

I. NETŠAJEV



JUTUSTUSI ELEMENTIDEST

R K
«TEADUSLIK KIRJANDUS»

12294

I. NETŠAJEV

JUTUSTUSI ELEMENTIDEST



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“
TARTU, 1946

Tõlgitud teose järgi :

И. Нечаев

Рассказы об элементах

Центральный Комитет

Всесоюзного Ленинского Коммунистического Союза Молодежи

Издательство Детской Литературы Москва-1940 Ленинград

Tõlkija R. Rägastik

Redigeerija J. Käis



12294

A=16170

MIS MILLEST KOOSNEB?

Millest koosneb maa meie jalge all, päike meie pea kohal, majad ja masinad, taimed ja meie endi keha?

Vaadake ringi ja te loetlete kergesti kümneid, koguni sadu aineid, mis ei sarnane üksteisega. Vaadake avatud raamatut endi ees: ta on valmistatud paberist, kartongist, kalingurist, trükivärvist ja tärkliskliistrist. Laud, millel lamab raamat, on tehtud puust, kaetud polituuriga ja liimitud kokku tiseriliimiga. Toanurgas näete keskkütte radiaatori malmi, seintel kriiti, mis katab krohvi lupja ja telliseid. Oma toas leiате akna- ja lambi- klaasi, elektrijuhtmete vaske ja kummit, lambipesade portselani, tinti, kirjutussule terast, mitmesuguseid värve ja palju muud.

Kui astute tänavale, kerkivad teie silmade ette uued ained, tehase-osakonnas jällegi uued ained. Metsas, mäetippudel, merepõhjas — kõikjal avastate ikka ja jälle uusi aineid.

Elusa ja elutu mateeria eri liike leidub miljoneid, kui mitte kümneid miljoneid. Ainult vääriskive üksi on maakeral s a d u. Rauamaake ja mitmesuguseid puid esineb tuhandeis sortides. Värve, nii loomulikke kui kunstlikke, on k ü m n e i d t u h a n d e i d.

Ja milline omaduste mitmekesisus valitseb selles ainete lõpmatus hulgas! Üks neist on uskumatult kõva, teise võib purustada lapse nõrk käsi. Üks aine on maitselt magus ja mahe, teine põletab keelt tulena. Aineid on läbipaistvaid, läikivaid, tuhme, määrdunud-halle, lumivalgeid. On aineid, mis ei külmu ja jäävad vedelaks 250-kraadilise külma käes, kuid on ka niisuguseid, mis ei sula ja jäävad tahkeks isegi pimestavas

kaarlambileegis. Mõnda ainet ei mõjusta ei kuum ega külm, ei niiskus ega põletavad happed. Teisele aga piisab puudutusest peopesaga — ja käesoojuse mõjul lendab ta leegi ja plahvatusega kildudeks.

Looduses on kõik igaveses liikumises. Igal maapinnalapikesel toimub ainetega pidevalt tuhandeid muutusi. Ühed ained kaovad, nende asemele aga ilmuvad teised.

Näib, nagu toimuks see lõpmatu ainetehulga alaline muutumine ilma mingisuguse korrata. Võib isegi näida, et siin valitseb kaos. Tegelikult ei ole see aga nõnda.

Juba ammu mõistsid inimesed, et looduse suure mitmekesisuse taga peituvad ühtsus ja lihtsus. Tõestati, et kõik kehad sisaldavad ühtesid ja samu lihtsaimaid koostusosasisid, mida hakati nimetama elementideks.

Elemente on üsna vähe. Kuid nad on võimelised üksteisega ühinema arvutuis kombinatsioonides ja ühendis. Sellest tuleneb kogu see ainete küllus, mida leiame maakeral.

Midagi sarnast täheldatakse ka helideriigis. Tähestiku paari-kümnest tähest on koostatud kogu meie kõnes tarvitata sõnavara. Ühtede ja samade helitsoonide kombinatsioonidest aga sünnivad tuhanded melodiad — hümnid ja leinamarsid, lihtsad lastelaulukesed ja keerukaimad sümfooniad.

