisi kristallisid leida, mis aegamööda õhu sees olewast weeaurust endid wälja kristalliserisidwad.

Õ—n e. Sel juhusel on ka härm kristalliline?

Õ—j a. Muidugi; kui päike tema peale paistab, siis helgib tema kristallide wäljadelt, ning sellest tulebki häрма ilus läige. Jäätükid kinnikülmanud jõgede ja järwede peal paistuwad karwapealsema uurimise järele ka kristallilised olewat. Jääl on niisamasugune sinikas wärw kui wedelal weelgi.

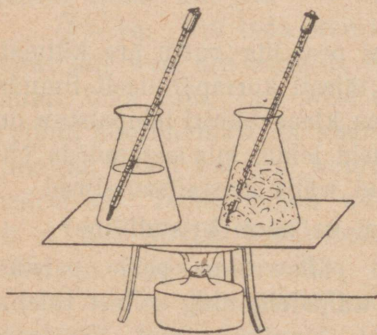
Õ—n e. Aga lumi on ju koguni walge! Oota, ma tean selle põhjust: sest et ta wäga pisukestest jaoketest

koos on (lhk. 15). Nüüd tuleb minul ka meelde, et suured jäätikid, mida talwel keldritesse weeti, mitmel kohal selget walkjassinist karwa oliwad.

Õ — ja. Suurtelt mägedelt, mis igawese lumega kaetud, weniwad orgudesse suured jääkogud; neid nimeatakse gletsheriteks ehk jääliugustikkudeks. Oma liikumisel lähewad nad sagedasti lõhki ja siis wõidakse pragudes sagedasti kõige ilusamat sinist wärwi näha.

Õ — n e. Sest et walgus seal läbi paksude jääkordade minema peab

Õ — ja. Õige. Nüüd kõneleme laiemalt jää sulamisest. Ma wõtan ühe tüki paksu raudplekki ja panen tema kolmjala peale, mille all minu piirituselamp põleb. Siis wõtan ma kaks ühesugust klaasi ehk kolbet ja puistan ühesse neist jääd ning teisesse walan niisama palju kaalu järele külma wett, mis kuni  $0^{\circ}$  C jahutatud on. Mõlemad klaasid panen ma pleki peale simmetriaalselt, nõnda et mõlemad alt soojust ühepalju saaksiwad; peale selle panen ma mõlemasse klaasisse soojamõõtja. Nüüd wõib katsega peale hakata (joon 36).



36.

Joon. 36.

Õ — n e. Mis pean ma tähele panema?

Õ — ja. Et jää teatawa paljuse soojust enesele wõtab ilma, et ta sealjuures soojeneks.

Õ — n e. Kuidas on see wõimalik?

Õ — ja. Waata nüüd: soojamõõtja weeklaasis näitab juba  $20^{\circ}$ , kuna teine jääklaasis ikka alles  $0^{\circ}$  näitab.

Õ — n e. Nii see peabki olema, sest et siin wesi ühes

jääga on, ja sellepärast peab temperatuur  $0^{\circ}$  juurde jääma.

Õ — ja. See on täiesti õige. Jää on just nõnda palju soojust ära neelanud, kui teda wee soojendamiseks

0° — 20°-ni tarwis läks, aga siiski ei ole jää soojemaks läinud. Aga mis sündis siis jääga?

Õ — n e. Osa temast sulab ära. Tähendab, jää sulamisel neelatakse soojust; kas ta tõesti sulamiseks ära tarwitatakse?

Õ — j a. Jah, just selleks. Mis on soojus?

Õ — n e. Üks energia ehk töö kujudest. Järgnewalt, et jääd weeks muuta, peame meie tööd raiskama.

Õ — j a. Täiesti õige. Ennem, kui energia mõiste weel täiesti kindlaks tehtud ei olnud, äratas see asjaolu uurijates väga suurt imestust, ning nemad ütlesiwad, et ehk siin küll soojust soojamõõtja abil märgata ei wõi, siiski on ta siin olemas, ainult ta on ennast siin ära peitnud; sellepärast nimetati seda soojust peitunud soojuseks. Seda nimetust tarwitatakse weel praegugi, ehk küll tema endise waleettekujutamise asemele enam õigem on astunud.

Õ — n e. Ma tahaksin seda weel paremini aru saada.

Õ — j a. Sa tead, et üleüldse antud seisukorra muutmiseks teatud tööd ehk energiat ära raiskama peab, nõnda ka siin. Nii näit., kui sa suhkrutükki peenikeseks tõugata tahad, siis pead sa selle peale jõudu ära tarwitama; nõndasamuti on lugu, kui sa keppi katki murda ehk traati painutada tahad. Nii siis, jää sulamine nõuab töö raiskamist, ja see töö wõib lihtsalt soojuse näol kätte muretsetud saada,

Õ — n e. Aga kas wõib seda tööd ka teisel teel muretseda?

Õ — j a. Muidugi; kui kahte jäätükki, mille temperatuur 0° on, üksteise wastu õeruda, siis hakkawad nemad sulama. Nii, nüüd sulas jää ära, ja soojamõõtja tõusis juba 0° natuke kõrgemale. Teine soojamõõtja näitab peaaegu 80°. Märgi enesele nüüd üles. Soojuse paljust, mida 1 grammi wee 1 graadi peale soojendamiseks waja läheb, nimetatakse kaloriaks, lühendatult kirjutatakse kal. Et 1 grammi wett 80 graadi peale soojendada, selleks läheb 80 kal. waja; et 200 gr. wett 30 graadi

peale soojendada, selleks läheb  $200 \times 30 = 6000$  kal. tarwis. Järgnewalt soojuse paljust määratakse selle arwu kaswatamisega, mis temperaturi wahet (C. graadides) näitab, selle arwuga, mis wee kaalu grammides määrab.

Õ — n e. Sellest sain mina aru. Aga kui wesi jahtub?

Õ — j a. Sel juhusel eranes nõnda palju soojust, kui arwude kaswatamisest saadi, millest üks temperaturi alanemine ja teine wee kaal oli. — Meie katses läks wee kuni  $80^{\circ}$ -ni soojendamise peale nõndasama palju soojust, kui kaalu järele niisama suure jää paljuse sulatamiseks. Järgnewalt neelas iga wee gramm 80 kal. ja niisama suure paljuse neelas iga jää gramm. Järgnewalt, et grammi jääd weeks muuta, mille temperatur  $0^{\circ}$  oleks, peab 80 kal. ära tarwitama. Teiste sõnadega on 80 kal. jää sulamise töö ehk sulamise soojus. Aga kui wana nime tust tarwitada, mille sündimist ma sulle juba seletasin, siis wõib ütelda, et jää peitunud soojus 80 kal. suur on.

Õ — n e. Aga see arw käib ju ainult ühe grammi jää kohta.

Õ — j a. Täiesti õige. Niisuguseid arwusid arwatakse heameelega kaalu üksuse kohta, sest et meil siis selleks, et antud aine paljuse wäärilist suurust leida, seda arwu ainult kaaluga kaswatada oleks. Tarwitame kohe seda määrust. Kaalume omale klaasi sees 500 gr. wett ja siis weel tüki jääd, enne seda mõõdame wee temperaturi enam tundlise soojamõõtjaga. See temperetur on  $18,7^{\circ}$ , ning jäätükk kaalub 34 gr. Nüüd panen ma jää wette ja segan ettewatlikult soojamõõtjaga, kuni jää kõik ära sulab. Elawhõbe soojamõõtjas wajus allapoolle ning näitab  $12,4^{\circ}$ . Nende antud arwude najal wõib jää sulamise peitunud soojust wälja arwata.

Õ — n e. Luba, ma katsun seda wälja arwata.  $500 \text{ gr.} \times 6,3 = 3150$  kal. Selle läbi sulasiwad 34 gr. jääd. Järgnewalt läks iga grammi peale 93 kal. On see õige?

Õ — j a. Mitte täiesti. Sulamise soojuse all mõeldakse soojust, mis selleks ära kulub, et 1 grammi jääd  $0^{\circ}$  juures weeks muuta, mille temperatur ka  $0^{\circ}$  oleks.

Meie wiimases näituses ei ole sündinud wee temperatuur enam mitte  $0^{\circ}$ , waid ühes kõige weega  $12,4^{\circ}$ . Järgnewalt leidsid sina peitunud soojuse tarwis liig suure suuruse.

Ô — ne. Ma mõistan. Aga kuidas wiga parandada?

Ô — ja. Seda wõib teha, kui kõike seda, mis sündis, silmas pidada.  $500 \text{ gr. wett kaotasiwad tõesti } 500 \times 6,3 = 3150 \text{ kal. Aga } 34 \times 12,4 = 322 \text{ kal. neist läksiwad jääst sündinud wee soojendamiseks, järgnewalt kulus sulamise peale ainult } 3150 - 322 = 2828 \text{ kal. Kui meie wiimase arwu } 34 \text{ jagame, siis saame jää sulamise peitunud soojuse tarwis } 80 \text{ kal.}$

Ô — ne. Jällegi näen ma, et katseid teha palju kergem on, kui nendest õigeid järeldusi saada.

Ô — ja. Ôieti ütelda oleme meie karwapealsetest järeldustest alles kaugel. Meie ei pannud selle peale sugugi rõhku, et mitte ainult 500 grammi wett, waid ka soojamõõtja ja klaas jahtusiwad. Edasi ei pannud meie mitte seda tähele, et klaas külma weega toas pikkamisi soojeneb, nii et sel ajal, kui jää sulas, soojus ka wäljast-poolt neelatud sai, ning meie poolt märgatud temperatuuri alanemine on järgnewalt liig pisukene. Ja see ei ole mitte kõik, mida tähele panna tuleb, aga et sind mitte ära hirmutada, ei hakka ma pikemaid peensusi mitte ette lugema.

Ô — ne. Aga mina olen juba päris segane ja ei wõi omale mitte ette kujutada, et niisugused inimesed olemas on, kes kõike seda teawad ja ôieti teha mõistawad.

Ô — ja. Sa ei mõista ju treipingi peal töötada ehk wärwidega maalida, ning enne seda, kui sa jalgratta peal sõitma õppisid, paistis see sinule ka wäga raske olewat. Karwapealseid mõõtmisi teha — see on ka kunst, mida õppida tuleb ja mida iialgi täiesti ära õppida ei jõua. — Karwapealsete mõõtmiste järele on jää sulamise soojus 81 kal.

## 21. Weeaur.

Õ — ja. Täna saab meie kõne asjaks weeaur olema.

Õ — ne. Tähendab, ikka veel wesi! Kui meie nõndasama palju aega teistele ainetele pühendame, siis ei saa mina keemia õppimisega kuigi kaugele.

Õ — ja. Wesi on meile eeskujuks, mille juures meie ainete muutumistega mitmesugustel tingustel tuttavaks saame. Nii näituseks korduwad kõik seadused, mis sa sulamise ja hangumise üle tead, sarnasel kujul ka teiste ainete juures, nii et sul neid seal enam uuesti õppida tarwis ei ole.

Õ — ne. Aga mispärast meie nimelt wee eeskujuks walisime?

Õ — ja. Sest et wesi maa peal suures paljuses ette tuleb. Mõttele ainult selle peale, et maakera pinna väljanägemine koguni teistsugune on, kui temperatuur allpool 0° ning kui ta üle 0° on. Ja kõik see dekoratsiooni muutus on ainult selle tagajärg, et wesi 0° juures ära külmab. See wahe ei paistu ainult lume ja jää ilmumises, waid ka selles, et taimede elu allpool 0° seisma peab jääma, sest et wedelad mahlad sel juhusel neis enam mitte liikuda ei wõi.

Õ — ne. Jah, ma näen, et wee mõju peaaegu igal pool ilmsiks tuleb.

Õ — ja. Siia pean veel juurde lisama, et wett tema raskuse pärast enam puhtamal kujul saada wõib kui teisi aineid. Sellepärast on wesi wäga kohane wõrdlemiseks teiste ainetega määratud ainete seisukohalt. Ühe näituse sellesugusest tarwitusest nägid sina soojamõõtjate walmistamise ja erikaalu määramise juures. Ka veel teiste omaduste poolest on wesi kui „normalaine“. — Nii näed siis sina, et palju põhjuseid selle poolt on, et wee omadusi laiemalt ära õppida tarwis on kui teiste ainete omadusi. Wõtame siis jälle wee keemise käsile.

Õ — ne. Kas seal siis veel midagi iseäralist on?

Ma mäletan weel wäga hästi, et wesi 100° juures keeb, ükskõik kas teda suure ehk nõrga tule peal soojendada.

Ô — j a. Seda pead sa kohe nägema. Ma soojendan wett kolbe sees kuni keemiseni ja siis, kui ta juba keeb, panen ma kolbele punni peale. Mis sünnib siis?

Ô — n e. Auru surwe hakkab suurenema ning lööb wiimaks plahwatuse läbi kolbe katki.

Ô — j a. Ôige. Selleks wôtan ma tule ära, ja lasen kolbet jahtuda. Et jahtumist kiirendada, walan ma külma wett kolbele peale. Mis näed sa nüüd?

Ô — n e. Waat' kus alles tükk on! Wesi hakkab uuesti keema!

Ô — j a. Ma walan kolbele uuesti wett peale, ning jällegi algab keemine. Nüüd on kolbe juba sedawõrt ära jahtunud, et teda kätte wõib wõtta, ilma et käsa ära kõrwetaks; järgnewalt on wee temperatuur umbes 50°, ja sellegi pärast hakkab ta igakord keema, kui ma kolbe ülema jao peale külma wett walan.

Ô — n e. See on mul täiesti aru saamata.

Ô — j a. Miks nii? See, mis sa näed, on ju tõelikkus.

Ô — n e. Mina õppisin ju, et wesi 100° juures keeb, aga siin keeb ta palju alama temperatuuri juures. Aga see on ju lollus!

Ô — j a. Mispärast?

Ô — n e. Sellepärast, et ennemalt wee keemise temperatuur ikka 100° oli, tule suuruse peale vaatamata.

Ô — j a. Ôige! Kui ära nähtakse, et mõni nähtus muutunud on, siis peab sellest tingimata järeldama, et ka mõni tingus, millest see nähtus oleneb, muutunud on. Mõttele natuke järele ja ütle siis minule, milles meie praeguse katse tingused endiste omadest lahku lähewad.

Ô — n e. Endistes katsetes hakkas wesi soojendamise läbi, nüüd aga jahutamise läbi keema.

Ô — j a. Jahutamine iseenesest ei mängi siin ühtegi osa, sest et muidu keew wesi ikka edasi keeks, kui teda tulelt ära wõetakse. Kas sa ehk mõnda teist olulikku wahet ei näe?

Õ — n e. Jah, sa katsid kolbe kinni. Kuidas wõib siis korgitükike nii keemise peale mõjuda ?

Õ — j a. Wõta kork pealt ära!

Õ — n e. Ta tuleb hädawaewalt ära; sealjuures kuuldub sisisemine, just nagu imetaks jõuga õhku sisse.

Õ — j a. Tähendab, kolbes sündis õre ruum. Mõtle, mispärast ?

Õ — n e. Seda ei wõi ma omale mitte ette kujutada. Aur ajas ennemalt õhu wälja, ja siis sai kolbe kinni pandud, nii et õhk enam juurde ei pääsenud.

Õ — j a. Õige! Kolbesse jäi ainult wesi ja weeaur. Aga kui ma siis kolbe ülema jao peale külma wett walasin, siis tihenes aur, surwe wähenes selle läbi, ning wesi pidi keema hakkama.

Õ — n e. Tähendab, wesi wõib tõesti iga temperatuuri juures auruks muutuda, kui aga surwet wähendada.

Õ — j a. Wesi keeb iga surwe juures, ja igale surwele wastab täiesti määratud temperatuur. 100<sup>o</sup>-lise keemise temperatuurile wastab ühe atmosfäri surwe. Kõrgetel mägedel, kus surwe hästi wähem, on keew wesi alles nii leige, et temas lihagi keeta ei wõi.

Õ — n e. Seda tahaksin mina katsena näha saada.

Õ — j a. Ma näitan sinule mõned katsed sellest wallast. Mina panen oma kolbele korgi peale, mille läbi kaks korda õigenurgana painutatud klaastoru käib, mille wälimise osa pikkus 80 sentim. on (joon. 37). Pikema osa otsa panen mina kausi sees olewasse elawhõbedasse ja hakkan siis kolbet soojendama. Sa kuuled küll, kuidas õhumullikesed läbi elawhõbeda wälja tulema hakkawad. Nüüd kuuldub juba teistsugust häält, ning pea muutub ta metalliliseks.

Õ — n e. Kust see tuleb ?

Õ — j a. Weeaurus ei ole nüüd enam õhku peaaegu olemaski. Sattub tema elawhõbeda sisse, siis muutub tema silmapilguga wedelaks weeks ning mullikeste seinad kukuwad kiiresti kokku. Seniajani, kui õhk weel auru sees oli, jäiwad mullid weel järele, aga nüüd plaksub

elawhõbe elawhõbeda wastu. Nüüd wõtän ma tule kolbe alt ära, aga wõin wett kolbe ülewalamisega uuesti keema ajada.

Ô — n e. Miks sa toru elawhõbedasse panid ?

Ô — j a. Waata, mis temaga sünnib, kui ma kolbele wett peale walan.

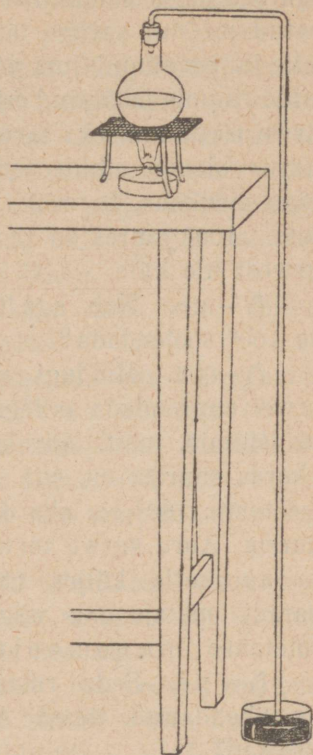
Ô — n e. Walamise silmapilgul tõuseb elawhõbe järsku üles, keemise ajal wajub tema weidi allapoole, aga siiski jääb tema kõrgemale seisma, kui ta alguses oli.

Ô — j a. Nüüd näed sa enese ees kõike seda, mille üle ma sinuga ennemalt kõnelesin. Mida vähem kolbes surwe, seda kõrgemale tõuseb elawhõbe. Kõige kõrgemal on elawhõbe ülewalamise silmapilgul; siis algab keemine; selle läbi sünnib aur, mis ruumi täidab, surwe suureneb, ning elawhõbe wajub allapoole.

Ô — n e. Aga mis pärast ta igakord ikka kõrgemal seisma jääb ?

Ô — j a. Sellepärast, et iga ülewalamise järel wesi kolbes ikka külmemaks läheb. Selle tagajärjel jääb ka tema auru surwe ikka vähemaks. Aga uuesti wõib ta ainult siis keema hakata, kui surwet weel enam vähendatakse.

Ô — n e. Tähendab, wesi hakkab siis keema, kui surwe wee peale vähemaks jääb, kui weeauuru surwe on. Sa nikutad jaatawalt peaga; tähendab — see on tõsi. Aga



37.

Joon. 37.

kas siis sarnane auru surwe õige on? Kolbes on ju ikka ainult aur.

Õ — j. a. Kujuta enesele tühja ruumi ette; sarnases ruumis ei ole muidugi ühtegi surwet olemas. Nüüd paned sina sinna natuke wetti; osa temast muutub auruks. Aga see auru sündimine kestab ainult seni, kui ruum teatud mõõdul auruga täidetud saab, siis lõpeb auramine. Selle juures sünnib just nõnda palju auru, kui palju temale antud ruumis määratud erikaalu omandamiseks ja määratud surwe sünnitamiseks tarwis läheb. Selle erikaalu ja surwe suurus oleneb ainult temperatuurist.  $0^{\circ}$  juures on surwe väga pisukene, ta wõiks elawhõbedat ainult 4 mm. peale tõsta.  $100^{\circ}$  juures on ta nõnda suur, et ta terwest õhu surwest üle käib.

Õ — ne. Noh, aga üle  $100^{\circ}$ ? Kas wõib wett ülepea üle  $100^{\circ}$  soojendada?

Õ — j. a. Muidugi wõib. Selleks on tarwis ainult surwet suurendada sellega, et meie auru ära minna ei lase. See sünnib. näit. aurukatlas. Kui surwe õhu surwest 2 korda suurem on, siis on wee temperatuur  $121^{\circ}$ , ja kui wee temp.  $180^{\circ}$  on, siis on surwe 10 korda õhu surwest suurem. Auru surwe tarwituse peal põhjeneb aurumasin. Iga aurukatla küljes näitab auru surwe suurust ühe aparadi näitaja, mis väga kella sarnane on. Seda riista nimetakse manomeetriks ehk surwemõõtjaks.

Õ — ne. Seda riista olen ma sagedasti näinud. Mis tähendawad tähed Atm. mis tema peal harilikult seisawad?

Õ — j. a. See on sõna „Atmosfaere“ lühendus. Atmosfäri all mõeldakse surwet, mida õhk maapinna peale awaldab. 5 atmosfäri tähendawad järgnewalt 5 korda suuremat surwet. Auru tarwitatakse peale masinate liikuma panemise ka weel kütmiseks. Kas sa tead, mille peal see tarvitamine põhjeneb?

Õ — ne. Selle peal, et tema temperatuur  $100^{\circ}$  on.

Õ — j. a. See ei ole mitte kõik; ta wõib palju enam soojust anda kui wesi, mis  $100^{\circ}$ -ni on soojendatud.

Õ — ne. Siin on wist niisamasugune asi kui wee ja jää juures.