Elemente ei avastatud ühekorraga. Paljud neist olid inimestele tuntud juba vanast ajast, kuid möödus sajandeid, enne kui jõuti arusaamisele, et need tõesti on elemendid ja mitte liitained. Ning vastupidi, paljusid liitaineid peeti kaua elementideks, sest keemikud ei teadnud, et neid saab osisteks lahutada. Mitmed elemendid aga sattusid nii harva inimese teele või olid nii peidetud tema silmade eest, et nende leidmine nõudis tohutuid pingutusi.

Elementide otsimisega tegelesid teadlased sajandeid. Palju vaeva kulutati seejuures ja osutati suurt leidlikkust ning arukust. Käesolevas raamatus ongi jutustatud tähtsamate elementide avastamise ajalugu.

ESIMENE PEATÜKK.

TULIÕHK.

1. Karl Scheele, aptegiõpilane.

XVIII sajandi teisel poolel elas Rootsis haruldaselt püüdlik noor apteeker Karl Wilhelm Scheele. Ta töötas algul õpilasena, hiljem laborandina ja üllatas alati peremehi oma ebatavalise hoolsusega.

Pillide, mikstuuride ja plaastrite valmistamine — selles seisid tema kohustused. Kuid Scheele tegi palju rohkem, kui temalt nõudsid ta peremehed. Lõpetanud vajalike vahendite ja arstimate valmistamise, hakkas ta kuskil vabas nurgas või aknalaual peenendama, aurutama ja destilleerima mitmesuguseid keemilisi aineid. Ta istus ööd ja päevad laboratooriumis. Hoolikalt uuris ta vanu keemiaraamatuid, millede kohta isegi kogunud apteekrid ütlesid, et neist on raske aru saada. Ja kui tema eksperimendid poleks mõnikord lõppenud ootamatute plahvatustega, oleksid peremehed tundnud oma laborandi üle palju rõõmu.

Scheele käed olid alatiselt leelistest sööbitud ja hapetest mustaks põlenud. Mõnuga hingas ta sisse laboratooriumi teravaid lõhnu, ning isegi kibe väävlisuits või lämmatavad lämmastikhappe aurud ei olnud talle vastikud.

Kord valmistas Scheele ühendi, mis lõhnas mörumandli järele. Ta hingas sisse selle aine auru, et teha täpselt kindlaks tema tõelist lõhna. Siis püüdis ta kindlaks määrata nimetatud ühendi maitset ja tundis suus ebatavalist soojust. Säärast kat-

set korrata ei riskiks nüüd ükski inimene, kes peab oma elu kalliks. Mõrumandli järele lõhnavat ühendit nimetame praegu sinihappeks ja ta on tuntud kangeima mürgina. On hea, et Scheele neelas seda alla vaid väikese tilgakese.

Scheele ei tundnud tema poolt leiutatud happe mürgiseid omadusi. Isegi neid aimates poleks ta arvatavasti suutnud vastu panna, vaid oleks ikkagi selle maitset proovinud. Temal polnud suuremat rõõmu kui leiutada uusi aineid, milliseid ei olnud enne teda näinud ükski inimene maailmas, või avastada juba tuntud ainete uusi omadusi. Ta katsetas igati loodusega ja ootas erutatult tulemusi.

„Kui õnnelik on uurija, leides seda, mida otsis! Kuis rõõmutseb ta süda!“ kirjutas ta kord oma sõbrale.

Scheelele sai osaks palju niisugust õnne ja selle eest võlgnes ta tänu vahest ainult iseendale. Koolis ja ülikoolis ta ei olnud käinud, aitajaid tal ei olnud. Ta õppis kõike ise ja meisterdas ise ka oma algelised seadmed apteegipurkidest, klaasretortidest ja härjapõitest.

Neljateistkümneaastasena anti ta apteeker Bauch'i juurde õpilaseks. Ja kui Rootsi Teaduste Akadeemia üheksateist aastat hiljem valis Scheele oma liikmeks, oli ta ikka veel vaid lihtne provintsiapteegi laborant, kes nagu noorusaastailgi kulutas suurema osa oma kasinast palgast raamatutele ja keemilistele reaktiividele.

Scheele oli sündinud keemikuks. Ja tõelise keemikuna ta kat- sus teada saada, „mis millest koosneb“.

Ta tahtis teada, milliseist lihtsaimaist koostusosadest ehk elementidest on moodustatud meid ümbritsevad ained. Kuid mitmeaastased kogemused veensid teda, et seda on võimatu kindlaks määrata, kui ei mõisteta tule tõelist loomust: ainult harva saab mõnd keemilist eksperimenti teostada ilma kuumutamise ja tuletä.

Kui Scheele hakkas uurima tule loomust, tuli tal peagi järele mõtelda selle üle, kuidas võtab põlemisest osa õhk. Ühte ja teist selle kohta võis ta leida vanust keemiaraamatuist.

Juba sada aastat enne Scheelet tõestasid inglane Robert Boyle ja teised teadlased, et küünal, süsi ja iga teine põlev keha põleb ainult seal, kus on küllaldaselt õhku.

Kui näiteks katta põlev küünal klaaskupliga, siis põleb küünal veidi aega ja kustub. Kui aga kõrvaldada kupli alt õhk täielikult, siis kustub küünal silmapilkselt. Vastupidi, kui tulle juhtida rohkesti õhku, nagu seda teevad sepapõlvad abil, siis lööb leek heledamalt ja tugevamalt lõkkele.

Tol ajal ei mõistnud aga keegi täpselt seletada, mispärast see nii toimub ja miks õieti vajab põlev keha õhku.

Et jõuda selles selgusele, hakkas Scheele korraldama katseid mitmesuguste keemiliste ainetega, paigutades nad umbelt suletud nõudesse.

„Suletud nõu sisaldab ainult teatava kindla hulga õhku ja väljast ei pääse sinna midagi juurde,“ mõtles Scheele. „Kui põlemisel või teiste keemiliste muutuste puhul õhuga midagi toimub, siis võib seda siin kergemini märgata.“

Õhku peeti tol ajal elemendiks — algaineks, mida mingisuguse jõuga ei saa lahutada veel lihtsamaks koostisosadeks. Esialgu oli ka Scheele samal arvamusel, kuid peagi pidi ta seda muutma.

2. Miks kustub tuli?

Kord öösel istus Scheele Upsala linna apteegi laboratooriumis ja valmistas järjekordset katset.

Majas valitses surmavaikus. Juba ammu oli sulgunud uks viimase ostja järel, ammu läinud koju magama apteegi omanik. Ainult Scheele üksi valvas oma kolbide ja retortide juures.

Ta võttis kapist suure, veega täidetud purgi. Selle põhjas oli mingisugune kollane, vahataoline tükike. Hämaruses helendasid nii vesi kui ka vahasarnane mass salapärase roheka valgusega.

See oli fosfor, aine, mida keemikud hoiavad alati vees, sest et ta õhus kiiresti muutub, kaotades kõik oma tavalised omadused.

Scheele pistis noa purki ja fosforit veest välja võtmata lõikas selle küljest silma järgi väikese tüki. Seejärel võttis ta selle välja, viskas tühja kolbi, sulges viimase korgiga ja lähen- das põlevale küünlale.

Vaevalt puudutas leek kolbi, kui fosfor juba sulas ja kolvi põhjal lombikeseks valgus. Sekund hiljem süttis ta heleda leegiga põlema ning silmapilkselt täitis kolbi tihe udu, mis sadestus varsti valge härmatisena selle seintele.

Kõik see toimus ühe hetkega. Fosfor põles ära ja muutus „kuivaks fosforhappeks“¹⁾.

See oli väga efektne katse, kuid Scheele näis suhtuvat temasse täiesti ükskõikselt. See polnud esimene kord, mil ta süütas fosfori ja vaatles, kuidas see muutub hapendiks. Ka seekord ei huvitanud teda fosfor ise, vaid midagi hoopis muud: ta tahtis teada, mis sai fosfori põlemise ajal kolvis olnud õhust.

Niipea kui kolb oli jahtunud, pistis Scheele ta kaelaga alaspidi veeanumasse ja tõmbas korgi ära. Juhtus midagi ime- likku: vesi anumast tungis järsku alt ülespoole kolbi ja täitis ühe viiendiku selle mahust.