Õ — ja. Täiesti õige. Et 100-graadilist wett 100<sup>0</sup>-seks auruks muuta, peab wäga palju tööd ära raiskama, mida soojuse näol wõtta wõib. Meie wõime seda ligikaudselt mõõta. Esiteks soojendame teatud paljust wett määratud aja jooksul ja siis arwame selle paljuse ja temperaturi tõusmise põhjal, kui palju soojust lamp ühes minutis annab. Peale selle soojendame meie wett sellesama lambi peal keemiseni ja keedame weel määratud aja jooksul; selle järel kaalume wett uuesti ning tema kaalu wähenemise põhjal näeme meie, kui palju auru sündis. Siit wõime meie wälja arwata, kui palju kaloriaid 1 grammi auru saamiseks tarwis läheb.

Õ — ne. Seda katset tahaksin mina teha. Missuguse astja mina selleks wõtma pean?

Õ — ja. Wõta kolbe. Walame temasse 200 grammi wett. Pistame soojamõõtja sisse. Wee temperatuur on 18<sup>0</sup>. Lamp põleb juba mõnda aega ja sellepärast korralikult; mina panen tema kolbe alla ja lasen teda seal 15 min. põleda. Nii, kui suur on nüüd wee temperatuur? Sega ennem!

Õ — ne. 78<sup>0</sup>. Tähendab, 15 minuti sees tõusis temperatuur 60<sup>0</sup> ehk minutis 4<sup>0</sup>. Et kolbes 200 grammi wett on, siis annab lamp minutis 800 kal.

Õ — ja. Õige. Wesi hakkab juba keema, ma märgin selle aja üles. 10 minuti pärast wõtan ma lambi ära ning lasen kolbet natuke jahtuda. Kaalumise näitab, et wee kaal 14 gr. wähenes. Järgnewalt, mitu kaloriat kulub 1 gr. auru saamiseks ära?

Õ — ne. 10 min. à 800 kal. annawad 8000 kal., see summa tuleb 14-ga jagada, ning meie saame 571 jäänu-sega.

Õ — ja. Kaunis hea. Õige arw on 537 kal. Selle põhjus, et meie liig suure arwu saime, seisab selles, et 100<sup>0</sup>-ni soojendatud kolbe enam soojust kaotas, kui katse alguses, kus 18<sup>0</sup>-ist kui 78<sup>0</sup>-ni soojendati.

Ô — n e. Ma kujutan enesele ette, et karwapealsete arwude saamiseks siin weel teisi mitmesuguseid asjaolusid silmas pidama peab.

Ô — j a. Täiesti õige. Siin on mõõtmise koguni weidi raskem kui jää juures. Aga meie ei hakka seda enam mitte waatlema. Nagu sa näed, on wee auramise soojus palju suurem kui jää sulamise soojus; ta on pea-aegu 7 korda enam.

Ô — n e. Jah, sulamise soojus on 81 kal.

Ô — j a. Just sellepärast wõibki auru suure hulga soojuse edasisaatmiseks tarwitada, ilma et selle juures palju raskusi waja oleks liigutada. Auru walmistatakse aurukatlas, ning saadetakse torude kaudu sinna, kus soojust waja on. Koolides ja seltskondlikes hoonetes tarwitatakse sagedasti niisugust kütet, kusjuures ainult kraanikäänata tarwis on, et hoonet soojendada ehk jahutada.

Ô — n e. Peale selle kui aur oma soojuse ära on andnud, siis muutub ta ju weeks. Kuhu jääb siis wesi?

Ô — j a. See saadetakse teiste torude kaudu katlasse tagasi. Wesi käib torudes ringi, kuna soojus katlast sinna läheb, kus teda tarwis on, ja sinna ka jääb. Siin sünnib seesama, mis weduriski: pumbakann liigub tsilindri juurest töö tarwitamise kohani ratta peal ja sealt tagasi; töö aga jääb ratta juurde.

Ô — n e. Wagunid kõetakse wist ka auruga? Talwel wõib sagedasti näha, kuidas wagunite wahelt auru wälja tuleb.

Ô — j a. Jah, seal tarwitatakse auru, mis juba töö ära on teinud ja mis weduri tsilindritest wälja tuleb. Nõnda oleme meie wett tema kolmes seisus waadelnud. Aga tema tähtsus ei lõpe mitte sellega. Teistest omadustest on meile kõige tähtsam tema wõime teisi aineid eneses ära sulatada. Kas sa mäletad weel, mis sa selle üle õppisid?

Ô — n e. See oli midagi imelikku. Ah, jah, wesi saab täidetud peale selle, kui ta eneses midagi ära on sulatanud.

Õ — j a. Seleta mulle seda.

Õ — n e. Kui wett mõne niisuguse ainega ühendatakse, mis temas ära sulada wõib, siis sulab ainult määratud paljus sellest ainest ära, mille järele wesi täidetud saab ja enam sulatada ei jõua.

Õ — j a. Aga kui sa wett kolm korda enam wõtad?

Õ — n e. Siis sulab ainet kolm korda rohkem.

Õ — j a. Õige; aga see käib ainult määratud temperatuuri kohta; kuid kui sa sulatist soojendad . . .

Õ — n e. Siis wõib wesi weel rohkem sulatada.

Õ — j a. See ei ole mitte igakord õige. Igatahes awaldab suurem jagu ainetest just neid omadusi, ehk küll ka aineid on, mille sulawus iga temperatuuri juures ühesugune on. Harilik keedusool on üks sarnane aine ja ta sulab külmas ja soojas wees ühesuguses paljuses.

Õ — n e. Kas on wahel ka ümberpöörduvalt, nii et aine soojas wees vähem sulaw on?

Õ — j a. On, aga harwa.

Õ — n e. Missugused ained sulawad wees ja missugused mitte?

Õ — j a. Õieti ütelda, sulawad wees kõik ained. Palju neist sulab aga nii wähe, et nende ülesleidmiseks sulatisest wäga karwapealset otsimist tarwis läheb.

Õ — n e. Aga klaas ei sula ometi wee sees!

Õ — j a. Klaas just sulab, ehk küll tähtsuseta, aga siiski märkas paljuses.

Õ — n e. Kas seda ka näha wõib?

Õ — j a. Wõta natuke suhkrunaerimahla ja pane teda klaasi peale, klaas läheb punaseks. Aga kui sa uhmris klaasi ühes suhkrunaerimahlaga peeneks õeruma hakkad, siis läheb ta kohe siniseks ja rohelineks. See tuleb sellest, et klaas selle juures sulab ja suhkrunaerimahla peale nii mõjub, et see rohelineks läheb,

Õ — n e. Mis osa siin õerum'ne mängib?

Õ — j a. Sulamine sünnib seda kiiremini, mida suurem wee mõjumise pind on. Ainete peenendamisega suurendame meie nende pinda märksalt.

Õ — n e. Seda mina küll ei oleks mõtelnud. Aga kiwid ei sula siiski mitte wee sees.

Õ — j a. Igas hallika- ja jõewees on ärasulanud aineid. Et see nii on, seda wõid sa köögikatlalt järele waadata, mille põhja kõrwalised ained halli naastana kokku on kogunud.

Õ — n e. Jah, ma nägin hiljuti, kuidas teda ära kisti. Ta oli kõwasti kinni.

Õ — j a. Just need kõrwalised ained ongi mäest wõetud, mille läbi wesi enne nähtawale tulemist woolas; esialgselt oli wesi puhas, destilleritud.

Õ — n e. Wõi nii? Kes teda siis destilleris?

Õ — j a. Hallikawesi sünnib wihmaweest, mis maa pinnale kukkus, maa ülemiste kihide läbi imbus ning madalamal kohal wiimaks nähtawale tuli. Aga wihma saadakse?

Õ — n e. Pilwedest.

Õ — j a. Pilwed aga sünniwad weeauru tihenemise läbi, mida õhk sisaldab. Järgnewalt on wihmawesi tõesti destilleritud ja pealegi wärske. Sel kujul, kuidas sina teda harilikult näed, s. o. katuselt kokkukogutult, ei ole ta enam puhas, sellepärast et ta katuselt enesega tolmu ja mustust ühes toob. Aga kuidas wesi pilwedesse sai?

Õ — n e. Maapinnal aurab tema ära ja saab tuulega üles kantud.

Õ — j a. Teatud mõõdul on see õige. Aga auramise juures tarwitatakse soojust, — sa nägid ka, kui palju nimelt; kust tuleb see soojus?

Õ — n e. See on wist küll päikese soojus.

Õ — j a. Jah, just tema. Et päikesekiired kõike seda, mis neil tee peal ette juhtub, soojendada wõiwad, siis on nemad ka üks energia kuju, mida walguseks ehk kiirte energiaks kutsutakse. Järgnewalt teeb wee aurutamise ja auru ülestõstmise töö päike. Kui wesi wihma ehk lume näol uuesti maa peale kukub, siis wõib ta neelatud tööd jaolt ära anda, näit. wõib weskit liikuma panna.

Õ — n e. Tähendab, weski saab, õieti ütelda, päikese poolt jooksuma pandud.

Õ — j a. Täiesti õige, sest et kui päike enam ei paistaks, siis peaksiwad ka kõik jõed seisma jääma. Tuuleweski jookseb ka päikese abil, sest et tuuled päikese mõjul sünniwad.

Õ — n e. Kui tihedasti see kõik üksteisega seotud on. Nüüd hakkab mina koguni teiste silmadega päikese ja wihma peale waatama.

Õ — j a. Sarnaste sidemete üle saad sa weel palju kuulda. Nüüd lähme tagasi wee wõime juurde aineid sulatada. Kui wesi mõne aine ära sulatab, siis saadakse selle aine sulatis. Sarnaseid sulatisi tarwitatakse sagedamini kui aineid eneseid.

Õ — n e. Mispärast.

Õ — j a. Nende keemialise mõju pärast. Kindlad ained ei mõju suuremalt jaolt üksteise peale sugugi ehk mõjuwad väga nõrgasti; et nad üksteise peale keemialiselt mõjuksiwad, selleks on tarwis neid wedelaks muuta. Seda wõib kahel wiisil teha: sulatamine soojuse ja wedeliku abil. Esimene nõuab harilikult kõrget temperaturo, kuna teine ühtegi raskust ei tee. Peale selle muutuwad mitmed ained kõrge temperaturo mõjul.

Õ — n e. Ma näen, et wist wesi kõige tähtsamat osa keemias mängib.

Õ — j a. Mitte ainult keemias, waid ka igapäewases elus. Kõik toidusaadused sisaldawad vähemal ehk suuremal mõõdul wett; tee kohwi, piim, wein j. n. e on mitmesuguste ainete sulatised (jaolt ka mehanilikased segud) wees; weri ja teised ihumahlad on wee sulatised. Sarnased on ka wedelikud, mis taimedes tsirkuleriwad; sa ju tead, et iga taim hukka läheb, kui ta ära kuiwab, see on, kui teda weeta jätta. See käib ka kõigi loomade kohta.

Õ — n e. Uneski ei ole ma seda näinud, et wesi sarnane aine on. Tähendab, meie peame ütlema: ilma weeta ei ole elu!

Ô — j a. Muidugi wõib seda ütelda, aga meie wõime ka ütelda: ilma hapnikuta ei ole elu, ilma lämmastikuta ei ole elu, rauata ei ole elu j. n. e. Elu on nii keeruline nähtus, et selleks, et ta wõimalik oleks, terve rida tinguseid täidetud peab olema. Sa wõid teda omale pingule-tõmmatud keti näol, mis wäga mitmesugustest lülidest koos seisab, ette kujutada; kett läheb katki, riipea kui üks tema lülidest murdub, selle peale vaatamata, kui kôwad ja tugewad teised lülid ka oleksiwad. Niisamuti lõpeb ka elu, kui üks tema teguritest, mis tema ülewalpidamiseks tingimata tarwilikud on, puudub. Järgnewalt ei wõi ühtegi neist teguritest üksikult kõige tähtsamaks lugeda.

## 22. Lämmastik.

Ô — j a. Täna tahame lähemalt õ h k u waadelda.

Ô — n e. Nõnda vaatleme siis meie nelja elementi: esiteks oli tuli, siis wesi ja maa ja nüüd õhk.

Ô — j a. Wanad greeklased nimetasiwad neid aineid elementideks, sellepärast et nad neid igal pool leidsiwad, mispärast nende tähtsus neile ka päewaselge oli. Et meie kõige pealt kõige tähtsamaga tuttawaks tahame saada, siis on täiesti arusaadaw, et ka meie nende ainete juurde tulime. Mis tead sina õhust?

Ô — n e. Et ta gaas on, mitte homogen-, waid segu: ta seisab koos  $\frac{1}{5}$  hapnikust ja  $\frac{4}{5}$  teisest gaasist. . .

Ô — j a. Mida l ä m m a s t i k u k s kutsutakse. Ma ütlesin sulle juba, et lämmastik niisamuti kui hapnik wärwita, haisuta ja maiguta on, läheb aga wiimasest selles lahku, et ta põlemist alal ei hoia. Ise ei põle ta ka mitte, selles läheb ta wesinikust lahku.

Ô — n e. Tähendab, lämmastik ei wõi mitte ei hapnikuga ega teiste ainetega ühineda.

Ô — j a. Täiesti õige; harilikudel tingustel ei tee ta seda mitte. Lämmastik on iseäraline aine: ta otsib

üksidust, ei armasta seltskonda, ja kui ta juhtubki mõne elemendiga ühisusesse astuma, siis katsub ta sealt esimesel heal juhusel wälja astuda. Sellepärast seisabki õhk suuremalt jaolt wallalisest lämmastikust koos, sest et ta gaasina kuhugi jääda ei wõi.

Ô — n e. Kas ta ka wee sees mitte ära ei sula?

Ô — j a. Wäga wähe; weel wähem kui hapnik.

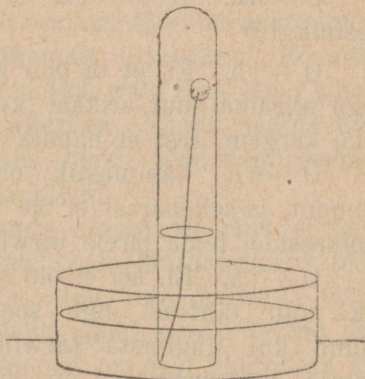
Katsume natuke lämmastikku walmistada. Kuidas seda teha?

Ô — n e. Tarwis ainult hapnik õhust kõrwale toimetada.

Ô — j a. Täiesti õige; kuidas seda siis korda wõiks saata?

Ô — n e. Noh, tarwis midagi õhus põletada, näit. küünalt.

Ô — j a. See on mitmesuguste takistustega ühendatud. Esiteks sünniwad selle juures teised gaasid, mis lämmastikuga segunewad; ja teiseks kustub küünal juba ammu enne seda, kui kõik hapnik otsa saab. Siin on mul teine abinõu, nimelt fosfor. Temal on omadus õhult kõike hapnikku kuni wiimase jäänuseni ära wõtta juba hariliku temperatuuri juures. Ma panen tükikese fosforit, mis traadi otsa ära sulatatud on, torusse, mida ma wee peal hoian (joon. 38.). Sa näed, et fosforist allapoole walged pilwed wajuwad; need on fosfori hapnemise saadused, mis eneses hapnikku sisaldawad. Ühes sellega hakkab ka wesi natuke tõusma; tunni pärast lõpeb pilwede sündimine ära, mis tunnuseks on, et kõik hapnik ära tarwitatud on, ja  $\frac{1}{5}$  toru sees olewast õhust on kadunud. Siin on mul on pudel, kus fosfor eilasest päewast saadik sees on; nüüd on temas weel ainult lämmastik.



38.

Joon. 38.

Ô — n e. Ta on täiesti õhusarnane.

Ô — j a. Aga et see mitte õhk ei ole, seda näeme kohe. Pistan ma pudelisse põlewa peeru, siis kustub ta kohe, nagu oleksin ma teda wette pistnud.

Ô — n e. Anna mulle natuke fosforit; ma tahaksin seda katset korrata.

Ô — j a. Seda ei tee ma parem mitte, sest et fosfor wäga kergesti tuld wõtab ja peale selle wäga mürgine on. Ma juhatan sulle teise abinõu. On üks raua ühisus olemas, üks rohekas sool, mida raua vitrioliks kut-  
sutakse. Kui sa seda soola wee sees sulatad ja sulatist lubjaga segad, siis saad sa wedela pudru, mis wäga ruttu enesesse hapnikku imeb. Ma walmistan sarnast putru selles suures pudelis, panen talle punni peale ja segan teda tublisti. Panen ma nüüd pudeli kaela wette ja wõtän punni pealt ära, siis tungib wesi kohe pudelisse, mis tõendab, et osa õhku kaduma on läinud.

Ô — n e. Lase, ma teen katset peeruga! Jah, ta kustub kohe.

Ô — j a. Lämmastikuga ei wõi ma sinule mitte palju katseid näidata, sest et ta ühtegi tungi keemialis-  
tesse ühisustesse astumiseks ei awalda, sellepärast ei wõi temaga mingisuguseid keemialisi ümbermuutmisi teha.

Ô — n e. Wõib olla, et ta niisama kerge on kui wesiinikgi?

Ô — j a. Ei, et ta õhu peajagu on, siis on tal pea-  
aegu niisama suur erikaal kui õhulgi. Ta on õhust na-  
tuke kergem, sest et hapnik wiimasest raskem on.

Ô — n e. Lämmastik on siis kaunis osawõtmeta  
element, ja sellepärast ei ole wist ka maa peal sündiwatel  
protssesidel tema järele tarwidust.

Ô — j a. Ei, asi ei ole sugugi nii. Lämmastikul on  
ikka suur tähtsus, olgu see sõja- ehk rahuajal. Teda  
leidub kui tingimata tarwilikku koosseiswat jagu igas  
elawas organismuses, nii looma- kui ka taimeriigis;  
peale selle põhjenedwad lämmastiku ühisuste peal püssi-  
rohi, kunstlised wärwid ja lugemata palju teisi aineid,

millel tööstuses ja igapäewases elus suur tähtsus on. Kuna waba lämmastik peaaegu midagi ei maksa, sest et teda õhust igas paljuses saada wõib, maksab seotud lämmastik kaunis kõrget hinda: 1 kilogr. maksab umbes 1 mark (umbes 46 kop.).

Õ — n e. Sel juhusel wõib lämmastikku õhust wõtta ja siduda!

Õ — j a. See just teebki raskusi. Sidumine maksab wäga palju, ning sellega wõibki tema kõrget hinda seletada.

Õ — n e. Kuidas nii? Hapniku ja wesiniku muutmine nende ühisusteks ei maksa ju midagi. See sünnib iseenesest.

Õ — j a. Selles seisabki see wabe. Lämmastiku juures ei sünni see mitte „iseenesest“. Ma näen sinu palgel küsimist tõuswat: mispärast? Sellepärast, et kui hapnik ja wesinik mõnda ühisust sünnitawad, nad sealjuures tööd korda saadawad; sa nägid, kui palju siis soojust wabanes. Et aga lämmastikku ühisuseks muuta, selleks peab tööd juurde panema ehk ära raiskama. Aga et tööd kusagilt muidu ei wõi saada, sellepärast on seotud lämmastiku hind palju kõrgem kui waba oma, wesiniku juures jälle ümberpöördult.

Õ — n e. Aga mitte hapniku juures.

Õ — j a. Waba hapniku saamise tööd teewad taimed; peagi saad sina sellega lähemalt tuttawaks. Et waba hapnik mitte taimede juurde ei jää, waid õhus laiali läheb, sellepärast ei ole tal ühtegi wäärtust. Oleks hapnik kindel ehk wedel aine olnud, siis oleks teda nagu seemet ja wilja kokku kogutud ja müüdüd.

Õ — n e. Tähendab, nende ainete wäärtus ei seisa mitte neis enestes, waid nende peale äratarwitatud töös.

Õ — j a. Sinu mõte on õige, aga halvasti wälja öeldud. Ülepea sisaldawad kõik ained eneses teatud paljuse tööd ehk energiat, järgnewalt on neid energijata kogni wõimata ette kujutada. Asi seisab selles, et mõnikord wabais elementides suurem energia tagawara on

kui nende ühisustes, teiste juures jälle (nagu näit. lämmastikus) seisab asi ümberpöördukt. Sellest tingusest olenedes on ükskord wabail elementidel suurem hind, teine kord nende ühisustel.

Õ — n e. Igatahes seisab nende hind energias!

Õ — j a. Ülepea ütelda, on sul õigus.

Õ — n e. Sa ütlesid mulle, et lämmastiku ühisustel sõjaasjanduses suur tähtsus on, sest et neist püssirohtu tehtakse. Kas siin ka tööga midagi ühist on?

Õ — j a. Muidugi, tuleriist on niisamuti töomasin.

Õ — n e. Oh, oh! Teda tarwitatakse ja lõhkumiseks, aga mitte töö tegemiseks.

Õ — j a. See, mida sa lõhkumiseks nimetad, on see-sama töö. Esiteks seisab ülesanne selles, et kuulile riistas määratud kiirust anda. Et selleks palju tööd raiskama peab, seda tead sina oma kiwipildumise-katsetest.

Õ — n e. Jah, nüüd ma mõistan. Gaasimasinates, millest sa mulle ennem rääkisid, tarwitatakse ka plahwatusi töö tegemiseks.

Õ — j a. Täiesti õige; aga kui suuri kaljusid ehk jäämägesid lõhkuda soowitakse, milleks wäga palju tööd ära kulub, siis tarwitatakse selleks ka, nagu sa tead, püssirohtu. Siin wõid sa selgesti näha, et selle juures tööd korda saadetakse.

Õ — n e. Nüüd ma mõistan. Aga mis on kõigel sellel ühist lämmastikuga?

Õ — j a. Et lämmastiku ühisused enam tööd sisaldawad kui waba lämmastik, siis wõib neid ühisusi töö tegemiseks tarwitada.

Õ — n e. Ahaa, wõi niisugune on see side!

Õ — j a. Jah, — igatahes jaolt.

Õ — n e. Ole nii hea, wasta weel ühe minu küsimise peale, mida ma sulle juba ennem ette panna tahtsin. Sa ütlesid, et lämmastik wäga kergesti oma ühisustest wälja astub ning uuesti wabaks saab. Kuidas wõib siis weel seotud lämmastik püsida ja mispärast ta mitte kõik ei ole wabaks saanud?