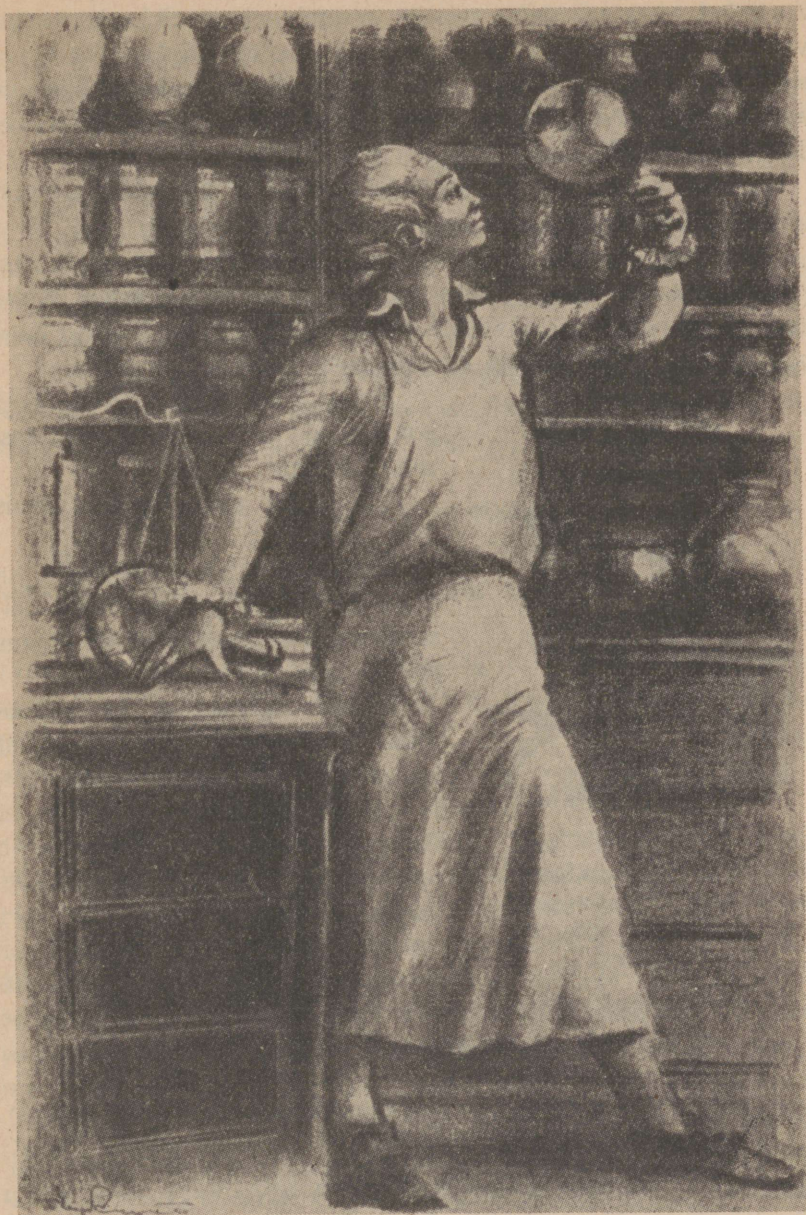
„Jälle!“ sosistas Scheele. „Jälle seesama. Üks viiendik õhust on kadunud ja selle asemele tuli vesi . . .“

Imelik asi! Ükskõik milliseid aineid Scheele ka proovis kin- nises nõus süüdata, ikka ilmnes sama huvitav nähtus: õhk, mis oli nõus, vähenes põlemisel tingimata ühe viiendiku võrra. Ka nüüd toimus samuti: fosfor põles ära, fosforhapend jäi terve- nisti kolbi, aga osa õhku oli kadunud.

Kuidas ta sai lahkuda kindla korgiga tihedalt suletud kol- vist?

Seni kui jahtus kolb, milles põles fosfor, jõudis Scheele valmistada ette uue katse. Ta otsustas süüdata kinnises nõus veel ühe põleva aine — gaasi, mis tekib metalli lahustumisel happes.

¹⁾ S. o. fosforhapendiks (fosfortrioksisüüdiks). Scheele nimetas ka hapen- deid ja hapete anhüdriide hapeteks.



Karl Wilhelm Scheele.

Põlev gaas sai mõne minuti jooksul valmis. Scheele puistas väikesse pudelikesse rauaalaaste, valas neile vitrioliõlilahust¹⁾ ja sulges pudelikese korgiga, mida läbis pikk klaastoru. Laastud hakkasid kihisema, hape pulbitsema ja temas vahutasid hõbedased gaasimullikesed.

Scheele lähendas toru ülemisele otsale küünla. Silmapilkselt süttis torust väljuv gaas peenikese kahvatu leegina²⁾.

Siis pani Scheele pudelikese kõrgesse veega täidetud klaaskaussi ja asetaskahvatu kohale tühja kolvi põhjaga ülespidi. Kolvi kael ulatus vette, nii et väline õhk ei võinud sinna kuidagi sisse pääseda. Ja selles suletud ruumis põles kahvatu gaasileek.

Niipea kui kolb oli asetatud leegi kohale, hakkas temasse altpoolt vesi sisse tungima.

Ülal põles gaas, all aga tõusis vesi.

Vesi kerkis üha kõrgemale, ja mida kõrgemale ta jõudis, seda halvemini põles gaas. Lõpuks kustus leek hoopis.

Scheele märkas, et vesi selleks ajaks oli suutnud jälle täita ainult umbes ühe viiendiku kolvi mahust.

„Hästi,“ mõtles ta, „oletame, et õhk minule teadmata põhjusel peab põlemise ajal kaduma. Kuid mis pärast kaob siis ainult osa temast, aga mitte kogu õhk? Gaasi ometi jätkuaks põlemi-

Niipea kui Scheele asetaskahvatu kohale, hakkas sellesse vesi sisse tungima. Ülal põles gaas, all aga tõusis vesi.

seks praegu veel tükiks ajaks. Laastud kihisevad alles, hape pudelis pulbitseb. Kui ma nüüd kõrvaldan kolvi ja süütan gaasi

¹⁾ Vitrioliõli — väävelhappe rahvapärane nimetus (redigeeriija märkus).

²⁾ Lugeja, kui sa ise soovid teha sama katset, siis ole ettevaatlik, sest võib tekkida plahvatus. Enne kui süüdata gaas, tuleb oodata mõni minut, kuni ta täidab kogu toru. Kõige parem on teha sääraseid katseid mitte iseisvalt, vaid õpetaja juhtimisel.

vabas õhus, hakkab ta uuesti põlema. Kuid miks kustub gaas kolvi all, kus on säilinud veel neli viiendikku õhust?“

Äkki tärkas tema peas viimaste päevade kestel juba korduvalt kerkinud ebamäärane kahtlus: „Aga kas ei tähenda see, et õhk, mis jäi kolbi, ei ole hoopiski niisugune, kui too õhk, mis kaob temast põlemise ajal?“

Scheele oli valmis kohe uusi eksperimente tegema, et lõplikult kontrollida oma oletust. Kuid kella vaadates pidi ta kahetsusega sellest loobuma: oli juba kaugelt üle kesköö, aga tema pidi hommikul jälle siin istuma ja arstimeid valmistama.

Vastumeelselt kustutas Scheele küünla ja lahkus laboratooriumist. Kuid mõte kahest erinevast õhuliigist ei lahkunud tal enam peast. Selle mõttega ta uinuski.

3. Surnud õhk ja elav õhk.

Järgmisel päeval, vaevalt lõpetanud apteegitööd, asus Scheele õhinaga kontrollima oma uut ideed.

Ta vaatas läbi kõik märkmed, mis ta oli teinud laboratooriumi päevikusse alates ajast, mil ta alustas tule ja põlemise uurimist. Mõningaid katseid kordas ta uuesti. Ja erilise visadusega asus Scheele uurima õhku, mis oli jäänud kolbi mingi aine põlemise järel.

Surnuks, täiesti kõlbmatuks osutus see õhk.

Ei miski tahtnud selles põleda. Küünlad kustusid, otsekui oleks keegi nähtamatu nad ära puhunud, hõõguvad söed jahtusid, põlev pird kustus silmapilkselt, nagu oleks ta veejoaga üle valatud. Isegi kergesti süttiv fosfor keeldus lõkkele lõõmast. Hiired, keda Scheele asetaski kõlbmatu õhuga täidetud purki, lämbusid seal kohe surnuks. Väliselt oli see õhk samuti läbi paistev ja värvusetu kui tavalinegi õhk, ning samuti lõhnata ja maitseta.