Õ — j a. Küsimus on väga hästi ette pandud. Asi seisab selles, et looduses väga palju mitmesuguseid töösid sünnib, millest jagu lämmastiku ühisuste sünnitamise peale läheb. Näituseks paljudel taimedel — ja nimelt: ernetel, ubadel — on wõime ühte jagu oma töödest lämmastiku ühisuste sünnitamise peale ära tarwitada. Elektrisädemete abil, mis sinule wälgu näol tuttawad on, muutub waba lämmastik seotuks. Seotud lämmastikuga olakse väga ettewaatlik. Kaunis palju lämmastikku on elajate wäljaheidetes, mida taluperemees wäetamiseks põllule paneb, kus taimed lämmastiku ühisused uuesti enesesse imewad.

Õ — n e. Ah, selle tarwis wäetataksegi põldusid! Õieti ütelda, ei ole ma ilmiski weel aru saanud, mis kasu wõib taimedele neist haisewatest ainetest tulla.

Õ — j a. Peale lämmastiku ühisuste on sõnnikus weel teisi aineid, mida taimed tarwitawad, aga lämmastik kui kallim saadus on tema tähtsam jägu. Kui sõnnikult tema halba haisu ära wõtta wõiks, siis oleks see hea asi küll, sest et haisewad sõnnikujaod ka lämmastikku sisaldawad, ja see asjaolu, et nad ilmaaegu kaduma lähewad, on kahjulik.

Õ — n e. Tähendab, lämmastik on haisew aine.

Õ — j a. See on õigem, kui sa mõtledki. Oled sa selle haisuga tuttaw, mis willa põletamise juures sünnib?

Õ — n e. Jah, see on jäle hais.

Õ — j a. Palju teisi aineid annawad põlemisel seda haisu; sarnased on: liha, sarw, nahk j. t. Kõik need ained sisaldawad lämmastikku ja selle tõttu wõib neid ainetest, milles lämmastikku mitte ei ole, ära tunda. Suhkur, puu, tärklis näit. ei anna põlemisel ka mitte just väga meeldiwat haisu, aga see ei ole mitte see jäle karakteriline hais; neis ei ole mitte lämmastikku.

Õ — n e. Kui piim keetmise juures pliidi peale juhtub siis annab tema sedasama halba haisu, mis põlenud juuksedki. Piim sisaldab wist ka lämmastikku?

Õ — j a. Jah, kasein, mis piima sees on, on ka lämmastiku ühisus.

Õ — n e. Wana juust haiseb ka kangesti, aga mitte just nõnda.

Õ — j a. See hais tuleb ka lämmastiku ühisustest.

Õ — n e. Kas kõik lämmastiku ühisused halvasti haisevad?

Õ — j a. Mitte kõik, aga suurem hulk. Siiski ei ole lämmastik mitte ainus sarnase halwa omadusega element; weeweli ühisustel on ka enamasti halb hais juures, aga see hais on koguni teist seltsi.

---

## 23. Ôhk.

Õ — n e. Eila jutustasid sa minule palju lämmastiku ühisustest, aga lähemalt ei kirjeldanud sina ühtegi neist ega näidanud ka mitte. Neid peab wist küll määratu palju olema.

Õ — j a. Jah. Üksikute ühisustega tutwuned sa alles pärast, sest et nende wahekord kaunis sasis on. Seniks aga jääb meil weel palju üle waba lämmastiku üle kõneleda.

Õ — n e. Ma mõtlesin, et tema üle ei maksagi palju rääkida, ja isegi sina wist awaldasid sarnast mõtet.

Õ — j a. Jah, seda ütlesin mina tema kui elemendi omaduste kohta. Aga et lämmastik õ h u pea koosseisaw jagu on, siis waatleme wiimast. Kõik meie elu ja teod sünniwad õhu sees, sellepärast peamegi tema omadusi tundma ja neid tarwitada oskama, et mitte muidu iga sammu peal eksiteele ei sattuks.

Õ — n e. Jah, õhuta ei wõi meie mitte elada. Ise sa ju ütlesid mulle, et see ainult hapnikust oleneb ja et lämmastik selle läbi oma nimegi on saanud, et loomad tema sees hingata ei wõi.

Õ — ja. Täiesti õige. Selle üle ei räägi meie enam mitte. Õhk on gaasikujuline ja kõige enam laiali laotatud ja tuntud. Sellepärast katsume tema waral gaaside omadustega lähemalt tuttavaks saada.

Õ — ne. Selle üle olen mina väga rõõmus, sellepärast et tunnistama pean, et gaasid minule veel kaunis wõõrad on. Kindlaid ja wedelaid kehasid wõib näha ja katsuda; aga et mul pudelis hapnik, wesinik ehk harilik õhk on — seda ei wõi mina mitte näha. Näib, nagu ei oleks pudelis ülepea midagi olemas.

Õ — ja. Mina olen sinuga täiesti nõus. Et gaasid waewalt nähtawad on, siis teatakse neist harilikult väga wähe. Sellepärast näitan ma sulle midagi. Sina tead ju, et meie gaasisarnases ümbruses, õhus, elame. Et õhk ka keha on, seda wõib tuulest ja tormist näha. Nagu wedelad ja kindlad kehad teisi kehasid liigutada, keerutada ja purustada wõiwad, niisamuti wõib seda ka liikuw õhk teha.

Õ — ne. Mispärast ei wõi meie õhku mitte näha?

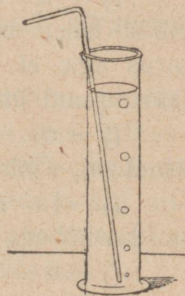
Õ — ja. Sellepärast et meie tema ümbruses oleme. Kalad ei wõi ka wett, milles nad ujuwad näha. Ma puhun õhku torukese abil kõrgesse weega täidetud klaasi: nüüd wõid sa väga hästi üksikuid õhukogusid kerasarnaste mullikeste kujul näha (joon. 39).

Õ — ne. Aga mullikeste sees ei näe ma midagi.

Õ — ja. Muidugi, õhk on ju läbipaistew. Siin klaasis olewas wees ei näe sa ka midagi, ainult wee ja õhu ehk klaasi piiri wõid sa tähele panna. Niisamuti on ka õhumullikesega lugu.

Õ — ne. Nüüd jääb mulle see arusaamataks, kuidas õhku wee sees näha wõib, kui nad mõlemad läbipaistwad on.

Õ — ja. Mõlemad on läbipaistwad, aga nad ei mõju mitte ühel wiisil neist läbiminewa walguse peale. Fiisi-



39.

Joon. 39.

kas nimetatakse seda mitmesuguseks kiirtemurdumiseks. Sellepärast ei näe sina ka mitte iseäralist karwa, waid teed wahet ainult selge ja tumeda wahel. — Nüüd hakkame õhku lähemalt teisest küljest waatlema. Fiisikaturundides kuulsid sa juba midagi õhu surwest ja baromeetrist. Waatame seda weel järele. Mis on baromeeter?

Õ — n e. Elawhõbedaga täidetud toru, pealt kinnine ja alt lahtine.

Õ — ja. Umbes nii. Siin on mul klaastõruke, mille ma pealt klaaskraani abil kinni panna wõin. Alumise otsa külge paneme gummitõrukese, mille teise otsa küljes teine lahtine klaastõru seisab (joon. 40). Ma teen kraani lahti ja walan torusse elawhõbedat, seni kui gummitõru temast täis saab, ja klaastõru pooleli. Mõlemad tõrud kinnitan ma loodis aluse külge. Kuidas jääb elawhõbe?

Õ — n e. Ühendatud astjate seaduse järele peab elawhõbe mõlemas ühekõrgusel seisma. Nii ta ka on.

Õ — ja. Kui ma nüüd kraanita toru üles tõstan?

Õ — n e. Siis tõuseb elawhõbe ka teises torus. Waata, juba jookseb ta üle ääre.

Õ — ja. Sellepärast panen ma ta kinni. Nüüd lasen ma toru alla wajuda. Teises torus aga ei waju elawhõbe mitte, waid jääb kraani juurde. Mispärast?

Õ — n e. Sellepärast, et kraan nüüd kinni on. Õhk ei saa enam läbi tungida.

Õ — ja. Missugune wahekord on õhu ja elawhõbedat tasakaalu wahel?

Õ — n e. Siin mängib mõnda osa õhu surwe. Oota, ma mõtlen. Jah, lahtise toru peale wõib õhk surwet awaldada, aga kinnise peale mitte.

Õ — ja. Õige! Aga nüüd hakkab elawhõbe kraanist allapoole wajuma. Kraan ei hakanud mitte õhku läbi



40.

Joon. 40.

laskma, sest et, kui ma toru tõstan, ka elawhõbe jälle kraanini tõuseb. Kui ma torujälle wajuda lasen, wajub ühes temaga ka elawhõbe. Millest see tuleb?

Õ — n e. Ôhu surwe ei jõua elawhõbedat ennem ülewal hoida.

Õ — ja. Täiesti õige. Kui ma lahtist toru tõstan, siis tõuseb teises torus elawhõbe, lasen ma teda wajuda, siis wajub ka elawhõbe. Nüüd mõõdame natuke. Ma panen torud ligistikku ja hakkam alumisest elawhõbedast pinnast peale mõõtma. Ülemine seisab 75 sent. kaugusel. Kui ma nüüd toru üles ja alla liigutan, siis leian ma, et pindade wahel ikka 75 sent. on. Järgnewalt on ôhu surwe niisama suur, kui 75 sent. kõrguse elawhõbedasamba surwe.

Õ — n e. Jah, nii suur on elawhõbedast pinna kõrgus baromeetris.

Õ — ja. Ôige. Meie aparat on ka baromeeter. Aga ôhu surwe on ka ikka surwe, aga 75 sent. on pikkuse awaldu. Kuidas wõib siis surwe suurust pikkuse üksustega wälja ütelda?

Õ — n e. Wedeliku surwe oleneb tema samba kõrgusest.

Õ — ja. Kas ei olene tema ka mitte samba jämedusest?

Õ — n e. Ei, ma õppisin, et surwe ainult kõrgusest oleneb.

Õ — ja. Jah, ühe ja sellesama wedeliku juures. Mitmesuguste wedelikute juures oleneb ta weel erikaa-lust. Elawhõbe on  $13\frac{1}{2}$  korda weest raskem, sellepärast on elawhõbedasamba surwe  $13\frac{1}{2}$  korda suurem kui niisama suure weesamba surwe. Järgnewalt tuleb selleks, et wee surwe nii suur oleks kui elawhõbedast oma . . .

Õ — n e.  $13\frac{1}{2}$  korda wähem wedelikkus sambast wõtta.

Õ — ja. Nüüd ütlesid sa seda just ümberpöördu. Mõtle järele!

Õ — n e. Elawhõbe on  $13\frac{1}{2}$  korda weest raskem, järgnewalt on elawhõbedast surwe  $13\frac{1}{2}$  korda wee omast

suurem ehk, teise sõnaga, wee surwe on  $13\frac{1}{2}$  korda nõrgem kui elawhõbeda surwe; et aga ühesuurust surwet saada — jah, nüüd sain ma aru, selleks peab weesamba  $13\frac{1}{2}$  korda pikema wõtma kui temale wastawa elawhõbedasamba.

Ô — ja. Nii on õige. Kui kõrge oleks wee pind weebaromeetris?

Ô — ne.  $13\frac{1}{2}$  korda 75 sent. annawad  $1012\frac{1}{2}$  sent.

Ô — ja. Jah, natuke üle 10 meetri. Tead ka: kas õhu surwe jääb alati ühesuguseks?

Ô — ne. Ei, tema muutub. Headel ilmadel seisab baromeeter kõrgel, wihmasel wajub ta alla.

Ô — ja. Jah, sagedasti juhtub, et suure õhusurwe juures hea ilm on ja ka ümberpöördult; aga need nähtused ei lähe mitte alati ühte, sest et õhu surwe ühe korraga wäga mitmesugustest põhjustest oleneb. Sellest ei hakka meie siin mitte kõnelema. — Nagu sinule teada, wõtsiwad teadlased 76 sent. pikkuse elawhõbedasamba surwe üksuseks ja nimetasiwad teda atmosfäriks. Kas tead, mis tähendab atmosfär ülepea?

Ô — ne. Jah, õhku.

Ô — ja. Ôigemini „õhukera“. Selle sõna all mõeldakse õhu surwet. Fiisikas mõõdetakse õhu surwet otsekohe elawhõbedasamba sentimeetrites. Nii siis, märgi omale wäljaarwamise tarwis üles: 1 atm. = 76 sent. elawhõbedasammast, ja 1 sent. elawhõbedasammast =  $\frac{1}{76}$  atm. Järgnewalt, kui ma nüüd teise toru üles tõstan, kraani lahti teen ja õhku sisse lasen, siis wõib ta ainult määratud paljuses sisse tungida, ja ma olen kindel, et tema surwe on niisama kui muu toa õhu oma, 75-sentim. elawhõbedasamba surwe suurune. Ma sean elawhõbeda nii, et tema pind kraaniga toru 100. jagatuse kohal seisaks. See tähendab, et torus 100 kantsent. õhku on. Nüüd panen ma kraani jälle kinni, nii et selle õhu wolum ainult elawhõbeda liikumise mõjul muutuma saab. Nüüd on tarberiist katsete tegemiseks walmis.

Ô — ne. Missuguseid katseid sa teha tahad?

Ô — ja. Ma tahan sulle näidata, kuidas ôhu wolum tema peale môjuwa surwe muutumiseega muutub. Esiteks lasen ma lahtise toru wajuda; mis näed sa nüüd?

Õ — ne. Kinnises torus wajub elawhõbe allapoole, aga palju vähem.

Õ — ja. Mõõdame, kui suur on nüüd ôhu wolum ja missuguse surwe all ta seisab. Wolumi määran ma jagatuste järele, mis toru peal on; ma näen, et ta 120 kantsent. on. Et surwet leida, selleks pean ma elawhõbeda pindade wahet mõõtma; ma leian, et see 12,5 sent. on. Tähendab, kui suure surwe all seisab nüüd õhk?

Õ — ne. 12,5-sentim. elawhõbedasamba surwe all.

Õ — ja. Ei ole õige!

Õ — ne. Sa ise ju ütlesid seda alles.

Õ — ja. Ma ütlesin, et elawhõbedasammaste kõrguste wahel 12,5 sent. on. Kus on elawhõbe kõrgemal?

Õ — ne. Kinnises torus, kus õhk sees on. Jah, tähendab, seal peab surwe weel vähem olema!

Õ — ja. Millest vähem?

Õ — ne. Vähem, kui ta ennem oli.

Õ — ja. Õige; kui suur oli surwe ennem?

Õ — ne. Seda ei tea mina mitte.

Õ — ja. Sa tead seda küll. Mõttele ainult järele. Mis ütlesin ma sulle katse algusel? Kui suur oli ôhu surwe, kui ma kraani kinni panin?

Õ — ne. Ah jah, nüüd tuleb mul meelde, ta oli 1 atm., see on 75-sentim. elawhõbedasamba surwe suurune.

Õ — ja. Kui suur on surwe nüüd?

Õ — ne. 12,5 sent. vähem, see on 62,5 sent. Ütlesin ma nüüd õieti?

Õ — ja. Õige. Määrame weel mõnikord ôhu wolumi ühes temale wastawa surwega. Saadud arwude abil kirjutame järgmise tabeli:

75	sent.	elawhõbedasammast	100	kantsent.
62,5	"	"	120	" "
60	"	"	150	" "

37,5 sent. elawhõbedasammast 200 kantsent.

25 " " " 300 " "

Õ — ne. Missuguseid järeldusi wõime meie siit teha?

Õ — ja. Ma tahan sulle näidata, kuidas looduse seadusi üles leitakse. Meil on kaks suurust, surwe ja wolum, mis üksteisest olenedes muutuwad, igakord kui meie ühele neist määratud tähenduse anname, saab ka teine määratud tähenduse.

Õ — ne. Ainult wolum oleneb ju surwest, aga mitte surwe wolumist. Sest, et meie määratud wolumi saamiseks ennem surwet muutma peame.

Õ — ja. See oleneb ainult meie tarberiista juhuslisest kujust. Kui sa tühja, see on õhuga täidetud, jalgrattapumba wõtaksid, tema augu kinni kataksid ja pumbakannu sisse lükkama hakkasid, siis wõid sa oma tahtmise järele õhu wolumit muuta, mille juures mitte raske tähele panna ei ole, kuidas surwe suureneb ja pumbakannu sisselükkamine ikka raskemaks läheb.

Õ — ne. Jah, see on tõsi.

Õ — ja. Meie tabelist näed sa, et surwe suurenemisega wolum väheneb. Kui surwet p—ga ja wolumit v—ga tähendada, siis teame meie, et igale p tähendusele täiesti määratud v tähendus wastab.

Õ — ne. Mis osa siis looduse seadus siin mängib?

Õ — ja. Tema annab meile wõimaluse igale antud p tähendusele wastawat v tähendust leida, ja ka ümberpöörduvalt.

Õ — ne. Kuidas wõib seda teha?

Õ — ja. Selleks peame meie arwulise wahekorra ehk formeli üles otsima, mille põhjal ühte suurust määrata wõiks, kui teine antud on.

Õ — ne. Sellest ei wõi mina mitte aru saada.

Õ — ja. Kujuta omale ette, et sinul 10 õuna oleks; mõned neist on sinu taskus, teisi hoiad sa käes. Nime-tame t—ga taskus olewate õunade arwu ja k—ga neid, mis käes on; sel juhusel wõid sina, kui sul k teada on,

igakord t wälja arwata, ja ümberpöördult. Mille peal põhjened see wõimalus?

Õ — n e. Selle peal, et ma tean, et mul ülepea 10 õuna oli.

Õ — j a. Tähendab, k ja t summa on 10, ning meie formeli nägu saab järgmine olema:

$$t + k = 10.$$

Selle formeli põhjal wõid sina t wälja arwata, kui k teada, on, ja ümberpöördult. .

Õ — n e. See on huwitaw. Aga õieti ütelda, on see päris ülearune, sellepärast et ma seda ilma formeli abita tean.

Õ — j a. Sa tead seda ainult sellepärast, et formel liig lihtne on ja et sarnaseid ülesandeid wäga sagedasti harutada tuleb. Waatame, kas ka meie õhu surwe ja wolumi mõõteid sarnase lihtsa formeli näol ütelda ei saa?

Õ — n e. Las' ma katsun!  $75 + 100 = 175$ ;  $62,5 + 120 = 182,5$ ;  $60 + 150 = 210$ . Ei, sest ei tule midagi wälja, summa kaswab.

Õ — j a. Tähendab, summa formel ei ole siin mitte kohane. Õieti ütelda, seda oleksid pidanud sa juba ette ära nägema,— nii wõib ainult ühesuguseid suurusi kokku arwata, nagu näit. õunu õuntega, aga mitte mitmesuguseid, nagu surwesid ja wolumisid.

Õ — n e. Aga missugune formel wõib siin siis olla?

Õ — j a. Suureneb p, siis väheneb v. Missugune wahekord wõib weel p ja v wahel olla, millel sarnane omadus oleks?

Õ — n e. Niisuguseid wahekordasid wõib wist palju olla.

Õ — j a. Aga igatahes lihtsaid wahekordasid ei ole mitte palju. Otsi minule kõige lihtsam wahekord üles peale summa.

Õ — n e. See wõib ehk kaswatis olla! Kui üks kaswataja suureneb, siis peab teine vähenema, kui meie sedasama kaswatist saada tahame.

Õ — j a. Katsu, kas see kõlbab siia.

Õ — n e.  $75 \times 100 = 7500$ ;  $62,5 \times 120 = 7500$ ;  $50 \times 150 = 7500$ ;  $37,5 \times 200 = 7500$ ;  $25 \times 300 = 7500$ . Kõlbab tõesti!

Õ — j a. Kirjuta nüüd formel üles!

Õ — n e.  $p \times v = 7500$ .

Õ — j a. Oige. Tähendab, nüüd leidsid sa looduse seaduse, mis õhu wolumi ja surwe wastastikuse sideme ehk olenewuse peale näitab.

Õ — n e. Sinu abita ei oleks mina seda ialgi teinud!

Õ — j a. Ma usun seda heameelega.

Õ — n e. Ütle mulle, kas sina seda ise tegid?

Õ — j a. Ei. See seadus sai juba 200 aastat tagasi inglase Boyle poolt üles leitud, ja sellepärast nimetatakse teda Boyle seaduseks. Aga meie ei ole seaduse väljajutlemisega veel lõpetanud. Kui surwe tähendamiseks mitte elawhõbedasamba sent., waid atmosfärisid wõtta, siis wäheneksiwad p tähendused kõik 76 korda. Tähendab, kaswatis  $p \times v$  ei annaks mitte 7500, waid

$\frac{7500}{76} = 98,7$ , ja meie formeli nägu oleks järgmine:

$p \times v = 98,7$ .

Õ — n e. Ma mõistan.

Õ — j a. Edasi, oleksin ma katse algusel mitte 100 kantsent. õhku wõtnud, waid 80

Õ — n e. Siis oleks  $p$  kaswatis  $75 \times 80 = 6000$  olnud.

Õ — j a. Jah, esimeses formelis, aga — teises?

Õ — n e. Seda ei wõi mitte ette teada.

Õ — j a. Wõib küll; tarwis ainult mõelda. Ma eraldasin  $\frac{80}{100}$  ehk  $\frac{4}{5}$  algusel wõetud õhust. Mis ma nüüd selle õhuga ka ei teeks, tema paljus jääb ikka  $\frac{4}{5}$  alguses wõetud õhust, ja sellepärst peab ka tema wolum igas olekus  $\frac{4}{5}$  alguses wõetud õhust olema. Tähendab, kõik tähendused on ühes ja sellesamas wahekorras wähenatud.

Õ — n e. Aga, kas  $p$  tähendused ei oleks nõnda-sama palju muutunud?

Õ — j a. Ei. Õhu surwet on õhus igal pool tunda, üks kõik, kas meie teda wähe ehk palju wõtame. 100

kantsent., mis meie oma katseks wõtame, on täiesti omawoliliselt wõetud osa toaõhust, mille surwe igal pool 76 sent. on.

Õ — n e. Mispärast surwete wahekord teisem on, kui wolumide oma?

Õ — j a. Mitu korda olen mina sulle ütelnud, et sa sarnastel juhustel küsiksid „mispärast“; aga pean sinule tähendama, et ühede suuruste wahekord nii on, teistel teisiti. Temperatuurid awaldawad sarnast wahekorda kui surwedki. Kui mõnel massel, näit. wee omal, teatud temperatuur oleks, siis oleks see temperatuur selle masse igale jaole omane, üks kõik, kas pisukesele ehk suurele.

Õ — n e. Aga sel massel wõib mitmesugustel kohtadel ka mitmesugune temperatuur olla.

Õ — j a. Muidugi, aga mina rääkisin massedest, millel igal pool üks temperatuur on. Aga ka siin on sarnadus temperatuuri ja surwe wahel: kui ühel massel mitmesugustel kohtadel mitmesugused temperatuurid on, siis püüawad nemad tasaneda. Aga meie peame oma katsete juurde tagasi minema. Sa nägid, et kindel arw 7500 eneses midagi juhuslist sisaldab, sest et ta õhu paljusest ja üksustest, mida meie surwe ja wolumi mõõtmiseks tarwitasime, oleneb. Sellepärast peame meie oma formelile niisuguse näo andma, et temas enam midagi omawolilist ei oleks. Selle tarwis ütleme meie Boyle seaduse nõnda wälja:

$$pv=c.$$

Õ — n e. Mis tähendab  $c$ ?

Õ — j a. Tema tähendab seda, et kaswatis  $pv$  määratud suurus  $c$  on, mis seni muutumata jääb, kui ainult suurused  $p$  ja  $v$  muutuwad. Sellepärast nimetatakse  $p$  ja  $v$  muutuwateks suurusteks ehk lihtsalt muutwateks ja  $c$  kindlaks, see on muutumata suuruseks.

Õ — n e. Aga  $c$ -l wõiwad ka mitmesugused tähendused olla.

Õ — j a. Ainult sel juhusel, kui õhu paljus muutub. Sa nägid juba, et kaswatis  $pv$  sel juhusel sellesamas wahekorras suureneb ehk väheneb kui õhu paljus. Kui

õhu paljust  $m$ -ga tähendada, siis  $w\hat{o}ib\ c=mk$  kirjutada, kus ka teine kindel suurus on, mis  $m$  paljusest juba ei olene. Kui seda  $c$  tähendust esimesesse sõrdlusesse paneme, siin saame meie:  $pv=mk$  ehk  $\frac{pv}{m}=k$ .

Ô — n e. Mistarwis on see formel?

Ô — j a. Tema abil wõib seadust igasugu õhu paljuse juures tarwitada. Kui gaasi paljus kantsentimeetrites 75 sent. surwe juures mõõdetud on, siis peame oma esimest kindlat —  $c=7500$  — nõndawiisi kirjutama:  $7500=100\ k$  ehk  $k=75$ ; kui seda  $k$  arwulist tähendust wiimasesse sõrdlusesse panna, siis saame:  $\frac{pv}{m}=75$  See sõrdlus kõlbab igaks katseks, üks kõik, missuguse õhu paljusega.

Ô — n e. Seda takaksin ma waadata!

Ô — j a. Teeme kohe katse. Ma eraldan atmosfäri surwe juures 60 kantsent. õhku ja lasen teist toru nõnda kaua allapoole wajuda, kui õhk 100-kantsentim. wolumi saab. Missuguse surwe meie siis saame?

Ô — n e. Seda ei wõi ma mitte teada!

Ô — j a. Igatahes oleksid sa teadma pidanud, kuidas seda formelist arwata wõib. Sa oleksid pidanud arwulised tähendused formelisse panema ja siis  $p$  wälja arwama. Sul on teada: wolum  $v=100$  ja paljus  $m=60$ .

Ô — n e.  $\frac{p \times 100}{60}=75$ , järgnewalt  $p=45$ . Surwe on 45 sent.

Ô — j a. Noh, aga kuidas wõin mina 45 sent. surwe saada?

Ô — n e. Seda wõin ma juba wälja arwata. Õhu surwe on 75 sent.,  $75-45=30$ , tähendab lahtises torus peab elawhõbe 30 sent. kinnise toru elawhõbeda pinnast allpool seisma. Kas wõib mõõta?

Ô — j a. Jah.

Ô — n e. Tõesti läheb see ühte.

Ô — j a. Kas see sind imestab?

Ô — n e. Jah, see paistab minule nii imelik.

Ô — j a. Ja nimelt, mis?

Ô — n e. Et nii ette kuulutada wõib.

Õ — j a. Ülepea tarwitatakse looduse seadusi selleks, et nende abil ette kuulutada, mis tulewikus sündima peab. Tuleta omale meelde ettekuulutusi päikse- ja kuuwarjutuste üle.

Õ — n e. Jah, ma sain aru kõigest, aga ei ole veel sellega harjunud.

Õ — j a. See on täiesti loomulik. Aga et meil edaspidi iga sammu peal sarnaste küsimustega tegemist saab olema, siis harjud sa pea nende uute mõtetega.

## 24. Kindlus ja karwapealsus.

Õ — j a. Kas said Boyle seadusest täiesti aru?

Õ — n e. Jah, ma sain kõigest aru, mis sa minule ütlesid. Aga minule jääb veel midagi tumedaks sellest, millest sa minule veel ei kõnelenud.

Õ — j a. Küsi!

Õ — n e. Eila määrasime meie surweid ainult wiie wõi kuue mitmesuguse wolumi tarwis. Siis hakkasid sa formelit  $pv=7500$ , mis mõnest juhusest wälja wiidud oli, igal teisel juhusel tarwitama. Kas wõib seda teha?

Õ — j a. Sinu küsimus on täiesti mõistlik, sellepärast katsun ma sulle asja ära seletada. Kui sa mitu korda lapsepasunasse puhud ja igakord ühe ja sellesama hääle saad, siis ootad sa muidugi, et sa ka tulewikus sellesama hääle saad, kui sa teda puhuksid.

Õ — n e. Muidugi.

Õ — j a. Niisamuti on lugu formeliga. Igakord, kui sa meie gaasi surwet wolumiga kaswatasid, said sa ikka ühe ja sellesama arwu 7500. Järgnewalt on mul õigus oodata, et ka tulewikus nii olema saab. Sa wist ei unustanud ka mitte ära, et meie ootus täide läks; meie prowisime oma formelit katsega ja leidsime, et ta õige oli.

Õ — n e. Jah—nii. Ma ei oodanud, et see asi nii lihtne on.

Õ — ja. Noh, ta ei ole just mitte nii wäga lihtne. Siin on kõne all suur ja tähtis seadus. See on nii üleüldine ja tuttaw seadus, et meie teda igal sammul tarwitame.

Õ — ne. Üleüldine ja tuttaw seadus? Aga mina teda ju ei tunne!

Õ — ja. Sa tunnend teda sellepärast, et sa teda alati tarwitad. Sa ei ole ainult harjunud teda seaduse näol wälja ütlemata. See on looduse nähtuste kindluse seadus.

Õ — ne. Missugune on selle seaduse sisu?

Õ — ja. Kui antud tingustel mõni nähtus sünnib, siis saab ta ka tulewikus sündima, kui aga need tingused käepärast on.

Õ — ne. Aga see on ju iseenestki mõista.

Õ — ja. Iseenesest mõistetawaks nimetatakse seda, mille üle järele ei mõelda. Siiski panid sa alles minule küsimuse ette, mille wastus selles seaduses seisab.

Õ — ne. See oli mulle tundmata juhuse puhul.

Õ — ja. See on ainult üleüldise wana seaduse uus tarwitamine, aga mitte uus seadus. Nüüd näed sa, kui suur tähtsus „iseenesest mõistetawate“ seaduste wäljajütlelemisel on. Oleksid sa ennem selle seaduse karwapealset awaldust tundnud, siis oleksid sa ise oma küsimuse peale wastust anda wõinud.

Õ — ne. Edaspidi saan ma nii talitama. Aga see, millest meie praegu rääkisime, ei ole weel kõik, mille üle ma sinu käest seletust paluda tahtsin. Ma usun juba, et kui meie just niisamasuguseid katseid nendesamade wolumidega tegema saame, siis niisamasugused surwed saame. Aga on ju weel palju teisi surweid ja wolumisid, mida meie weel mõõtnud ei ole. Kuidas siis tuleb, et formel neil juhustel kõlbab! Siin ei ole meil ju enam ühesugused tingused.

Õ — ja. Küsimus on täiesti põhjendatud. Siin tarwitatakse teist üleüldist looduse seadust.

Õ — ne. Jällegi looduse seadus!

Õ — ja. Sulle paistub, et neid liig palju on? Jää rahule, see on jällegi „iseenest mõistetav“ seadus.

Õ — ne. Ma mõtlen, et meil lõpuks nõnda palju seadusi saab olema, et meil kõik sassi läheb.

Õ — ja. Aga selles, et võimalikult rohkem looduse seadusi üles leida, seisabki teadusliste uurimiste siht.

Õ — ne. Kas tõesti?

Õ — ja. Looduse seadused räägivad meile, mida ootama peab, kui määratud tingused käepärast on. Aga üks seadus ei käi korraga mitte kõigi tinguste kohta, vaid ainult ühe ehk mõne kohta. Järgnewalt, kui meie seda, mis tõesti sündima peab, karwa pealt teada tahame saada, peame meie kõigi olewate tinguste jaoks seadusi tundma; ainult sel juhusel kaob kõik määramatus, ja jääb järele ainult võimalikkus. See ongi see, mis tõesti peab sündima. Nüüd lähme oma küsimuse juurde tagasi. Üleüldine seadus, millest ma rääkisin, on looduse nähtuste kindluse seadus.

Õ — ne. Ole nii hea, seleta mulle seda!

Õ — ja. Meie nägime alles, et looduse seadusi järgmisel kujul välja ütelda võib: kui see käepärast on, siis peab see sündima. Sagedasti ei ole see „see“ mitte ainus ja täiesti määratud, vaid ta ilmub mitmesuguses astes ja suuruses, sedasama võib ka selle kohta ütelda, mis selle järel sünnib. Kui meie esimest ühtepuhku muutma hakkame, see on, nii et tema suurused mitte hüppeid ei teeks, siis saab ka teine ühtepuhku muutuma ja ka tema suurused ei saa mitte hüppeid tegema.

Õ — ne. Sellepärast ütlebki ladinakeelne wanasõna: natura non facit saltus—loodus ei tee mitte hüppeid.

Õ — ja. Jah, nii on see juba wanasõnadega. „Loodus“ teeb niisamuti hüppeid, aga ühes temaga teewad hüppeid kõik suurused, mis üksteisest olenewad.

Õ — ne. Seda ei wõi mina omale mitte täiesti selgesti ette kujutada.

Õ — j a. Mõtles jää weeks muutumise peale. Kui kindel aine wedelaks muutub, mille juures tema oleku kuju hüppena muutub, siis muutuvad järsku ühe korraga wolum, mis  $\frac{1}{11}$  vähemaks saab, kiirtemurduwus, elektrilised ja muud teised omadused.

Õ — n e. Kas see kõigi omaduste kohta käib?

Õ — j a. Peaaegu kõikide; ainult masse ja kaal ei muutu.

Õ — n e. Siiski ei näe mina siit mitte, missugune ühendus sellel kõigel minu endise küsimusega on.

Õ — j a. Sa küsisid, mille põhjal meie lubama peame, et peale surwe ja wolumi üksikute suuruste, mille tarwis meie kindla kaswatische leidsime, meie ka kõigi teiste wahelolewate suuruste jaoks sellesama kaswatische saame. See järgneb kindluse seadusest. Sest et kui mõne kahe kaunis üksteise lähedal olewa surwe suuruse jaoks kaswatised ühesuurused on, siis peab wiimane ka wahelolewate suuruste juures ühesuurune olema, sest et wastasel korral lubama peame, et üks faktor hüppena muutub, mida aga kindluse seadus mitte ei luba.

Õ — n e. Sellest ei saanud mina mitte täiesti aru.

Õ — j a. Wõtame endise lapsepasuna näituse. Puhud sa ükskord tugewasti, teine kord nõrgasti, ja kui sa mõlematel kordadel ühekõrguse hääle saad, siis on sul õigus sellest järeldada, et sa sellesama hääle saad, kui sa keskmise jõuga puhuma saad.

Õ — n e. Jah, muidugi

Õ — j a. Sina tarwitasid praegu kindluse seadust.

Õ — n e. Ah, kui lihtne see on!

Õ — j a. Nüüd tuleb sa uuesti otsusele, et raskus mitte seadusest arusaamises ei seisa, waid tema tarwitamises harjumata kordadel. Nüüd läheme oma Boyle seadusega edasi. Siiamaani proowisime meie teda surwete juures, mis atmosfäri surwest vähemad oliwad. Mis arwad sa, kas on see seadus ka kõrgemate surwete juures jõus?

Õ — n e. Mina ei tunne ühtegi põhjust ei poolt ega wastu.

Õ — j a. Ei, ühte tunnend sina poolt: see on kindluse seadus. Katsu teda siin tarwitada.

Õ — n e. Atmosfäriolistest natuke kõrgemate surwete juures jääb kaswatis pv kindlaks.

Õ — j a. Õige.

Õ — n e. Aga kui kaua wõib sarnast harutamist jätkata?

Õ — j a. Seda wõib ainult katse otsustada. Tõstame oma lahtise toru nii kõrgele kui wähegi wõimalik. Nüüd wähenes wolum kuni 40 kantsent., ja elawhõbeda pindade wahe on üle 1 meetri. Ma wôtan omale wael teise joone-laua abiks, mille järele ma wahe  $112\frac{1}{2}$  sent. suuruse leian olewat. Kui suur saab kaswatis olema?

Õ — n e.  $112\frac{1}{2} \times 40 = 4500$ . Ei, kaswatis on palju wähem.

Õ — j a. Mõttele weel kord järele!

Õ — n e. Ah jah, ma unustasin õhu surwe arwesse wôtmata. Aga ma ei wõi mitte  $112\frac{1}{2}$  75-est maha arwata.

Õ — j a. Miks maha arwata.

Õ — n e. Sest et — oh, ei, nüüd surub ju elawhõbe sellessamas sihis, mis õhki; tähendab, mõlemad arwed on tarwis kokku arwata.  $112\frac{1}{2} + 75 = 187\frac{1}{2}$ ;  $187\frac{1}{2} \times 40 = 5700$ . Kaswatis on seesama, mis endiste katsete juureski.

Õ — j a. Missuguse järelduse sa nende surwete jaoks teed, mis selle ja atmosfäriolise wahel on?

Õ — n e. Ka nende juures on kaswatis üks ja seesama, seda räägib meile kindluse seadus,

Õ — j a. Naerda ei ole siin midagi, see on täiesti õige. Et selle üle kindlale otsusele tulla, selleks wõid sa peale tunni mõne sarnase mõõtmise teha.

Õ — n e. See on hea, tänan sind wäga selle eest.

Õ — j a. Hoi a ainult selle eest, et sa elawhõbedat maha ei pilla. See metall on mürgine. Kõige parem oleks suurest papist madal waagen teha ja tema peal töötada.

Õ — ja. Noh, läksiwad sinu mõõtmised korda?

Õ — ne. Kahjuks ainult pooleldi. Surwe ja wolumi kaswatis ei tulnud mitte igakord 7500 wälja, waid mõnikord wähem ehk ka rohkem.

Õ — ja. See on täiesti korras, nii peabki olema.

Õ — ne. Kas Boyle seadus mitte karwapealne ei ole?

Õ — ja. Seadus on karwapealne, aga sinu mõõted ei ole seda mitte. Kui suure karwapealsusega määrasid sina elawhõbedasamba kõrgust?

Õ — ne. Wäga raske oli joonelauda õieti hoida ja elawhõbeda pinda määrata.

Õ — ja. Sa näed, et sa selle juures küll mitte terwete sentimeetrite wõrt ei eksinud, aga et sinu wiga mõnes millim. seisab, selle üle ei maksa sugugi kahelda. Wõtame wiimase katse, kus wolum 40 kantsent. ja surwe 187½ sent. oli. Oleksin ma ½ sent. enam wõtnud, mis wäga wõimalik oleks olnud, sest et ma joonelauda pikendasin, siis oleksin ma 7500 asemel  $188 \times 40 = 7520$  saanud. Oleksin ma ½ sent. wähem wõtnud, siis oleksin ma 7480 saanud. Niisugune on katsete wea mõju tagajärgede peale.

Õ — ne. Jah, umbes sarnaseid arwusid sain ka mina.

Õ — ja. Peale selle wõib ka wolumi mõõtmise juures eksida. Toru on kantsentimeetriteks ja nende kümnendikjagudeks jagatud, sellepärast wõisid sina wäga kergesti ühe kümnendiku peale eksida. Oleksid sa 40 asemel 40,1 wõtnud, siis oleksid sa  $187\frac{1}{2} \times 40,1 = 7518,75$ , see on jällegi walearwu saanud. Kui siia weel surwe määramise wea juurde lisame, siis saame kaswatises  $188 \times 40,1 = 7538,8$ .

Õ — ne. Kuidas wõime meie sel korral teada, mis sugune arw täiesti õige on?

Õ — ja. Seda ei wõi meie ülepea mitte teada, sest et iga mõõde on wigane.

Õ — ne. Aga kui mõõtmist ülikarwapealt toimetatakse?

Õ — ja. Siis wõidakse wõimalikku wiga wähen-dada, aga teda täiesti ära kaotada on wõimata.

Õ — n e. Tähendab, täiesti karwapealset ei ole midagi olemas.

Õ — ja. Absolut (tingimata) karwapealseks, see on, mis iga wea wõimataks teeb, ei wõi ühtegi mõõtmise teel saadud suurust lugeda. On ainult enam ehk vähem karwapealsed mõõtmised olemas.

Õ — n e. Kuidas tuleb siis toimetada, kui sarnaseid mitmesuguseid arwusid saadakse, nagu mina ennem sain? Missugust suurust peab siis tõsiseks tunnistama?

Õ — ja. Tõsist suurust on wõimata saada; leida võib ainult niisugust suurust, mis arwatawasti tõsisele kõige lähemal seisab.

Õ — n e. Kuidas seda leitakse?

Õ — ja. Mõttele natuke järele! Sina wõid liig suure ehk liig pisukese suuruse wõtta. Sellepärast, saab tõsine suurus umbes kõige vähemate ja suuremate suuruste keskel, mis sina leidsid, olema.

Õ — n e. Seda mõistan ma.

Õ — ja. Sellepärast pead sina uurimisel leitud suurustest kesksuuruse wõtma. Sarnast kesksuurust saadakse kui kõik uurimisel saadud suurused kokku arwatakse, ja nende summa nende arwuga jagatakse. Jaond on siis kesksuurus ja siis ka tõsisele kõige lähem.

Õ — n e. Ole nii hea ja lase mind seda teha, et ma sellest teguwiisist paremini aru saaksin. Ennemalt sain mina kaswatise pv jaoks järgmised arwud: 7520, 7475, 7492, 7533, 7506, 7491.

Õ — ja. Suuruseid on 6. Arwa nad kokku ja jaga summa 6 peale.

Õ — n e. 7520

7475

7592

7533

7506

7491

$$\frac{45017}{6} ; \frac{45017}{6} = 7502, 833 \dots$$

Kui kaua mina edasi pean jagama?

Õ — j a. Kustuta kümnendikmärgid kõik ära.

Õ — n e. Aga sel korral teen ma ju wea.

Õ — j a. Sa tead ju, et kõik mõõtmised wigased on. Kui saadud arwusid lähemalt waatlema hakkad, siis näed sa, et juba kümned wanguwad; järgnewalt üksused ei ole enam sugugi usaldusewääriiised. Tähendab, kesksuuruse 7502,833 ... juures wõib kümnete kohal seisaw 0 ehk õige olla, aga 2 üksust on kindlasti waled, sest et ainult weel ühe mõõtmise tagajärge arwesse wõtta waja on, et sa koguni teise numbri saaksid.

Õ — n e. Ma tegin weel ühe mõõte; sain 7511.

Õ — j a. Otsi seitsme suuruse tarwis keskarw wälja; kui palju tuleb wälja?

Õ — n e.  $\frac{52528}{7} = 7504$

Õ — j a. Näed nüüd, kohe tuliwad kaks üksust juurde. Järgnewalt, kui sa üksuseid ehk kümnendik-jagusid kirjutada oleksid tahtnud, siis oleksid sina pea eksitusesse sattunud. Niisuguseid usalduseta kohtasid märgitakse kohe 0-ga, et näidata, et siin karwapealseid määramisi wõimata teha on. Järgnewalt, missuguse kuju saab sinu kesksuurus?

Õ — n e. 7500

Õ — j a. Õige. Nüüd lähme küsimuse juurde, kas Boyle seadus kõigi surwete juures jõus seisab, tagasi. Wastus on niisugune: ühelt poolt jäi seadus õigeaks kõige pisema surwe juures, mida ülepea wõimalik oli mõõta. Aga teiselt poolt ilmuwad kõrgete surwete juures kõrwalekaldumised sellest seadusest. 10-atmosfäriilise surwe juures on need kõrwalekaldumised alles tähtsusetu, 100-atm. juures on nad juba tuntawad ja 1000-atm. juures — wäga suured.

Õ — n e. Kus hakkawad need kõrwalekaldumised peale?

Õ — j a. See oleneb mõõtmise peensusest. Mida karwapealsemalt surweid ja wolumisid mõõdetakse, seda wähe-

mad on surwed, mille juures esimesed kôrwalekaldumised ilmsiks tulewad.

Ô — n e. Tähendab. Boyle seadus, ôieti ütelda, ei ole mitte täiesti karwapealne!

Ô — ja. Jah, ta ei ole täiesti karwapealne. Seda wôib peaaegu kõigi looduse seaduste kohta üelda. Aga meie praktilaliste sihtide jaoks on ta täiesti karwapealne, sest et meie mõõtmiste wead ikka palju suuremad on kui seaduse wead.

## 25. Ôhu laienemine soojusest.

Ô — ja. Kas said nüüd Boyle seadusest täiesti aru?