Nüüd oli Scheelele kõik selge: harilik õhk, mis ümbritseb meid igast küljest, pole sugugi element, nagu arvasid inimesed iidsest ajast peale. Õhk ei ole algaine, vaid segu kahest üksteisest hoopis erinevast koostisosast.

Üks neist soodustab põlemist, kuid kaob põlemise ajal kuhugi; teine — suurem osa — on tule suhtes ükskõikne ja jääb süttivate ainete põletamisel täiesti puutumatuks. Ja kui õhk koosneks ainult sellest osast, siis ei sähvataks meie maailmas kunagi ükski sädemeke.

Muidugi ei olnud Scheele niivõrd huvitatud õhu „elutust“ osast, kui just aktiivsest osast, sellest, mis kadus põlemisel.

„Kas ei ole kuidagi võimalik saada seda puhtal kujul, lahus „kõlbmatust õhust“?“ mõtles ta.

Osutus, et see on võimalik.

Scheelele meenus, et ta korduvalt oli pannud tähele, kuidas ootamatult süttisid tahmakübemekesed, kui nad hõljusid tiigli kohal, milles sulatati salpeetrit, sedasama, millest valmistatakse musta püssirohtu.

Tekkis küsimus, miks süttivad need kübemekesed nii kergesti pulbitseva salpeetri kohal. Kas mitte seepärast, et temast voolabki välja just see osa õhust, mis soodustab põlemist?

Scheele jättis mõneks ajaks kõrvale kõik teised katsed ja tegeles vaid salpeetriga. Ta sulatas seda, destilleeris tulel koos vitrioliõliga ja ilma selleta, hõõrus segi väävliga ja söega. Apteegi peremees aga jälgis kartlikult neid askeldusi, küsides endalt, kas ta ei lenda ükskord siiski õhku ühes kogu oma rahuliku asutusega. Ei ole ju salpeetrist püssirohuni kuigi pikk tee.

Kuid juhtus hoopis midagi muud.

Kord, kui apteeker kiitis ühele nõudlikule ostjale sinepiplaastri kõrgeväärtuslikke omadusi, tormas laboratooriumist apteeki Scheele ja karjus, viibutades tühja purki:

„Tuliõhk! Tuliõhk!“

„Jumala pärast, mis on juhtunud?“ hüüdis apteeker omakorda.

Tundes Scheele vaikset loomust mõtles ta, et on juhtunud midagi hirmsat, kui laborant on nii erutatud.

„Tuliõhk!“ kordas Scheele, koputades vastu tühja purki. „Tulge, lähme, ma näitan teile tõelist imet!“

Ta tiris imestunud peremehe ühes ostjaga laboratooriumi.

Siin haaras ta kühvliga koldest mõned poolkustunud söed, avas oma purgi ja viskas need sinna sisse.

Ja kohe lõkatasid kõik söed tugeva, heleda leegiga.

„Tuliõhk!“ seletas uhkusega Scheele.

Apteeker ja ostja vaikisid, vaadates arusaamatuses üksteise otsa. Scheele aga võttis pirru, süütas selle, puhus otsekohe ära ja pistis teise „tuliõhu“ purki.

Ja jällegi lõi peaaegu täiesti kustunud tuli haruldase heledusega lõkkele.

„Mis nõidus see on?“ sosistas vaene ostja, uskudes vaevalt oma silmi. „Purgis polnud ju midagi!“

„Seal oli gaas — tuliõhk,“ püüdis Scheele seletada. „Sain ta salpeetrit destilleerides. Meid ümbritsev harilik õhk sisaldab teda ainult ühe viiendiku.“

Ostja pilgutab silmi, ilma midagi mõistmata. Apteeker aga ütles soliidset:

„Vabandage mind, Karl, kuid nähtavasti kõnelete täielikku mõttetust. Kes siis usub, et õhus oleks midagi muud peale õhu enda? Kas me ei tea siis, et õhk on igal pool üks ja sama? Kuid muidugi on teie katse pirruga väga lõbus. Kas ei saaks teda veel korrata?“

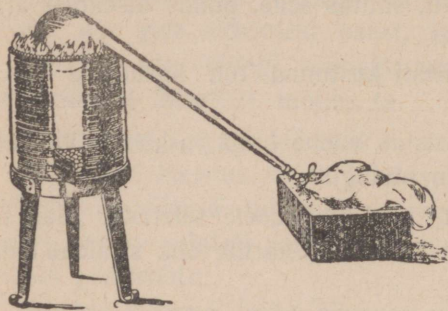
Ilma vaevata sundis Scheele hõõguva pirru veel kord lõkutama. Kuid oma peremehe veendumust muuta tal ei õnnestunud. Inimesed olid harjunud pidama õhku muutmatuks algaineks ja raske oli sundida neid äkki sellest tõekspidamisest loobuma.