Ô — n e. Ma arwan küll. Aga mind segab weel üks teine asjaolu. Sa ju ütlesid mulle ükskord, et ôhk sooje- nedes laieneb. Tähendab, ühel ja selsamal ôhu paljusel wôib ühe ja sellesama surwe juures mitmesugune wolum olla: suurem, kui ôhk soe on, ja wähem, kui ta külm on.

Ô — ja. See on täiesti tõi. Boyle seadus on ainult kindla temperaturi juures jõus.

Ô — n e. Missuguse juures nimelt?

Ô — ja. Üks kõik, missuguse juures, aga terwel katse ajal peab ta ühesugune olema. Meie tegime oma katseid 18°, see on toa temperaturi juures. Oleks temperatuur katsete ajal tugewasti muutunud, siis oleksiwad meie mõõtmiste tagajärjed üksteisest weel enam lahku läinud.

Ô — n e. Tähendab, terwel Boyle seadusel ei ole midagi iseäralist tähendust?

Ô — ja. Tema tähendus on alale jäänud. Sina aga said weel ühe tinguse teada, mida selle seaduse tarwita- mise juures tähele panna tuleb.

Ô — n e. Kuidas toimetame meie, kui temperatuur katse ajal muutub?

Ô — ja. Sel korral katsume meie niisugust seadust

üles leida, mis meile wõimaluse annaks seda mõjumist tähele panna.

Ô — n e. Kuidas on see wõimalik?

Ô — j a. Teame meie, kui palju antud gaasi wolum muutub, kui tema temperatuur määratud suuruse wõrt muutub, siis wõime meie oma mõõtmiste tagajärgede juures niisugust wäljaarwamist teha, kui oleksiwad nad ühe määratud temperatuuri juures tehtud.

Ô — n e. Ma wõin omale seda ligikaudselt ette kujutada, aga ometi ei ole see minule täiesti selge

Ô — j a. Sa saad sellest kohe aru. Siin on minul kitsas klaastoru, tema läbimõõt on umbes 2 mm. ja pikkus umbes  $\frac{1}{2}$  meetrit. Ühest otsast on ta kinni ja umbes keskel on üks tilk elawhõbedat, mille läbi määratud õhu paljus eraldatud saab. Kui ma seda õhku käega soojendama hakkab, siis hakkab tilgake otsa poole liikuma, kui aga õhku uuesti jahutada, siis wajub tema jälle sisse. Selle abil wõid sa õhu laienemist soojusest näha ja mõõta.

Ô — n e. See on just nagu soojamõõtja.

Ô — j a. Jah, soojamõõtja õhu abil. Ma pistan toru tõugatud jäässe ja märgin tilga seisukoha gummiwõruga.

Ô — n e. Kust sa selle wõru said?

Ô — j a. Ma lõikasin ta kääridega wäikse gummitoru küljest. Nüüd mõõdan ma õhusammast, kui toru jää sees on, s. t. 0° juures, ja leian, et tema 273 mm. pikk on. Nüüd soojendan ma sedasama õhu paljust kuni 100°, see on wee keemise temperatuurini. Selle tarwis panen ma kolbe kaelasse punni abil kaunis jämeda klaastoru ja ajan wee keema (joon 41); kui ma nüüd oma toru weeaurusse pistan, siis tõuseb tilk õige kõrgele.

Ô — n e. Aga kuidas märgid sa nüüd tilga seisukohta, ilma et sa oma käsa ära ei põletaks?

Ô — j a. Ma liigutan teist gummitoru kuni tarwiliku kohani pulga abil. Nüüd on kõik korras. Ma wõtan oma toru wälja ja mõõdan: teine wõru seisab 373 mm. peal.

Õ — ne. Just 100 mm. kaugemal. Tähendab, iga graadi peale 1 mm! Kuidas see nii karwa pealt wälja tuli.

Õ — ja. Ma teadsin juba ennem, et 273 õhu wolumi osa 0° kuni 100° soojenedes 100 wolumi osa wõrt laienewad; sellepärast eraldasingi ma just nõnda palju õhku

Õ — ne. Tegid sa seda 0° wõi 100° juures?

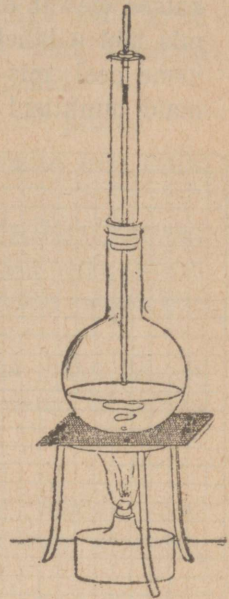
Õ — ja. Ei mina waatasin toa soojamõõtjat ja leidsin, et ta 18° näitas. Et 273 osa 1° wõrt soojenedes, 0°-st peale algades, 1 osa wõrt laienewad, siis peab meie wolum 18° juures:  $273 + 18 = 291$  osa olema. Sel põhjal seadsin mina elawhõbedatilgakese 291 mm. kaugusule toru otsast.

Õ — ne. Kuidas seda teha? Tilk ei liigu, ka mitte siis, kui ma toru puudutan.

Õ — ja. See on wäga lihtne. Ta ei liigu sellepärast, et ta õhku läbi ei lase. Tarwis ainult läbi tilga hobusejõhw pista, ja kohe hakkab tema, nagu sa näed, kergesti liikuma.

Õ — ne. See on huwitaw. Aga kuidas siis õhk läbi saab. Ahaa, nüüd näen ma, et seal kus, jõhw on, elawhõbe mitte tihedasti klaasi küljes ei ole.

Õ — ja. Jah, pinna põnewus teeb elawhõbeda ümarguseks, ja ei lase teda jõhwi ja klaasi wahel olewasse terawasse pilusse tungida. Nüüd lähme oma katse juurde tagasi. Teeme omale järgmise joonise (joon. 42.). Tasakaalus joon tähendab soojamõõtjat Kus 0 seisab, seal oleks siis jää sulamise punkt, ja kus 100 — wee keemise punkt\*). Iga millimeeter nende punktide wahel tähendab ühte graadi.

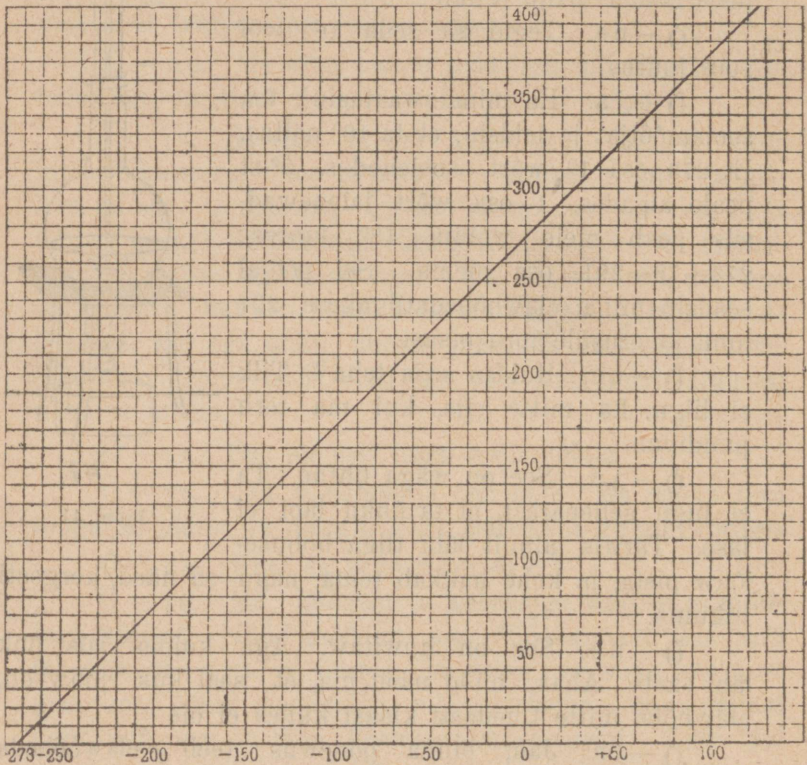


47  
Joon. 41.

\*) Joon. 42 on 4 korda wähenstatud.

Ô — n e. Seda mõistan ma.

Ô — j a. Nüüd joonistame loodis jooned, mis meie katses olewat õhu wolumi kujutawad. Loodis joone peal, mis läbi 0 läheb, märgime punkti 273 mm. kaugusel, ja joone peal, mis läbi 100 läheb,—373 m. kaugusel. Mõlemaid punktisid ühendame joonega.



42.

Joon. 42.

Ô — n e. Misjaoks seda joonist, tarwitatakse?

Ô — j a. Ta annab meile wõimaluse õhu wolumi iga wahelolewa temperatuuri jaoks leida. Otsi joone peal, mis soojamõõtja temperatuurisid tähendab, punkt üles, mis 180-le wastab, ja waata järele, kui pikk on tema

läbimineew loodis joon kuni selle joone läbijooksmiseni, mis punktisid 273 ja 373 ühendab.

Õ — n e. Ta on 290, ei, 291 mm. Aga selle arwu sain mina alles enne seda! Jah, see oli koht, kuhu sa elawhõbedatilga hobusejõhwi abil seisma panid.

Õ — j a. Jah, see on ju õhu wolum 18° juures.

Õ — n e. Kust see tuleb, et meie joonise peal selle-sama arwu saame?

Õ — j a. See on wäga lihtne: iga graadiga lähewad jooned, mis õhu wolumi tähendawad, ühe mm. wõrra pikemaks, sellepärast seisawadki kõigi joonte otsad ühe joone peal.

Õ — n e. Jah, seda ma mõistan. Ma näen ka, et niiwiisi õhu wolumi määrata wõib, kui tema 0° juures 273 osa suur on, aga . . .

Õ — j a. Mis?

Õ — n e. Ma tahtsin praegu rumalasti küsida. Kui ma teda 273 osaks tean, siis wõin ma teda wõrrendi abil iga arwu tarwis leida.

Õ — j a! Õige! Kui 273 osa, mis 0° juures mõõdetud, iga graadi juures ühe osa wõrra suurenewad, siis suureneb üks osa  $\frac{1}{273}$  wõrra, ja mõne teise graadide arwu juures, mida t—ks nimetada wõime,  $t/273$  osa wõrra. Sa wõid omale seda asja weel enam kergendada selle läbi, et sa joonise nõndanimetatud millimeetripaberi peale teed; selle peale on joontest, mis üksteisest 1 mm. kaugusel seisawad, wõrk tõmmatud, ja sul ei ole waja siis mitte igakord mõõta, waid wõid otsekohe siis arwusid lugeda,

Õ — n e. Aga ma pean ju joonesid lugema.

Õ — j a. See on ka wäga kergeks tehtud; iga wiies ja kümnes joon on natuke paksem, nüüd on sul ainult waja kümneid numbritega ära märkida, ja lugemine lähebki kiiresti.

Õ — n e. Jah, nii läheb see wäga hästi.

Õ — j a. Nüüd wõid sa mulle ka ütelda, kuidas gaasi wolumiga allpool 0° lugu on.

Õ — n e. Ma mõtlen, et ka seal iga graadiga wolum  $^{1/273}$  wõrra vähemaks jääb.

Õ — ja. Täiesti õige; joonises on sul waja ainult ühendajat joont pahemale poole pikendada, ja sa saadki allpool  $0^{\circ}$  olewad wolumid.

Õ — n e. Aga mis see siis tähendab: minu joon läheneb temperatuuri joonele ja puutub wiimaks temaga kokku, Seal ei pea siis gaasil wolumi enam s u g u g i olema, ja teisel pool teda weel vähem kui midagi.

Õ — ja. Täiesti õige: kus kohal see sünnib?

Õ — n e. Umbes —  $273^{\circ}$  juures.

Õ — ja. Muidugi, kui õhk iga graadiga  $^{1/273}$  oma wolumist kaotab, siis ei pea  $273^{\circ}$  juures allpool nulli enam midagi järele jääma.

Õ — n e. Kas see siis tõesti nii on?

Õ — ja. Seda ei tea ma mitte, sest et weel keegi temperatuuri —  $273^{\circ}$  kätte saanud ei ole.

Õ — n e. Mispärast mitte?

Õ — ja. See ei ole mitte korda läinud. Kõige suuremad katsed on ainult —  $255^{\circ}$  andnud, ja selle waewa järele, mis selle kättesaamisel nähti, peab otsustama, et weel palju aega mööda läheb, enne kui ka  $10^{\circ}$  madalamal seiswat temperatuuri kätte saadakse \*).

Õ — n e. Kas õhu wolum siis —  $255^{\circ}$  juures tõega nii pisuke on, kui joonis näitab?

Õ — ja. Wolum on weel pisem; aga see tuleb sellest, et —  $190^{\circ}$  juures õhk gaasi kuju täiesti kaotab ja wedelaks saab.

Õ — n e. Nii, nii, see joonise osa ei tähenda siis ülepea midagi!

---

\*) Wiimasel ajal on juba madalamaid temperatuurisid kätte saadud. Devar laskis wedelat wesinikku wälkse surwe all käia, mille abil jäänus ära hangus. Oma wäljaarwamise järele sai tema kindlat wesiniku —  $257^{\circ}$  juures.

Travers ja Jaquerod leiawad, et kindel wesinik —  $258,9^{\circ}$  juures sulab. Kindla wesiniku abil jahutati heliumi kuni —  $266^{\circ}$ -ni.

Ô — j a. Siiski, ta tähendab midagi. On gaasisid olemas, näit. wesinik, mis ka kõige madalama temperatuuri läheduses meie joonise järele käiwad, sest et nad palju suurema külma käes wedelaks lähewad kui õhk. Nii wõime siis meie ühte gaasi omale ette kujutada, mis wedelaks ei lähegi, see saaks siis täiesti meie joonise järele käima.

Ô — n e. Kas see joonis siis igale gaasile kohale on?

Ô — j a. Jah, kõik gaasid muutuwad nagu õhk, see on iga graadiga  $\frac{1}{273}$  wõrra sellest wolumist, mis neil 0° juures oli. See on jällegi üks üleüldine looduse seadus, mis sulle wõimaluse annab mitmesuguste ainete wolumi muutumist ette kuulutada. Kui mõni aine gaasikujuline on, siis wõid sa julgesti ütelda, et tema laienewus soojusest  $\frac{1}{273}$  on.

Ô — n e. See on väga hõlpus!

Ô — j a. Sa näed siit, et kõik gaasid — 273° peale kui piiritemperatuuri peale näitawad. See on väga tõenäoline, et madalamaid temperatuurisid kui — 273° wõimata kätte saada on. See oleks siis kõige madalam temperatuur, mis wõimalik on, millest meie ka ennem rääkisime; kui meie jää külmamise punkti 273° ja wee auramise punkti 373°-ga märgiksime, siis ei tuleks meil wist ilmaski negatiwliste temperatuuridega tegemist. Sellepärast nimetatakse 273°-list temperatuuri absoluut nullpunktiks ja temperatuurisid, mis temast peale loetakse, absoluut-temperatuurideks.

Ô — n e. Mis kasu sellest on?

Ô — j a. Wäga palju; suuremalt jaolt käib see aga soojuseõpetusesse ja sellepärast ei wõi ma seda sulle laiemalt seletama hakata. Ainult ühte asja tahan ma sulle näidata. Kui meie jääpunkti 273°-ga ja keemisepunkti 373°-ga märgime, siis on nende arwude wahetorkord just niisamasugune, kui õhu ehk mõne teise gaasi wolumi oma neilsamadel temperatuuridel.

Ô — n e. Kuidas nii?

Ô — j a. Sul on waja ainult joonist waadata.

Õ — ne. Jah, ma saan aru küll; joonis on ju nende arwude järele walmistatud.

Õ — ja. Tähendab, gaasi wolumid seisawad üksteise wastu just nii, kui neile wastawad absolut-temperaturid.

Õ — ne. Jah, see on wäga kena. Mina ei oleks mitte arwata wõinud, et nii lihtne joonis niipalju ütelda wõib.

Õ — ja. See tuleb sellest, et joonises kõik ühe korraga üksteise kõrwal seisab, kuna sõnades ehk arwamises ainult üksikuid punktised käsitatakse. Sellepärast pead sa edaspidi katsuma üleüldiseid wahekordasid ehk looduse seadusi joonise läbi omale enam näitlikumaks teha.

Õ — ne. Ma teeksin seda heameelega, kui ma aga teaksin, kuidas sellega peale hakata.

Õ — ja. Wõimalikult saan ma sinule seda teiste näitustega näitama.

Õ — ne. Paluksin, ütle mulle weel midagi, enne kui sa lõpetad. Sa rääkisid jälle, nagu muudaks wolumi ainult temperatuur, kuna seda ju ka suwe teeb. Kuidas on lugu siis, kui mõlemad korruga muutuwad?

Õ — ja. See on wäga mõistlik küsimus. Teiste sõnadega, sina tahad teada saada, kuidas ühe gaasi wolumi wälja arwata, kui tema surwe ja temperatuur mõlemad muutuwad.

Õ — ne. Jah, just seda.

Õ — ja. Siis arwad sa ennem selle muutumise wälja, mis ainult surwe läbi sünnib, ilma et temperatuur muutuks, ja siis muutumise, mis selle wolumiga kindla surwe juures temperatuuri muutumisega sünnib.

Õ — ne. Mispärast pean ma surwe mõju ennem mõõtma?

Õ — ja. Niisama hästi wõid sa ka temperatuuri mõju ennem wälja arwata.

Õ — ne. Kas see siis üks kõik wälja teeb?

Õ — ja. Muidugi! Gaasi wolum oleneb ainult sellest temperaturist ja surwest, mis temale praegu omane on, ja see on üks kõik, mis teel ta sellesse seisukorda on sattunud.

Õ — ne. See näib küll õige olewat, aga siiski ei tunne mina ennast selles weel küllalt kindla olewat

Õ — ja. Meie wõtame ühe näituse. Ütleme, et meie  $18^{\circ}$  ja  $74,8$ -sentm. baromeetri seisu juures  $350$  kantsent. õhku mõõtsime ja meie nüüd teada tahame saada, kui suur tema wolum  $0^{\circ}$  ja  $76$ -sentm. baromeetri seisu juures saab olema. Nende tinguste juurde arwatakse harilikult gaasi mõõteid. Siis peame kõige pealt ütlema, et Boyle seaduse järele wolumid ja surwed wastupidises wahekorras olema saawad. Kui meie tundmata ruumi  $76$  sent. juures  $y$ -ga tähendame, siis on  $y : 350 = 74,8 : 76,0$ .

Õ — ne. Nii on siis  $y = 344$ .

Õ — ja. Edasi on wolumide wahekord  $18^{\circ}$  juures ja  $0^{\circ}$  niisamasugune, kui arwude  $273 + 18 = 291$  ja  $273$  oma. Kui sa otsitawat wolumi  $0^{\circ}$  juures  $x$ -ga tähendad, siis saad sa järgmise wõrrendi . . .

Õ — ne.  $x : 344 = 273 : 291$ , nii on siis  $x = 323$ .

Õ — ja. Õige. Nüüd wõid sa  $355$ -sentm. wolumis esiteks  $0^{\circ}$  peale ja siis  $76$  sentm. surwe peale ümber arwata; siis näed sa, et sa sellesama arwu saad.

Õ — ne. Meie oleme õhuga juba nõndapalju tegemist teinud, et ma peaaegu ära olen unustanud, et meil keemia tund on.

Õ — ja. Mis sa nüüd õppisid, see käib kõigi gaaside kohta. Kui sinul kaks gaasi on ja nende wolumid ühesuguse surwe ja temperatuuri juures ühesuurused on, siis jääwad need wolumid ikka ühesuuruseks, kui sa ühekorraga mõlemate gaaside surweid ehk temperaturisid wabalt muudad.

Õ — ne. Siin ei ole asi siis mitte nagu wedelikkude juures, kus wesi koguni teisiti laieneb kui elawhõbe?

Õ — ne. Ei, selle poolest ei lähe gaasid üksteisest lahku. Pärastpoole saad sa nägema, et gaasidel ülepea palju ühist on, selle peale waatamata, et nad keemialiste

omaduste poolest üksteisest lahku lähewad. Nad näewad ju nii wäga ühtemoodi wälja.

Õ — n e. Kas kõik gaasid wärwita on?

Õ — j a. Ei, ma rääkisin sinule juba, et kloor roheline ja jood gaasikujul lilla on. Ma pean weel juurde lisama, et ühesarnased ainult gaasid ise on. Mis wedelaks muutumisesse puutub, siis ilmuwad juba siin lahku minekud, sest et see ühe gaasiga kergemini sünnib kui teisega. Nõndasamuti on lugu, kui gaasid wee ehk teiste wedelikkude sees ära sulawad. Tähendab, nõndakaua kui ainete gaasikuju alal seisab, püsib ka nende wälimiste omaduste sarnadus.

Õ — n e. Nii, nüüd olen ma rahul. Seda, mis ma õhu üle õppisin, olen ma ilma oma teadmata kõigi gaaside jaoks teinud. Kas see ka aurude jaoks, nagu weeaur, kõlbab?

Õ — j a. Muidugi, seal ei ole midagi wahet olemas.

---

## 26. Wesi õhus.

Õ — j a. Siiamaani oled sa õhu kahe koosseiswajaoga, lämmastiku ja hapnikuga, tuttawaks saanud. Aga see ei ole weel kõik, ja nimelt on õhus weel ikka w e t t auru näol olemas.

Õ — n e. Jah, seda tahtsin mina juba ammu küsida. Õhu surwe on ju ühe atmosfäri suurune, ning selle surwe all keeb wesi alles 100° juures. Kust tuleb siis see, et weeauru õhus olla wõib, kui ta 100°-st palju külmem on. Weeaur peaks ju täiesti wedelaks weeks muutuma.

Õ — j a. Ma rõõmustan end wäga, et sa omale sarnaseid küsimusi ette sead, sest et ma tõesti sulle midagi ütelnud ei ole, millest sa omale wastust leida wõiksid.

See tuleb sellest, et wee auramine wee enese auru surwest oleneb, kuid mitte teiste gaaside ja aurude surwest.

Õ — n e. Paluksin, seleta mulle seda selgemini!

Õ — ja. Tuleta omale meelde, mis ma sulle wee aurumise tühjas ruumis rääkisin: tema aurab, seni kui ruumi täitew aur määratud erikaalu omandab. Kui nüüd ruumis mõni teine gaas oleks, näit. õhk ehk wesinik, siis sünnib weeaur just niisamuti, see on seni kui tema ruumi teatud mõõdul täidab. Weeauru surwe ühineb siis wõõra gaasi surwega, ja mõlemate summa on siis täielik surwe. Auramine sünnib siin ainult natuke aeglasemini, sest et auru läbitungimine teisest gaasist aega wõtab.

Õ — n e. Ma mõtlen, et ma aru sain, aga heameelega tahaksin ma seda ka näha.

Õ — ja. Kõige pealt wõid sa väga kergesti näha, et harilik õhk tõesti weeauru sisaldab. Sa tead, et see wesi külmade asjade peale kaste kujul langeb, et ka wihm selle läbi sünnib, et weeaur õhus jahutamise läbi weeks muutub, mis siis maha langeb.

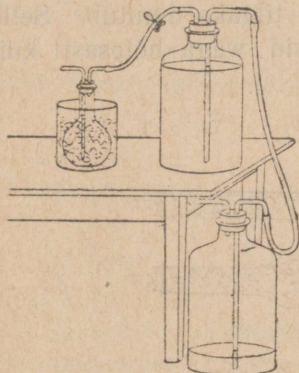
Õ — n e. Jahutamise läbi wõib siis seda wett ära wõtta?

Õ — ja. Ja muidugi, see on väga kerge. Ma panen ühele kolbele punni ühes toowa ja wiiwa toruga (joon. 43.) ja teen omale tõugatud jääst ja keedusoolast 3 : 1 wahekorras jahutamise segu, mis ma kolbe ümber puistan. Nüüd on mul waja ainult mõnda aega toaõhku imeda, ja peagi korjub mul kolbesse tubliste wett jää näol.

Õ — n e. Aga kuidas wõin ma õhu woolama panna? Kõik

see aeg suuga imeda oleks väga igaw.

Õ — ja. Selle jaoks wõtame oma gasomeetri (joon. 28). Kui meie tühja pudeli madalamale seame ja teise gummi-



43

Joon. 43.

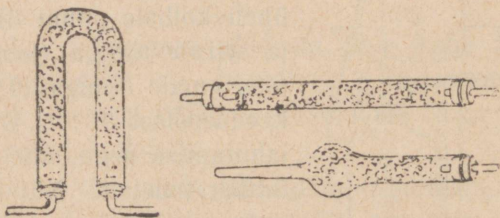
toru abil kolbega ühendame, siis saab tema meile terve pudelitäie õhku imema. Kiirust wõime pihtide abil korraldada. Kui meie weel edasi tahame imeda lasta, siis on waja pudelid ainult ümber wahetada ja gummitoru ülemise külge kinnitada.

Ô — ne, Ôige! Ma ei mõtelnudki, et sellega peale puhumise ka imeda wõib.

Ô — ja. Nüüd on katse juba küllalt kestnud; sa wõid näha, et kolbesse hulk härma on kogunenud.

Ô! — ne. Kas meie ikka külma tarwitama peame, kui me õhust wett ära wõtta tahame?

Ô — ja. Ei, seda wõib ka teisel teel teha. On palju aineid olemas, mis nõnda isukalt ja ruttu weega ühinevad, et tema ärawõtmiseks niisket õhku ainult nende üle lasta tarwis on. Üks säärane aine on sööja natron, mida sa juba näinud oled, üks teine jälle kange weewihapu. Wäga hõlpus on ka sool, kalciumpklorid, mida keemiawabrikutes kui kõrwalist saadust saadakse. Kuiwatatud ehk sulatatud olekus tõmbab tema wett nii ruttu oma ligi, et, kui meie ühe tüki lahtiselt wälja paneme, siis tema kohe wedelaks tilgaks muutub. Selle soolaga wõib õhku ja teisi gaasisid wäga hõlpsasti kuiwatada.



44.

Joon. 44.

Ô — ne. Kuidas seda tehtakse?

Ô — ja. Sool pandakse selle tarwis iseäranis valmistatud torudesse (joon 44.), ja siis lastakse nende läbi gaasisid, mida kuiwatada soowitakse. Kui sa sarnaseid

torusid ise walmis puhuda ei oska, siis wõid sa kaunis jämeda toru wõtta, otsad torude jaoks läbipuuritud punnidega katta ja, et soolatom gaasi wooluga ühes wiidud ei saaks, otsade ette natuke puuwilla panna. Kui sa sarnase toru karwapealt ära kaalud, mõõdetud kogu õhku tema läbi lased ja uuesti kaalud, siis wõid sa leida, kui palju wett õhus on olnud.

Õ — n e. Seda tahan ma ükskord proowida.

Õ — j a. Palju ei saaks sa teda mitte leidma, kui sa mitte paar tosinat liitrit läbi ei laseks.

Õ — n e. Kui palju wett on siis õhus?

Õ — j a. Wäga mitmet moodi; see oleneb temperatuurist ja weel ka õhu omadustest. Kas sa mäletad weel, mis ma sulle wee auramisest õhus rääkisin?

Õ — n e. Jah, ta aurab nii, kui ei olekski ruumis õhku olemas.

Õ — j a. Õige! Nüüd tead sa, et auru surwe ja ühes sellega ka tema paljus antud ruumis seda suuremaks läheb, mida kõrgem temperatuur on. Siin on üks tabel, mis sulle ütleb, mitu grammi weeau ru ühes õhu liitris olla wõib, kui ta wedela weega kokku puutub ehk, nagu öeldakse, kui ta weeauruga täidetud on. Ühes weeauruga täidetud õhu liitris on:

0° juures . . . . .	0,0049 gr. weeau ru.
5° " . . . . .	0,0068 " "
10° " . . . . .	0,0094 " "
15° " . . . . .	0,0127 " "
20° " . . . . .	0,0171 " "
25° " . . . . .	0,0228 " "

Õ — n e. „Täidetud“ on seesama sõna, mida sulatiste juures tarwitatakse?

Õ — j a. Siin on tal ka seesama tähendus, sest ta ütleb, et õkk weeau ru enam mitte wastu wõtta ei wõi.

Õ — n e. Aga vähem?

Õ — j a. Muudugi, nii on lugu ka sulatistega. Harilik õhk, mis wäljas ja toas on, on peaaegu alati täitmata; ainult wihma ja udu ajal on ta täidetud. Wahekorda

õhus olewa wee paljuse ja täidetud oleku ajal olewa paljuse wahel nimetatakse niiskuseks ehk niiskuse kraadiks. Kui näituseks mõnes õhus 20° juures liitris

0,0140 gr. wett on, siis on tema niiskus  $\frac{0,0140}{0,0171} = 0,82$  ehk

82 prots., sest et tabeli järele temas 0,0171 gr. wett olla wõiks. Harilikult on õhus 70% niiskust; kui teda 50% on, siis tunneme tema kuiwa olewat ja 90% juures — niiske.

Õ — n e. Sellest sain ma aru.

Õ — j a. Waata nüüd weel kord tabelit; kui temperatuur 10° wõrra tõuseb, siis suureneb wee paljus peaaegu 2 korda. Õhk, mis 20° juures pooleldi on täidetud, on seda 10° juures peaaegu täiesti, ja harilik 70-protsendilise niiskusega õhk peab, kui ta 10° wõrra jahutatud saab, juba ühe tubli jao oma weest wedelal kujul kaotama. Selles seisawadki wihma põhjused.

Õ — n e. Arwud teewad sarnaseid asju palju selgemaks, kui muidu nende peale mõteldes. Aga kust see tuleb, et mõnikord wihma, teine kord udu tuleb?

Õ — j a. See oleneb sellest, kui palju wett eraldatud saab. Kui teda wähe on, siis ei kogu wäikesed tilgakesed, mis selle juures sünniwad, mitte suurteks kokku, waid annawad ainult udu; teisel korral sünnib wihm. Sellepärast käib udu ikka wihma eel; ainult meie ei nimeta udu, mis ülewal õhus sünnib, mitte nii, waid — pilwedeks.

Õ — n e. Kust teatakse, et pilwed aina udu on?

Õ — j a. Sagedasti nähtakse mägede otsas pilweid, aga kui üles mindakse, siis leitakse, et see udu on.

Õ — n e. Seleta mulle weel, kuidas see tuleb, et õhk mitte täiesti weeauruga täidetud ei ole. Ta puutub ju igal pool weega kokku; mitte ainult mere peal, waid ka paljudel kohtadel kindlal maal.

Õ — j a. See tuleb tema liikumisest, mille läbi ta alati uutesse oludesse sattub. Kujuta omale ette, et ta ühel kohal täidetud sai. Kui ta nüüd sinna liigub, kus ta soojemaks läheb, siis saab tema juba selle läbi täit-

mataks, nagu sa seda tabelist näed. Juhtub ta külmeema koha peale, siis kaotab ta muist oma weest wiimana, ja kui ta nüüd jälle wana temperatuuri omandab, siis on ta jälle täitmata. Nii siis, mis ka õhuga ei juhtuks, kuidas ta ka ei muutuks, ikka kaldub kõik sinnapoole, et tema täitmataks saaks.

Ô — n e. Asi on palju lihtsam, kui mina mõtlesin.

## 27. Süsinik.

Ô — j a. Elementide hapniku, wesiniku ja lämmastiku hulka kuulub laotatawuse ja tähtsuse järele süsinik. Sa tead juba, et harilik puusüsi üks neist kujudest on, millena seda elementi saada wõib.

Ô — n e. Ma waatlesin ühte puusöetükki lähemalt, sest ma teadsin, et ta täna kõne alla tuleb. Selle juures märkasid ma, et tema peal puu aastawõrusid selgesti ära tunda wõib.

Ô — j a. Mitte ainult aastawõrusid ei wõi ära tunda, waid mikroskoopiga wõib ka üksikuid rakkusid, millest puu koos seisab, ära tunda.

Ô — n e. Aga puu ise ei seisa wist küll mitte ainult süsinikust koos.

Ô — j a. Ei, ta seisab ühest süsiniku, wesiniku ja hapniku ühisusest koos. Puu söestamisel, mille juures puud aeglaselt kuumatakse, eranewad mõlemad teised elemendid, ja järele jääb ainult süsinik. Et süsinik alles väga kõrge temperatuuri juures sulama hakkab, mida söestamise juures ammugi ei tarwitata, siis hoiab järelejäänud süsinik rakkude kuju, millest puu koos seisab, alal. Peale selle ei ole puusüsi sugugi puhas süsinik. Seda wõid sa põlemise juures näha; järele jääb tuhk, kuna puhas süsinik ilma jäänuseta ära põleb.

Ô — n e. On siis puhast süsinikku ka olemas?

Ô — j a. On küll, ôôguw nôgi on peaaegu täiesti puhas süsinik. Sa tead ju, et nôgi wäga peenike must pulber on.

Ô — n e. Ennem ütlesid sa, et peaaegu kõik puhtad ained kristallised sünnitawad; nôgi aga ei näe sugugi niimoodi wälja.

Ô — j a. Nôgiei ole ka sugugi kristalliline. Sarnaseid aineid nimetatakse a m o r f ehk kujuta aineteks. Nôgi on a m o r f l i n e süsinik. Ka puusüsi on amorfliline süsinik, ainult mitte puhas.

Ô — n e. Kiwisüsi wist ka?

Ô — j a. Ei, maa sees ettetulewad söed, antratsit, puusüsi, pruunsüsi ja turwas, on kõik alles keemialised ühisused, milles igatahes wäga palju süsinikku on; antratsidis kõige enam, turbas kõige wähem. Kõik nad sünniwad taimedest; puusöes leitakse sagedasti taimede jäänuseid, pruunsöes weel enam, ja turwas seisab wahetwahel ainult taimedest koos. Nende ainetega on kauase maa sees seismise ajal needsamad muudatused sündinud, mis söestamise ajal palawuses puuga, ainult kõik see on palju aeglasemalt sündinud.

Ô — n e. Nüüd hakkab ma aru saama, mis pärast sa süsinikku nii tähtsaks elemendiks nimatasid: iga põletamise materjal seisab süsinikust koos.

Ô — j a. Täiesti õige. Nüüd ei tarwitata põletamise materjali mitte ainult kütmiseks, waid ka paljude teiste sihtide jaoks tehnikas. Kõik masinad peale nende, mis langewa wee läbi liikuma pandakse, nagu wesiweskid j. t. s., saawad söe abiga liikuma pandud; peale selle saawad kõik tööd keemiawabrikutes, raua ja teiste metallide sulatamise abjudes söe abil korda saadetud, nii et terve meie kultura ilma söeta mõtteta oleks.

Ô — n e. Mille peal see õieti põhjeneb? Ma mõtlen, mis pärast igal pool sütt tarwitatakse?

Ô — j a. See põhjeneb selle peal, et söe põlemisel wäga palju tööd wabaks saab, mis harilikult soojuse kujul nähtawale tuleb. Selle soojusega köetakse, pan-

dakse masinad jooksmas, saadetakse keemialised protsessid, mis mitte iseenesest ei sünnik korda, lühedalt, süsi muutseb meile igal pool *energia*s, mida meil töö tegemiseks vaja on.

Õ — n. e. Mis see siis on, seda ütlesid sa minule ka hapniku üle?

Õ — j. a. Energia saab alles siis wabaks, kui süsi ja hapnik keemialiselt ühinewad, s. t. kui süsi ära põleb. Et aga ühinemine wõimalik oleks, on süsinikku niisamuti vaja kui hapnikkugi.

Õ — n. e. Ja et hapnik gaas on, siis on teda igal pool muidu saada, sütt aga peab ostma, sest et ta kindel aire on.

Õ — j. a. Brawo, seda ütlesid sa hästi. See on täiesti tõsi. Aga sa näed ka, et sellest wõimalus tuld seal sünnitada, kus teda vaja on, oleneb. Kui süsinik ka gaasi kujul igal pool oleks, siis wõiks küll terwe õhu põlema süüdata, aga ahjus ei saaks meie seda mitte teha.

Õ — n. e. Ta sünnitaks ju paukuwat gaasi!

Õ — j. a. Õige; aga parem waatleme, mis tõega olemas on. Süsi on siis tähtsam *energia* hallikas, mis tehnikal on olemas . . . Pane tähele: kui sütt põletatakse, siis lastakse need ained, mis selle juures sünniwad, wõimalikult ruttu läbi korstna ära minna; ainult seda soojust, mis sünnib, katsutakse täielikult kätte saada. Nõnda ostetakse ja tarwitatakse siis sütt mitte sugugi tema süsiniku, waid energia pärast, mis temas peitub.

Õ — n. e. Nii ei ole mina selle peale mitte waadanud. Aga ma saan juba aru, et see õige on.

Õ — j. a. Tõendust selleks wõid sa sellest leida, et aurulaew ehk wedur sõitmiseks süsa ligi wõtsma peab. Ta wõib ainult nii kaugele sõita, kui söed ulatawad; lõpewad need tal ära, siis peab masin abita seisma jääma. Selle jaoks on üle terwe okeani — saartel ja randadel — jaamad ehitatud, kus aurulaewad omale tööd söe näol osta wõiwad.

Õ — n. e. Aga kui paadiga sõutakse, siis ei ole edasijõudmiseks sütt sugugi vaja.

Õ — ja. Wastust selle peale tunnend sa juba isegi. Mõttele ainult selle peale, mis ma sulle hapniku tähtsusest elawatele olewustele rääkisin.

Õ — ne. Jah nii, söögiained teewad sedasama mis söedki. Aga nemad ei seisa ju mitte süsinikust koos.

Õ — ja. Nad sisaldawad kõik süsinikku, ja nende põlemine wabastab väga palju energiat, mis keha siis omandab. Need on süsiniku, wesiniku ja hapniku ühisused, mõnes on ka lämmastikku.

Õ — ne. Jah, ma tean, need, mis põlemisel nii hai-sewad.

Õ — ja, Seda küll. Et aga söögiained ka keha ehituse peale lähewad, siis sisaldawad kõik aineid, millest loomade ja taimede kehad koos seisawad, süsinikku. Neid ja sarnaseid aineid nimetatakse organlisteks ühistusteks, sest et olewused organismuse (organ—riist) nime kannawad, sellepärast nimetatakse harjunud kombe järele kõiki süsiniku ühisusi organlisteks.

Õ — ne. Kas neid nii palju on?

Õ — ja. Praegu tuntakse neid üle sajatuhande ja igapäew leitakse ikka uusi üles.

Õ — ne. Seda ei jõua siis keegi ära õppida!

Õ — ja. Muidugi mitte. Aga sest pole midagi; selleks on hoolega kokkuseatud nimekirjad kõigi nende ühisuste üle olemas, kus siis kõik leida wõib, mis nendest teada on.

Õ — ne. Kas teistel elementidel ka nõndapalju ühisusi on?

Õ — ja. Ei, kaugeltki mitte. Sellepärast just lahutataksegi süsiniku ühisuste keemia teiste elementide omast ja waadeldakse teda iseäraldi kui organlist keemiat, kuna teised ained anorganilisesse keemiasse kuulwad.

Õ — ne. Sarnane jagatus näitab minule väga omawoliline olewat.

Õ — ja. Ta ei ole nii omawoliline, kui ta näitab. Süsiniku ühisustel on peale selle väga palju sarnadust

üksteisega, nii et nad wäga hästi kokku passiwad. Pealegi saawad mõned lihtsad süsiniku ühisused anorgaanilises keemias läbi wõetud, sest et süsinik ka mineralides ja kiwides ette tuleb.

Õ — ne. Jah, kiwide ja muul näol.

Õ — ja. Mitte üksinda seal, waid ka teistes keemialistes ühisustes. Marmor ja kriit näit. sisaldawad süsinikku. Selle juurde tuleme meie alles pärast; kõige pealt waatame meie weel wabalt süsinikku. — Süsiniku juures wõid sa ühe uue nähtusega tuttawaks saada. Oled sa juba kuulnud, et teemant muud midagi ei ole, kui süsinik?

Õ — ne. Jah, sest et teda wäga suure palawuse käes ära põletada wõib.

Õ — ja. See ei oleks weel mitte küllalt mõjuw põhjus, sest et suure palawuse käes palju teisi aineid ära põlewad, mis sugugi süsinik ei olegi. Hapnik wõib ju elementide suurema hulgaga ühineda.

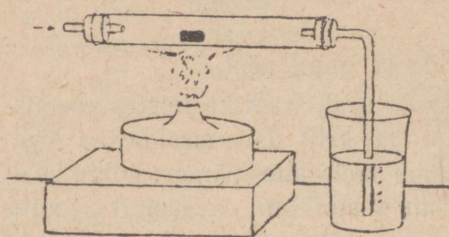
Õ — ne. Aga ma mõtlen, et teemant ilma jäänuseta ära põleb.

Õ — ja. See oleks juba tähtsam tunnus; see näitab, et selle elemendi ehk nende elementide ühisus, millest teemant koos seisab, hapnikuga ehk oksiid — l a h k u w o n. Aga süsinik ei ole mitte ainus sarnane element. Weewel põleb ka jäänuseta ära, niisamuti ka wesinik.

Õ — ne. Asi oleneb siis sellest, mis selle juures sünnib.

Õ — ja. Wäga hea; nii saame meie asjale palju lähemale. Kui süsi ära põleb, siis sünnib gaas, mida s o e d i o k s i d i k s nimetatakse; sina oled temaga juba küllalt tuttaw. Teda wõib kergesti selle läbi ära tunda, et ta lubjaweega walget pära annab, nii et selge lubjawesi nagu piim wälja näeb. Et see sinule paremini meelde jääks, teen ma selle katse weel kord teisiti; siin on mul klaastoru sees tükike sütt. Nüüd soojendan ma wäljastpoolt seda kohta ja puhun gasomeetri abil õhku läbi toru. Toru on nõnda painutatud, et tema ots klaasi

sees olewasse lubjaweesse ulatab. Nüüd lööb süsi ôõguma, ja ühes sellega läheb ka lubjawesi segaseks (joon. 45).



45.  
Joon. 45.

Õ -- n e. Kui ma nüüd söe asemele teemandi wõtaksin, põleks siis tema ka ära ja läheks lubjawesi segaseks?

Õ -- j a. Täiesti õige, aga seda ei wõikssa mitte hariliku klaastoru sees teha,

sest et teemant alles palju suurema palawuse käes ära põleb, kui klaas seda wälja kannatab, Paremp oleks ka, kui sa puhast hapnikku wõtaksid, siis läheb see rute-mini.

Õ -- n e. Jah, nii wõib siis küll tõestada, et teemant süsinik on.

Õ -- j a. Pea, mitte nii ruttu. Sel wiisil tõestaksid sa ainult seda, et teemant süsinikku sisaldab, aga mitte, et ta täiesti süsinikust koos seisab. Kuidas wõiksid sa teada saada, et tema süsiniku kõrwal ka teisi elementisid ei sisalda?

Õ -- j a. Ma ei saa sinust mitte täiesti aru.

Õ -- j a. Waata: ma kordan oma esimest katset puutükikesega. Ta lööb ka põlema ja teeb lubjawee segaseks. Aga puu kohta ei wõi ma mitte ütelda, et ta süsinik oleks, waid ainult seda, et ta teda sisaldab, sest et ta peale selle ka hapnikku ja wesinikku sisaldab.

Õ -- n e. Oota, ma mõtlen natukene järele. Nüüd tean mina: wesinikust peab põlemisel wesi sündima. Kui peale söedioksiidi midagi enam ei sünni, siis wõib ütelda, et see aine ainult elemendist süsinikust koos seisab.

Õ -- j a. Sa oled asjale juba palju lähemale tulnud, aga päris õiget otsust ei ole sa weel mitte leidnud. Teemant wõib ju ka söe ja natukese hapniku ühisus olla, wäheha, kui teda söedioksidis leidub. Säärane ühisus

saaks põlemisel ka ainult söedioksidi andma ja muud mitte midagi, ja siiski ei seisaks ta mitte ainult süsinikust koos.