Tõtt öelda — ka Scheelele endale näis veidrana, et õhk koosneb kahest üksteisega nii vähe sarnanevast gaasist, nagu seda on „kõlbmatu õhk“ ja „tuliõhk“.

Kuid kahtlemiseks ei olnud siin mingit põhjust. Kuidas võiski veel kahelda, kui Scheele ise oma kätega valmistas kunstlikult harilikku õhku ühest osast „salpeetri-“ ja neljast osast „kõlbmatust“ õhust? Selles segus põlesid küünlad niisama väikese heledusega ja hingasid hiired niisama rahulikult kui tavalises õhus, mis ümbritseb meid igast küljest.

Peagi õppis Scheele valmistama puhast „tuliõhku“ õige lihtsal viisil — salpeetri kuumutamise teel.

Ta puistas kuiva salpeetrit klaasretorti ja paigutas selle koldele; kui salpeeter hakkas sulama, sidus ta retordi kaela otsa hästi tühjaks pressitud härjapõie. Põis hakkas pikkamisi paisuma,



Põis hakkas pikkamisi paisuma, täitudes „tuliõhuga“.

odavam ja seepärast kasutas Scheele oma katsetes peamiselt seda viisi.

See uus leiutus paelus teda täielikult. Tol ajal ei olnud Scheelel suuremat lõbu kui vaadelda, kuidas põlevad mitmesugused ained puhtas „tuliõhus“. Nad põlesid selles väga kiiresti, andes pimestavat valgust, märksa heledamat kui põlemisel harilikus õhus. „Tuliõhk“ ise aga kadus nõust põlemise ajal täielikult.

Eriti kujukalt ilmnes see siis, kui Scheele süütas fosfori „tuliõhuga“ täidetud, korgiga suletud kolvis. Siis lõkkas leek nii heledalt, et oli valus teda vaadata. Pärast, kui kolb juba oli jahtunud ja Scheele teda vette pista kavatsedes puudutas, kostis kõrvulukustav ragin ja kolb purunes tema käes kildudeks.

Õnneks jäi Scheele vigastamata ja säilitas niivõrd meelegindlust, et taipas otsekohe plahvatuse tõelise põhjuse: põlemise ajal kadus kogu „tuliõhk“ kolvist, mis jäi täiesti tühjaks — ja välisõhu surve purustas ta nagu tangid tühja pähkli.

Teine kord oli Scheele juba märksa ettevaatlikum. Ta võttis

katseks fosforiga sellise tugeva ja paksuseinalise kolvi, mis täiesti talus välisõhu survet.

Kui fosfor oli põlenud ja kolb jahtunud, pistis Scheele ta kaelapidi vette, et vaadata, kui palju on „tuliõhku“ säilinud. Kuid ta ei suutnud korki kuidagi välja tõmmata. Kolvis oli nähtavasti täielik tühjus, mistõttu õhk surus korki suure jõuga kolvi kaela sisse. Näis, nagu hoiaks keegi teda raudsete pihitidega.

Siis otsustas Scheele tõugata korki sissepoole, mis tal otsekohe õnnestus. Vaevalt oli see tehtud, kui vesi purskas nõust alt üles kolbi ja täitis ta põhjani.

Sel kombel veendus Scheele lõplikult, et põlemisel kaob „tuliõhk“ täiesti.

Scheele proovis puhast „tuliõhku“ ka sisse hingata — otse põiest. Kuid midagi iseäralikku ta ei märganud: näis nagu hingaks ta samuti kui alati. Tõeliselt on aga „tuliõhuga“ muidugi kergem hingata kui harilikuga. Mitte asjata ei anta teda nüüdisajal raskesti haigeile ja surijaile. Ainult et teda ei nimetata praegu „tuliõhuks“, vaid h a p n i k u k s.