Õ — n e. On siis niisugune ühisus olemas?

Õ — j a. Jgatahes; ta ei ole mitte kindel ja kõwa aine, nagu teemant, waid gaas.

Õ — n e. Siis ei wõi teda ka teemandiga mitte ära wahetada.

Õ — j a. Sa tahad küsimusest kõrwale põigelda. See ei ole mitte otstarbekohane, sest et sa selle läbi wõimaluse kaotad midagi õppida.

Õ — n e. Ma pean ütlema, et ma teemandi küsimusega mitte korda ei saa.

Õ — j a. Kui süsinik ära põleb, siis annawad 3 kaaluosa süsinikku ikka 11 k. söedioksidi, mille juures nad 8 k. hapnikuga ühinewad. Just sedasama on ka teemandi juures leitud. Kui teemant peale süsiniku weel midagi muud sisaldaks, siis peaks tema vähem söedioksidi andma, nimelt nõnda palju, kui temas olew süsinik sünnitada wõib.

Õ — n e. Puu peaks nii palju vähem söedioksidi andma kui süsi.

Õ — j a. Nõnda see ka on. 3 osa puud<sup>3</sup> annawad kõige enam  $4\frac{1}{2}$  o. söedioksidi.

Õ — n e. Ja ühtegi teist ainet ei ole olemas, mis rohkem annaks?

Õ — j a. Mitte ühtegi. Aga weel üks teine aine on olemas, mis niisama palju annab. See on grafit, aine, millest harilikud pliiatsid tehtakse.

Õ — n e. See peaks siis ka süsinik olema?

Õ — j a. Seda tema ka on. Nii peame siis meie ütlema: element süsinik tuleb kolmel kujul ette, nagu süsi, teemant ja grafit.

Õ — n e. Sellest ei saa ma mitte aru. Kuidas wõib üks ja seesama aine kolmel kujul ette tulla? Ja mis pärast ei tehta teemantisid mitte söest, kui nemad ainult wiimasest koos seisawad?

Õ — ja. See küsimus on väga mõistlikult ette toodud, ja ma tahan sulle selle peale, niihästi kui ma wõin, wastata. Esiteks ei ole sul mitte teadmata, et üks ja seesama aine, näit. wesi, mitmesugusel kujul ette tulla wõib. Wee juures on neid ka just kolm, nimelt jää, wesi ja aur.

Õ — ne. Jah, need on kolm oleku kuju. Aga süsi, teemant ja grafit on ju kõik kindlad kehad. Jah, kui neid kõiki soojendamise ehk jahutamise läbi üksteisesks muuta wõiks, siis usuksin ma seda. Siin on aga kõik kolm üksteise kõrwal ühe ja sellesama temperaturi juures.

Õ — ja. See on täiesti õige. Sütt wõib aga tõesti grafidiks muuta; see sünnib väga kõrge temperaturi juures.

Õ — ne. Wõiksid sa seda mulle näidata?

Õ — ja. See ei ole mitte väga raske. Söepulgad, mis elektrilambis põlewad, on harilikust söest tehtud. Tulewikus palu omale töölise käest, kes uusi pulkaside paneb, wanu otsasid. Siis wõid sa näha, et otsad halliks, siledaks ja läikiwaks, nagu grafit, on läinud. Ka elektri-õõglambi söest niidi juures sünnib suure kuumuse mõjul sarnane ümbermuutumine. Kõige pealt on ta ainult söenenud puuwillaniit ja peale selle, kui ta oma kohuse ära on täitnud, on ta läikiw nagu grafit.

Õ — ne. Edaspidi lasen ma omale läbipõlenud õõglambi kinkida ja lõõn tema siis katki.

Õ — ja. Waata ette, et sa selle juures peenikest niiti täiesti ära ei kaota.

Õ — ne. Nii on lugu söega; kas ka teemanti söeks muuta wõib?

Õ — ja. Küll, just selsamal teel, väga kõrge palawuse käes.

Õ — ne. Kas see ka ümberpöörduvalt sünnib?

Õ — ja. Grafiti wõib harilikuks söeks ainult kõrwalisel teel muuta, sellega, et teda ühineda lastakse ja siis neist ühisustest eraldatakse.

Õ — n e. Seda ei saa ma omale mitte hästi ette kujutada.

Õ — j a. Ma ei hakka sinule asja lähemalt kirjeldama, sest et selle juures aineid tarvitatakse, mida sa veel ei tunne. Ajutiselt pead sa sellega rahule jääma, et ma sinule seda võimalust tõendan.

Õ — n e. Kuidas on teemandiga lugu? Kas teda saab söest ehk grafidist teha?

Õ — j a. Ka see on võimalik.

Õ — n e. Siis peaks ometi teemant odavaks minema!

Õ — j a. Seda ei ole vaja karta, sest et praegu alles väga pisukesi teemantisid saada võib ja neidki väga vähesel arwul.

Õ — n e. Aga mispäras? Sütt on ju küllalt.

Õ — j a. Jah, see wiib meid jälle meie üleüldise küsimuse juurde tagasi. Ma wõrdlesin süsiniku kolme olekut oleku kujudega. Süsinikul on ka wõime omale wedelat ja gaasisarnast kaju omandada, nii et ka tema juures harielikud kajuwiisid ette tulewad.

Õ — n e. Wedel ja gaasikujuline süsinik?

Õ — j a. Selleks läheb väga kõrget, üle 3000°, temperaturi vaja, ja elektriwoolu abil võib seda saada. — Tähendab, süsinik võib gaasikujuline, wedel ja kolmel mitmesugusel kindlal kujul olla. Süsinikku ei tunta siis mitte ainult kolmel, waid koguni wiiel kajuwiisil.

Õ — n e. Ah, wõi nii on see asi. Nii see on: nagu wett soojendamise läbi auruks muudetakse, nii muudetakse ka sütt soojendamise läbi grafidiks. Aga see ei lähe ikkagi mitte ühte: jahutamisel ei anna grafit enam mitte sütt, waid jääb selleks, mis ta on.

Õ — j a. Jah, see on küsimuse raskem külge, aga ma mõtlen, et sa sellest aru saad. Sa tead ju, et wesi 0° juures jääks muutub. Kas sa mäletad veel, mis ma sinule ülejahtumisest rääkisin?

Õ — n e. Et wett ka alla 0° jahutada võib, mille juures ta wedelaks jääb, kui jää tema ligi ei pääse.

Õ — ja. Õige. Siin on mul kinnisulatatud klaastoru weega, temasse ei pääse wäljastpoolt jää mitte. Pistan ma klaasi jää ja wee segusse, mille temperatuur ju  $0^{\circ}$  on, siis wõin ma seda seal niikaua hoida, kui ma tahan, sees ei saa jää mitte sündima.

Õ — ne. See ei aita mitte, sa pead natukene allapoole  $0^{\circ}$  jahutama.

Õ — ja. Täiesti õige! Kui ma natuke harilikku soola juurde riputan, siis wajub temperatuur allapoole  $0^{\circ}$ . Pool teelusikatäit teeb juba seda head; soojamõõtja näitab —  $4^{\circ}$  ja minu wesi klaasis ei mõtlegi ärakülmamise peale.

Õ — ne. Aga kui sa teda seal kaua hoiad?

Õ — ja. Siis ei tule seal midagi paremat wälja. Alles siis, kui ma weel tublisti soola juurde lisan, nii et temperatuur —  $10^{\circ}$  peale langeb, ja sealjuures hästi ümber raputan, saan ma nii kaugele, et ühekorraga jää sünnib

Õ — ne. Jah, ma näen seda.

Õ — ja. Teemantisid pead sa umbes niisamuti ette kujutama. Meie katsete tingused on sarnased, mille juures teemant mitte sündida ei taha. Et teda walmistada, selleks läheb suure kuumuse juures wäga suurt surwet waja. Neid tingusi on wäga raske kätte saada, sellepärast on ka teemantisid raske walmistada.

Õ — ne. Jah, seda wõin ma nüüd omale ette kujutada. Aga mispärast niisugune eraldus just süsiniku juures ilmsiks tuleb?

Õ — ja. See ei ole mitte üksinda süsiniku omadus. Pea saad sa küllalt teisi aineid tundma õppima, mille juures niisamuti mitu kindlat kuju ette tuleb.

Õ — ne. Kas sarnased mitmesugused kujud ainult kindlate ainete juures ette tulewad?

Õ — ja. Peasjalikult nende juures. Sarnaseid aineid nimetatakse wõõra keelse sõnaga allotropialisteks. Süsi, teemant ja grafit on süsiniku allotropialised kujud.

Õ — ne. Nüüd arwan ma, et sellest asjast osalt aru sain. Aga ühte tahaksin mina weel teada saada:

mille peal need eraldused põhjened ja millest nad olenewad?

Õ — ja. Nemad olenewad sellest, et ainetes mitte ühewõrra tööd ehk energiat ei ole. Niisamuti, kui jää weeks ehk wee auruks muutumiseks tööd waja läheb, on ka söe teemandiks muutumiseks energiat tarwis; ka siin, niisamuti kui esimese juures, ei tule muutumise juures wõrast ainet juurde ega lähe teda ka kaduma.

Õ — ne. Tähendab, energial on siis peaaegu need-samad omadused, mis keemia-elementilgi, sest et temaga ühinedes üks aine teiseks muutub, millel teised omadused on.

Õ — ja. Sarnane ettekujutus on kaunis lubataw. Ainult energia on kaaluta, sellepärast ei tule sarnaste allo-tropialiste muudatuste juures ka kaalu muutumist ette.

Õ — ne. Nii, nüüd olen ma kõigest aru saanud.

## 28. Söeoksid.

Õ — ja. Mis süsinikust põlemisel saab, seda oled sa juba mitu korda kuulnud ja näinud.

Õ — ne. Jah, üks gaas, mis süsinikust ja hapnikust koos seisab ja mis söedioksidi nime kannab. Mispärast teda lihtsalt söeoksidiks ei nimetata?

Õ — ja. Sest et weel teine mõlemate elementide ühisus olemas on, söeoksidi nime kannab. Teda nimetatakse sellepärast nii, et söedioksidist, milles kaks korda enam hapnikku on, ära tunda; silp di on greekakeelne sõna ja tähendab kahte.

Õ — ne. Kuidas näeb siis söeoksid välja?

Õ — ja. Ta on wärwita gaas, päris söedioksidi sarnane, läheb temast aga selles lahku, et ta põlew on ja inimeste ja loomade peale wäga kahjulikult mõjub.

Õ — ne. Wõin ma seda ka näha?

Õ — ja. Niisama kui ühte gaasi näha wõib: ta on wärwita ja wäljanägemise järele ei wõi teda õhust mitte lahutada; oma erikaalu ja teiste fiisikaliste omaduste järele on temal lämmastikuga sarnadust. Sagedasti oled sa teda põlemas näinud.

Õ — n e. Millal ja kus?

Õ — ja. Sa oled ju küllalt näinud, kuidas süsi ahjus põleb. Kõige pealt, kui teda ahju wisatakse, sünnib hele tuli; see tuleb sellest, et söe wesiniku sisu ära lahku ja ära põleb. Sellega ühes kistakse ka mõned süsiniku ühisused ühes, mis siis tule heledaks teewad.

Õ — n e. Jah, seda olen ma sagedasti näinud.

Õ — ja. Kui wiimaks kõik süsi õõguma lööb, siis näeb tuli koguni teisiti wälja. Ta on kahwatu ja sinekas ja päewa ajal waewalt nähtaw. Sa oled wahel ehk näinud, kui torupanijad oma koksahjusid tarwitawad: koks õõgub, ahi annab ka kaunis suurt palawust, aga päewa ajal ei ole tuld näha ühtigi, alles õhtul wõib kehsatanud leeki näha.

Õ — n e. Ka seda olen mina tähele pannud. Tuli näeb peaaegu nii wälja kui piiritusetuli.

Õ — ja. Täiesti õige, see on söeoksiidi tuli. Kõige pealt ühineb hapnik õõguwa söega kokku puutudes kaks korda nõndapalju süsinikuga kui söedioksidis ja sünnitab söeoksidi. Söe pealmistel kordadel, kus uus õhk ligi pääseb, põleb söeoksid söedioksideks.

Õ — n e. Järgmisel korral tahan ma ahju paremini waadelda.

Õ — ja. Tee seda ja mõtle sealjuures järgmist: söeoksid on ka selle poolest lämmastiku sarnane, et ta täiesti haisuta on; aga ta on, nagu ma sulle juba ütlesin, wäga mürgine. Kui ta end õhuga segab, siis wõib ta wäga suurt kahju teha. Igal aastal sureb suur hulk inimesi söeoksidi kihwtituse läbi ära.

Õ — n e. Kust see siis tuleb.

Õ — ja. Just nii, kui ma sulle kirjeldanud olen. Kui ahjus söed weel õõguwad ja tõmbetoru enneaegu

kinni pandakse, siis ei pääse enam nõnda palju õhku söe ligi, et wiimane dioksidiks põleda wõiks, ja selle tõttu sünnib söeoksid, mis tупpa pääseses seal olewaid inimesi ära kihwtitab.

Õ — n e. Toa õhus wõib ju ainult wõrdlemisi wähe söeoksidi kokku koguda, sest et tuba ahjust palju suu-rem on ja et alati õhu wahetus olemas on.

Õ — j a. See on tõsi; kahjuks aga koguneb söeoksid werese ka siis, kui esimest õhus wõrdlemisi wähe on. Peale selle ei mõju söeoksid mitte lämmastawalt inimeste peale, waid teeb neid wäsinuks ja uniseks, nii et nad oma päästmise peale ei mõtlegi.

Õ — n e. Mis tehtakse sellega, kellel kihwtitus alles peale algab?

Õ — j a. Teda toodakse wärske õhu kätte ja lastakse wõimalikult sügawasti hingata; hädakorral katsutakse hingamist kuntsliselt, nagu uppunute juures, toimetada sellega, et ülemist kehaosa ja käsa korralikult wahetades edasi ja tagasi liigutatakse. Peale selle sisaldab ka w a l- g u s e gaas kaunis palju söeoksidi ja on selle tõttu mürgine. Siin hoiatab meid aegsasti tema hais, mis selle gaasi teistest ainetest tneleb. Kui kusagil seda haisu märgatakse, siis waadatakse, järele, kas mitte kusagilt gaasi wälja ei woola, ja wõetakse tarwilikud abinõud tarwitusele.

Õ — n e. Ma ei ole ilmaski mõtelnud, et süsiniku ja hapniku ühisus ka mürgine olla wõib, sest et mõlemad elemendid sugugi seda ei ole ja meie kehas igal pool ette tulewad.

Õ — j a. Nüüd näed sa jälle, et ühisuste omadused elementide omadest wäga lahku lähewad. Ma olen sulle juba ennemalt ütelnud, et see sugugi õige kõnekäänd ei ole, kui öeldakse, et elemendid oma ühisustes weel edasi kestawad.

Õ — n e. Jah, ma tean seda, aga hariliku kõnekäändu mõjul saan ma omale tahtmata sarnase ettekujutuse.

## 29. Söedioksid.

Õ — j a. Mis tead sa söedioksidist meie endistest tundidest?

Õ — n e. Et ta söe põlemisel sünnib ja ka siis, kui süsinikku sisaldavad ained ära põlewad. Teda võib lubjavee abil ära tunda.

Õ — j a. Seda mäletad sa hästi. Mis saab siis lubjaveest, kui söedioksid tema peale mõjub?

Õ — n e. Ta läheb walgeks nagu piim.

Õ — j a. Jah. Keemikuse keeles öeldakse seda järgmiselt: selle juures sünnib walge pära.

Õ — n e. Mis seal siis päraneb?

Õ — j a. Kui sa seda segast wedelikku seista lased, siis wajub see walge aine walge korrana põhja, sest et ta wedelikust raskem pulber on. Kindlat keha, mis keemialise protsessi ajal ühes wedelikus sünnib, nimetatakse p ä r a k s. Kuidas näeb söedioksid välja?

Õ — n e. Ta on wist ka wärwita gaas.

Õ — j a. Jah, niisugune on ta küll. Tal on iseäraline omadus, et ta õhust palju raskem on ja õhus alla wajub.

Õ — n e. Seda tahaksin ma näha.

Õ — j a. Selleks peaksime meie omale söedioksidi walmistama. Selle tarwis teen ma omale sarnase riista, kui wesiniku juureski (joon. 24), ainult selle wahega, et ma pudelisse mitte tsinki ei pane, waid kriiti ehk m a r m o r i t. Trehtrisse panen ma jälle lahja soolahapet. Sa näed, et pudelis kohe wahutama hakkab, kui soolahape sinna ligi pääseb; sealjuures sündiw gaas on söedioksid.

Õ — n e. Mis sünnib siis soolahape ja kriidi wahel?

Õ — j a. Lähemalt ei wõi ma sinule seda mitte seletada, sest et sul tarwilikud teadmised puuduwad. Aga pea saad sa seda õppima. Esiteks tahame meie omale nüüd kindlaks teha, et sündiw gaas tõega söedioksid on. Sellepärast laseme meie teda tühjasse kolbesse woolata, walame sinna lubjawett juurde ja loksutame segamini.

Õ — n e. Õige küll, jälle sünnib walge pära.

Õ — j a. Selle katse juures nägid sa õieti juba ära, et söedioksid õhust raskem on, sest et ta sissewoolamisel kolbesse jäi. Asja wõib weel selgemaks teha selle läbi, et meie kaks toru gaasiga täidame, nõnda kui meie seda wesiniku juures (lk. 137) tegime, ja ühte ülespidi ning teist alaspidi hoiame. Seekord jääb see toru täidetuks, mis ülespidi on. Kuidas sa seda järele proowid?

Õ — n e. Muidugi jälle lubjaweeга.

Õ — j a. Seda wõime meie ka lihtsamine teha. Söedioksid mõjub põlewate kehade peale nagu lämmastik: nad kustuvad tema sees ära. Waata, ma pistan põlewa peeru alaspidi torusse: ta põleb edasi. Ülespidi torus kustub ta ära.

Õ — n e. Lämmastikul ja söedioksidil on siis ühesugused reaktsionid!

Õ — j a. Jah, põlewa peeru wastu küll. Aga lubjawee wastu seisawad nad teisiti lämmastik ei sünnita seal mitte pära. Kaunis sagedasti tuleb ette, et kaks ainet ühes asjas ühte lähewad. Aga kui nad juba ühes asjas lahku lähewad, siis peab neid mitmesugusteks aineteks tunnistama. Söedioksidi juures tuleb weel palju teisi lahkuminekuid lämmastikust ette, näit. suurem erikaal.

Õ — n e. Mispärast kustub peerg söedioksidi sees? Ta sisaldab ju hapnikku.

Õ — j a. See on üks kawal küsimus! Peerus põleb peaaesjalikult süsinik; see peaks siis seda süsinikku wälja ajama, mis söedioksidis juba hapnikuga ühinenud on. See on peaaegu niisamuti kui sa iseennast üles tõsta tahaksid.

Õ — n e. Wõi nii!

Õ — j a. Aga teised ained wõiwad juba söedioksidilt süsinikku ära wõtta. Seda teeb näituseks magnesium. Sa tunnend ju magnesiumirulli, mida põlema süütada wõib ja mis siis nii heledasti põleb. Ma täidan ühe pudeli söedioksidiga.

Õ — n e. Kas sa gaasi mitte wee peal ei korja?

Õ — ja. Seda ei ole vaja; ma lasen teda lihtsalt klaasi põhja woolata, kus ta oma suure erikaalu tõttu seisma jääb. Millal pudel täis saab, seda saan ma teada, kui ma põlewa peeru tema suu ees hoian: kui ta kustub, siis on pudel täis ja söedioksid jookseb üle.

Õ — n. e. Küll on see aga lihtne! Lase mind ka teha! Nii, nüüd on pudel täis.

Õ — ja. Nüüd panen ma magneesiumilindi paariks korraks kokku, sest et üks kergesti ära kustuda wõib, süütan põlema ja pistan tema söedioksidisse.

Õ — n. e. Kuidas ta ragiseb ja piserdab!

Õ — ja. Sa näed, et põlemine teisiti sünnib kui õhus. Nüüd on walged ja mustad kogud sündinud. Walged on magneesiumioksid, mustad — söedioksidist tulnud süsinik.

Õ — n. e. Ohoo, ma wõin teda siis ka näha!

Õ — ja. Pea saad sa teda weel paremini nägema; ma walan natuke soolahapet peale; ta sulatab magneesiumioksidi ära ja jätab süsiniku järele.

Õ — n. e. Jah, nüüd läheb kõik mustaks. Aga mis seal wahutab?

Õ — ja. Seal on weel natuke magneesiumi-metalli. See mõjub nagu tsink soolahappe peale ja sünnitab wesi-nikku. Nüüd tahan ma sulle weel ühte teist söedioksidi omadust näidata. Nüüd täidan ma wee peal ühe pudeli gaasiga, jätan aga pudelisse natuke wett järele, siis katan tema suu pöidlaga kinni ja loksutan teda tublisti. Sa näed, et pöial kinni jääb, just kui saaks teda imetud; see tähendab, et pudelis surwe wähenenud on. Kui ma nüüd pöidla wee all ära wõtan, sii tungib kaunis palju wett pudelisse. Nüüd wõin ma loksutamist j. n. e. korrata, kuni wiimaks pudel weest peaaegu täis saab. Mis peaks see katse küll tähendama?

Õ — n. e. Et söedioksid weest neelatakse.

Õ — ja. Jah, ta sulab õige tähendusrikkalt wees. Üks liiter wett neelab toa temperatuuri juures umbes ühe liitri söedioksidi, külma käes enam, palawuse käes — vähem.

Õ — n e. Seltrest tehtakse wist ka nii. Ma mõtlen, et sa mulle ükskord midagi sarnast ütlesid.

Õ — j a. Ja muidugi. Selters on üks söedioksidi sulatis wees, milles peale selle weel mõned soolad on.

Õ — n e. Sarnane wesi kannab harilikult ju söehapu wee nime.

Õ — j a. Ülepea nimetatakse söedioksidi igapäewases elus söehappeks. Aga see nimi on niisamuti, kui hapniku oma, weel endistest ekslistest waadetest järele jäänud, sellepärast pean mina tähtsaks, et sa kõige pealt õigeid nimetusi tarwitaksid. — Mille tõttu sisiseb selters? Kas sa mäletad weel, mis ma selle üle rääkinud olen?

Õ — n e. Et söedioksid suure surwe all wee sees sulatatud oli, siis lahkub ta sealt, niipea kui meie surwet vähendame. Peale selle ütlesid sa midagi sarnast, et surwe peale vaatamata alati üks ja seesama wolum gaasi ära sulab.

Õ — j a. Täiesti õige. Nüüd oled sa õppinud, et antud temperatuuri juures gaasidel, mis antud ruumi täidawad, kaalu paljuste wahekord seesama on . . .

Õ — n e. Mis nende surwetel.

Õ — j a. Jah. Kui nüüd mitmesuguste surwete juures ikka ühesugused wolumid sulatakse, missugune saab siis kaalude wahekord olema?

Õ — n e. Seesama, mis surwetelgi.

Õ — j a. Õige. Nii sulawad siis mitmesuguste surwete juures mitmesugused wolumid gaasi, millede wahekord surwete oma suurune on. Selterst tehtakse harilikult 4 atm. surwe juures; nii on siis temas 4 korda rohkem söedioksidi, kui sinna ühe atm. juures jääda võib. Ülelligne söedioksid lahkub wäljawalamisel ja sünnitab selle juures wahtu.

Õ — n e. On weel teisi jookisid, mis wahutawad, näit. õlu. Kas waht seal ka söedioksidi mõjul sünnib?

Õ — j a. Muidugi. Ainult selle wahega, et seda gassi õllesse mitte ei pumbata. Kui humal õlleks muutub, siis sünnib seal ka söedioksid, mis õlle sees ära sulab.

Õ — n e. Millest tema seal sünnib?

Õ — j a. Humala sees on s u h k u r, mis pärmis mõjul

piirituseks, mis õllesse jääb ja temale joowastawad omadused annab, ja söedioksidiks muutub; wiimane lahkub osalt ära.

Ô — n e. Hiljuti ütles mulle üks sõber, et seal majas, kus ta elab, üks õllekeller olewat ja et sinna söehappepommisid toodawat. Mis see õieti on? Tema näitas mulle suurt raudpudelit ja ütles, et see söehappepomm olewat.

Ô — j a. Pudelite sees on söedioksid w e d e l a s olekus. Teda tarwitatakse selleks, et õlut keldris olewatest waatidest üles tõsta.

Ô — n e. Wedel söedioksid?

Ô — j a. Kui söedioksidi tugewa pumba abil kokku pressitakse, siis läheb ta wiimaks wedelaks, nagu wesi ja näeb ka sarnaselt wälja.

Ô — n e. Seal peab siis küll koletugewasti pumbatama.

Ô — j a. See oleneb temperaturist. 0° juures läheb 35,4 atm. tarwis, 20° juures koguni 58,8, aga — 80° juures saab ta juba hariliku õhu surwe, see on 1 atm. juures wedelaks. Ta on wäga wee sarnane, mille auru surwe ka seda suurem on, mida kõrgem temperatuur. Söeoksidi juures on wastawad temperaturid ainult palju pisemad.

Ô — n e. Gaas söedioksid on siis õieti aur?

Ô — j a. Nii wõid sa teda küll nimetada.

Ô — n e. Edaspidi saan mina oma sõbra isa paluma, et ta mulle natuke wedelat söedioksidi klaasisse walaks, kus ma teda waadelda wõiksin.

Ô — j a. See ei läheks mitte korda, sest et ta wäljawoolamisel kohe kindlaks kui lumi saab.

Ô — n e. Kuidas see siis tuleb?

Ô — j a. Sa tead ju, et keemisel palju soojust tarwitatakse; selle pooldest on kõik wedelikud ühesugused, nii siis ka söedioksid. Kui nüüd wedel söedioksid õhu kätte tuleb, kus ainult 1 atm. surwe on, siis hakab ta kohe tugewasti keema, mille juures nõnda palju soojust tarwitatakse, et jäänus ära külmab.

Õ — n e. Siis wõiks ju ka wett keetmise läbi ära külmetada! See näib aga minule päris wõimata olewat!

Ô — ja. Sugugi mitte; ainult selle eest peab hoolt kandma, et wesi allpool nulli keeda wõiks. Selleks on waja surwet wäga pisukseks teha. Wett wõib tõesti ära külmetada, kui teda wõimalikult tühja ruumi pandakse; siis sünnib seal just seesama, mis ma sinule söedioksidi juures kirjeldasin. On koguni jäämasinad olemas, mis sel wiisil suwel jää walmistamise wõimalikuks teewad. Sa näed, et söedioksid ka selle poolest wee sarnane on, et teda kolmes olekus tuntakse. Wedel söedioksid on oma tarwituse tõttu seltersi walmistamisel ja õllewillimise juures tähtsaks kaubaaineks saanud, ja kui sa tähelepanelik oleksid, siis wõiksid sa sagedasti terweid koormaid söedioksidi teraspudelitega näha.

Ô — n e. Kust wõetakse teda nii palju!

Ô — ja. Suurem jagu woolab maa alt wälja. Paljudes kohtades, nimelt seal, kus tulepurskawad mäed on ehk ennem on olnud, lahkub maa seest puhas söedioksid. Puutub ta maaaluste wetega kokku, siis saawad wiimased temaga täidetud ja tulewad söehapu wee ehk hapu mineralwee hallika näol nähtawale.

Ô — n e. Mispärast hapu?

Ô — ja. Sest et söedioksidi sulatis hapu maitsega on.

Ô — n e. Sellest wist tulebki söehappe nimetus.

Ô — ja. Jah, tal on sellega ühist. Teistes kohtades eraneb puhas söedioksid, kus teda siis kinni püüda ja tugewate pumpade abil teraspudelitesse willida wõib. Sarnaseid söedioksidi-hallikaid on küllalt Neapolis Vesuvi lähedal. Ühes kohas tuleb see gaas ühest madala põhjaga koopast wälja ja täidab tema alumist jagu umbes ühe meetri kõrguses; üleliigne gaas jookseb üle koopa läwe, just nagu wesi. Sellepärast wõiwad inimesed sinna ilma mingi hädaohuta minna, sest et nende pea söedioksidimerest kõrgemal on; koerad aga lämbuwad ära. See on tuntud „Koerakoobas“.

Ô — n e. Kas seal koeri tõesti ära lämbuda lastakse?

Ô — j a. Ei neid toodakse weel ôigel ajal ôhu kätte, kus nad jälle elusse tõusewad.

Ô — n e. Aga kole on see ikka küll! Mispärast lämbuwad loomad söedioksidi sees?

Ô — j a. Selsamal põhjusel, miks lämmastiku seeski: sest et seal waba hapnikku ei ole. Muidu ei ole söedioksid mitte mürgine, niisama wähe kui lämmastikgi, sest et ta alati meie kopsus on.

Ô — n e. Kuidas tema siis sinna saab?

Ô — j a. Werest. Ma olen sulle juba ütelnud, et keha kudedes süsinikku sisaldajad toiduained hapniku poolt, mida weri sinna kannab, ära põletatakse. Selle juures sünnib söedioksid, nagu harilikul põlemiselgi, weri kannab teda kopsusse, kust ta ühes lämmastikuga wälja hingatakse.

Ô — n e. Siis peaks selles ôhus, mis ma wälja hingam, söedioksidi olema?

Ô — j a. Muidugi, wõta klaas lubjaweeaga ja puhu temasse klaastoru läbi ôhku oma kopsust.

Ô — n e. Ôige, ta läheb segaseks ja peagi sünnib walge pära. Täna kuulsin ma palju tähtsaid asju, mis meeles pidada tuleb.

---

### 30. Päike.

Ô — n e. Waheajal tuli mul üks môte, mille kallal ma palju pead murdsin. Ma tean nüüd, et põlemisel, hingamisel ja mädanemisel söedioksid sünnib ja et ta peale selle ka maa seest wälja woolab. Ta peab kõik ôhuse jääma ja sinna kogunema. Kas siis ôhk söedioksidi täis ei ole?

Ô — j a. Ôhus on ta alati olemas, aga mitte nõnda palju, ainult umbes  $\frac{1}{2000}$ . Ainult kinnistes ruumides, kus palju söedioksidi hingamise, käärimise ja teiste sarnaste

protsesside läbi sünnib, koguneb teda enam. Et õhus söedioksid on, wõid sa selle läbi tunda, et lubjaweel õhu käes seismisel walge nahk peale tuleb.

Õ — n e. Nahk? Ah nii, ma mõistan: et söedioksid ainult wee pinna peale mõjuda wõib, siis sünnib pära ainult seal. Aga kuhu jääb siis kõik see söedioksid, mis õhus sünnib? Wõi on teda õhumerega wõrreldes nii wähe, et tema juurdetulemist sugugi märgata ei wõi?

Õ — ja. Seda oleks kohe märgatud. Ei, siin on tasakaal olemas, mille järele õhk nõndasama palju söedioksidi kaotab, kui teda juurde tuleb.

Õ — n e. Kuhu ta siis jääb?

Õ — ja. Taimed tarwitawad teda. Nemad lahutawad teda sel wiisil, et süsinik taimesse jääb ja nende keha üles ehitada aitab, kuna õhk gaasi näol õhku läheb.

Õ — n e. Taimed wõiwad siis hapnikku walmistada? Wõin ma seda näha?

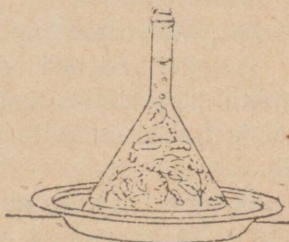
Õ — ja. See ei ole mitte wäga raske. Meie wõtame kaunis suure klaastrehtri, täidame tema hästi wärskele rohelistele lehtedega ja paneme ta ümberpöörduvalt laiasse wärske weega täidetud anumasse. Siis pistame tema nii sügawasse, et ta weega täis saaks, ja katame suu punniga kinni. Siis paneme selle päikese kätte (joon 46).

Õ — n e. Luba, ma kannan seda suurt weepange.

Õ — ja. Seda meie juba ei tee; pistan ma ühe taldriku trehtri alla, siis wõin ma mõlemad wäga hästi üles tõsta, ilma et wesi trehtrist wälja jookseks. Kui päike talle peale paistab, siis näed sa, kuidas gaasimullid üles tõusewad ja ülewal kogunewad.

Õ — n e. Kas see mitte see gaas ei ole, mis wees ära sulanud on ja soojenemise juures eraneb?

Õ — ja. Ei, wesi ei lähe mitte nii ruttu soojaks. Meie laseme päikest edasi mõjuda,



46.

kuni meie wiimaks mõne kantsentm. gaasi saame. Siis paneme trehtri uuesti suuresse weenumasse, hoiame teda seal nii, et wesi seespool ja wäljaspool ühekõrgusel seisab, wõtame punni pealt ja katsume õõguwa peeruga järele, kas trehtris tõega hapnik on.

Ô — n e. Tore katse! Taimede peale waatan ma nüüd koguni teiste silmadega. Nemad on meie suured heategijad. Ma ei ole weel selle peale mõtelnudki, et hingamise, põlemise ja n. e. läbi lõpulikult kõik hapnik ära tarwitatud peaks saama. Taimed annawad meile teda tagasi.

O — ja. Sa näed, et meie taimedest mitte ainult sel mõõdul ei olene, et meie neid oma toitmiseks tarwitame, waid et meil neid ka selle eest tänada tuleb, et nemad meile selle toidu põletamiseks hapnikku muretsewad.

Ô — ne. Esimesest ei saanud mina mitte täiesti aru. Meie ei tarwita mitte ainult taimetoitu, waid ka väga palju liha.

Ô — ja. Aga loomad, kelle liha meie sööme, toidawad endid taimedest. Meie sööme ainult rohusööjaid loomi, mitte lihasööjaid. Ja ka need elawad ainult rohusööjatest loomadest, nii et inimesed ja loomad üleüldse täiesti ilma taimedeta läbi ei saa.

Ô — n e. Jah, see on tõsi. Aga kui taimed õhku hapnikku saadawad, siis peaks metsa õhk hapniku poolest palju rikkam olema? Sellepärast wist jalutawadki inimesed heameelega metsas ning on ka maal elamine terwisele ka palju kasulikum.

Ô — ja. Ei, asi ei seisa mitte selles. Wahe õhu hapniku sisaldamise wahel metsas ja temast eemal, ehk maal ja linnas on nii pisuke, et seda waevalt märgata wõib.

Ô — n e. Kuidas siis see tuleb. Kas see mitte selle wastu ei räägi, mis sa mulle alles ütlesid?

Ô — ja. Alati wältawa õhu liikumise läbi saab ta ühtesoodu väga kiiresti segatud, nii et wahe kohe ära

kaob Mõõdukas tuul jookseb 1 km. kahe minutiga; siis wõid sa mõtelda, kui ruttu õhk, mis alles metsas oli, linna tuleb ja ümberpöördukt

Ô — n e. Aga okeanis?

Ô — j a. Seal ei ole asi sugugi teisiti. Wee sees ei ela ju mitte üksi loomad, waid ka taimed, nimelt lõp-mata palju pisukesi. Nemad toimetawad selsamal wiisil, ainult nemad ei tööta mitte seda söedioksidi, mis õhus on, ümber, waid seda, mis wees on sulanud, ja saadawad ka sulanud kujul hapnikku wälja. Sel kujul tarwitawad teda kalad ja teised mereloomad, kes oma energiat ka toidu põlemise läbi saawad.

Ô — n e. Jah, nemad hingawad k i d a d e läbi. Mis see õige tähendab?

Ô — j a. Nad lasewad hapnikku sisaldawa wee läbi riistade, millesse, nagu kopsugi, weri woolab ja milles kudedest tulnud söedioksid hapniku wastu ümber wahe-tatakse.

Ô — n e. See on siis õieti niisamuti, kui õhuloo-made juures, ainult selle wahega, et õhu asemel wesi on.

Ô — j a. Täiesti õige: on weel palju lihtsamalt töö-tawaid, alamaid loomasid olemas, kellel wesi otsekohe läbi kude läheb.

Ô — n e. Süsinik ja hapnik käiwad siis ilusasti ringi: mida taimed enam ei tarwita, seda wõtawad loomad. Läm-mastikuga on wist lugu niisamuti?

Ô — j a. Seda küll; ainult lämmastik peab, nagu sa kuulnud oled (lk 183—185), seotud olekusse jääma.

Ô — n e. Ma mäletan; see jagu, mis seotud läm-mastikust kaduma läheb, walmistatakse jälle mullas. Nii on kõik korras. Aga ütle mulle weel midagi, mis ma juba ammu küsida tahtsin, mispärast peawad taimed selleks, et hapnikku sünnitada, p ä i k e s e k ä e s seisma?

Ô — j a. Selle peale peaksid sa õieti ise wastama. Kui süsinik söedioksidiks põleb, siis waheneb ju palju soojust.

Ô — n e. Muidugi, sellest saadaksegi seda tööd, mis masinad, inimesed ja loomad teevad?

Ô — ja. Selleks, et söedioksidi uuesti lahutada, peaks siis uuesti sedasama tööd ligi panema, mis ühine-misel wabanes. Kust wõtawad siis taimed seda tööd?

Ô — n e. Selle peale ei ole ma weel mõtelnud. Sa rääkisid midagi päiksest; kas nad ehk mitte tema käest seda ei saa.

Ô — ja. Igatahes! Taimed elawad kahesugust elu. Ühelt poolt peawad nemad nagu loomad tööd tegema, nad peawad wett imema, oma keha suurendama, õisi ja wilja walmistama ja palju muud. Seda tööd ei wõi nemad ka mitte millestki teha, waid peawad teda kusagilt wõtma, mida nemad ka toidu tarwitamisega teewad. Nemad lähewad loomadest selle poolest lahku, et nad harilikku toitu ise walmistawad; selle juures tarwisminewa töö ehk energia wõtawad nemad päikese kiirtelt.

Ô — n e. Sa ütlesid, et taimed nagu loomadki toidu waral tööd teewad. Siis peaksiwad ka nemad söedioksidi sünnitama?

Ô — ja. Seda nad ka teewad. Selles seisabki kahekordne elu. Oma tööd teewad nemad nagu loomad, mille juures nad tarwiliku energia põlemisest wõtawad. Peale selle korjawad nemad energiat ka päikse walgusest, mille juures nad enam koguwad, kui wälja annawad, sest et neil mustade päewade jaoks tagawara waja on. Sellepärast sünnitawad nemad alati söedioksidi, aga alles pime-das tuleb see nähtawale, sest et nad walguse käes ka hapnikku sünnitawad ja palju suuremal mõõdul kui söedi-oksidi selsamal ajal.

Ô — n e. Mil wiisil tarwitawad siis taimed päikese energiat?

Ô — ja. Selle üle on väga wähe kindlat teada. Nii-palju on teada, et ainult rohelist taimed seda teha wõiwad; wärwita taimed, nagu seened, elawad nagu loo-mad taimetoidu mädanewate lehtede ja m. s. waral. Mis

lehtedes, kus töö sünnib, söedioksidist kõige pealt saab, see ei ole mitte teada; esimene aine, mida tõestada wõidi, oli tärklis. Sa pead siis omale taimede rohelist rakkusid kui keemialaboratoriumisid ette kujutama, milles aineid valmistatakse, mida taim tarwitab, ja millel päikese valguse ehk päikese kiirelise energia ümbermuutmiseks keemiaühisuste energiaks sissesead on.

Ô — n e. Siis elame meie wiimaks ju ainult päiksest? Siiski mäletan ma weel, et sa mulle ükskord (lkg ) ütlesid, et ka wee ja õhu liikumine maa pinnal päikese soojuse mõjul sünnib. Nii oleneb wiimaks kõik, mis maa peal sünnib, ainult päiksest.

Ô — j a. See on peaaegu õige, sest et ma ainult ühte nähtust tunnen, nimelt tõus ja mõõn, mis kuu ja maa keerlemise wastastikuse mõju läbi sünnib. Aga sellega wõrreldes, mis päike korda saadab, on see tähtsuseta.

Ô — n e. Kust see tuleb, et kõik päiksest oleneb?

Ô — j a. See tuleb sellest, et päikese paiste ainuke energia hallikas on, mis meil käepärast. Et kõik mis sünnib, ainult töö ehk energia läbi korda saab saadetud, siis oleneb ka kõik energia hallikast.

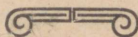
Ô — n e. Elementide ringkäik, mille üle ma ennem nii rõemustasin, ei näi mulle enam mitte nii tähtis olevat.

Ô — j a. See on ka vähem tähtis, kui energia wõll, mis päikese pealt maa peale tuleb, ja siis taimede poolt wastu wõetud ja kogutud saab et teistele olewustele elu wõimalikuks teha. Seda wahekorda wõid sa omale wesiwesi näol ette kujutada. Elementid on r a t a s, mis ringi keerleb ja langewa wee tööd alati wastu wõtab. Langew wesi on päikese kiired, milleta eluwesi peagi seisma jääma peab.



## SISU.

	Lhk.
1. Ained . . . . .	7
2. Omadused . . . . .	11
3. Ained ja segud . . . . .	16
4. Sulatised . . . . .	21
5. Sulatamine ja hangumine . . . . .	28
6. Auramine ja keemine . . . . .	33
7. Mõõtmine . . . . .	41
8. Erikaal . . . . .	50
9. Kehade oleku kujud . . . . .	57
10. Põlemine . . . . .	65
11. Hapnik . . . . .	74
12. Ühisused ja koosseiswad jaod . . . . .	84
13. Elemendid . . . . .	94
14. Kerged metallid . . . . .	105
15. Rasked metallid . . . . .	114
16. Weel hapnikust . . . . .	118
17. Wesinik . . . . .	130
18. Paukuw gaas . . . . .	139
19. Wesi . . . . .	151
20. Jää . . . . .	162
21. Weeaur . . . . .	170
22. Lämmastik . . . . .	180
23. Õhk . . . . .	186
24. Kindlus ja karwapealsus . . . . .	197
25. Õhu laienemine soojusest . . . . .	205
26. Wesi õhus . . . . .	214
27. Süsinik . . . . .	219
28. Söeoksid . . . . .	229
29. Söedioksid . . . . .	232
30. Päike . . . . .	238



# Trükiwead.

lkg.	rida		trükitud	lugeda
3	2	alt	kätte	käte
10	9	„	kuulawad	kuuluwad
15	8	„	helkib	helgib
16	3	„	teise	teisse
24	17	ülew.	see	soe
33	9	alt	see tingimine	seda tingust
57	10	ü.	muudatused	muutused
57	7	a.	tutwustasid	tutwunesid
68	8	„	Õhtul	Õhul
72	19	ü.	küllest	küljest
97	10	„	Berillicum	Berillium
101	1	alt	kolori	kloori
108	6	ü.	ükisused	ühisused
111	15	alt	naturium	natrium
111	3	„	aatriumi	natriumi
112	11	ü.	üdisus	ühisus
128	4	„	Näituseks	Näituses
132	13	alt	kustutaks	kutsutakse
134	14	„	naturiumi	natriumi
152	16	„	inti	tinti
155	5	„	wõmaluse	wõimaluse
159	1	„	koguma	kogunema
177	12	„	märkas	märgatawas
178	6	ülew.	kogunud	kogunenud
181	1	„	üksidust	üksindust
192	15	„	hakkasid	hakaksid
195	7	alt	muutwateks	muutuwateks
207	8	„	põnewus	pinewus
210	5	„	käia	keeda
212	16	„	suwe	surwe
221	2	ülew.	sünnik	sünni,
221	3	„	energias	energiat
222	13	„	aineid	ained
222	6	alt	anorganislisesse	anorganlisesse
241	2	„	waheneb	wabaneb

Kordawad wead:

Ajasõna „hakkama“ olewiku pöörded tuleksiwad ühe „k-ga“ lugeda; päikese asemel — päikse.