4. Tabamatu flogiston.

Scheele tahtis lahendada tule mõistatust ja avastas seejuures ootamatult, et õhk pole element, vaid segu kahest gaasist, milliseid ta nimetas „tuliõhuks“ ja „kõlbmatuks õhuks“.

See oli suurim Scheele kõigist leiutisist.

Kuid kas saavutas ta oma peaesmärgi? Avastas ta tule tõeliku loomuse? Mõistis ta, mis on põlemine ja mis toimub põlemisel?

Talle näis, et ta mõistab kõik. Tegelikult jäi aga tule saladus talle ikkagi saladuseks.

Kõiges selles oli süüdi flogistoniteooria.

Tol ajal oli keemikute hulgas levinud teooria, et iga aine võib ainult siis põleda, kui ta sisaldab rohkesti põlevat ollust — flogistoni.

Keegi ei suutnud anda mõistlikku seletust, mis flogiston on. Ühed pidasid teda millekski gaasitaoliseks, teised aga ütlesid, et flogistoni ei või näha ega puhtal kujul toota, kuna ta ei saa esineda iseseisvalt, vaid on alati seoses mõne teise ainega.

Tõsi küll, mõned teadlased püüdsid omal ajal väita, et neil on õnnestunud eraldada flogistoni puhtal kujul. Kuid hiljem nad ise hakkasid kahtlema ja teatasid: „Võib-olla pole see, mida meie pidasime puhtaks flogistoniks, sugugi mitte flogiston.“

Ei teatud, kas flogistonil on kaal nagu igal teisel kehal või on ta kaalutu. Flogiston näis olevat tabamatu ja kehatu nagu viirastus. Kuid kõik tolle aja keemikud uskusid visalt tema olemasolusse.

Kuidas tekkis selline veider veendumus?

Igaühele, kes on jälginud tuld, on paistnud silma, et põlev aine laguneb ja kaob. Süttinud kehast otsekuu eraldub midagi ja lahkub ühes leegiga, kuna tema asemele jääb tahm, tuhk, tagi või hapend. Näis, et põlemine hävitab aine, tõrjudes temast välja midagi viirastuslikku, tabamatut — „tule hinge“.

Ja otsustatigi, et põlemine on põleva liitaine lagunemine eriliseks tule-elementiks — flogistoniks — ja teisteks koostisosadeks.

Kõikjal otsisid tolle aja keemikud salapärase flogistoni jälgi.

Kui süsi põles ära, ütles keemik:

„Kogu flogiston läks söest õhku. Jäi järele ainult tuhk.“

Kui fosfor, süttinud heleda leegiga, muutus fosforhapendiks, siis seletati seda samal viisil: fosfor olevat lagunenu oma algosadeks — flogistoniks ja fosforhapendiks.

Isegi kuumutatud või niiske metalli roostetamises nägi keemik flogistoni vempe:

„Lahkus flogiston ja läikivast metallist jäi vaid rooste või tagi.“

Flogistoniteooria abil seletasid XVIII sajandi teadlased rahuldavalt paljusid looduses ja tööstustehnikas esinevaid nähtusi, mis näisid arusaamatutena. Kauga aega aitas see

teooria keemikuid nende uurimistes ja nad ei kahelnud selles, et ta on õige.

Ka Karl Scheele oli selle teooria pooldaja ja oma arvukais katseis püüdis ta eelkõige jõuda selgusele, mis toimub flogistoniga.

Kui Scheele avastas „tuliõhu“, otsustas ta kohe:

„See õhk omab nähtavasti suurt tungi flogistoniga ühineda. Ta on valmis igalt põlevalt kehalt flogistoni ära võtma. Seepärast põlebki temas kõik nii hõlpsasti ja kiiresti.“

„Kõlbmatu õhk aga,“ ütles Scheele, „ei armasta flogistoniga ühineda. Seepärast kustubki temas iga tuli.“

See oli küllaltki tõenäoline, kuid jäi püsima üks suur mõistatus, mis näis täiesti seletamatuna.

Meenutage, kuidas Scheele imestus selle üle, et „tuliõhk“ kadus suletud nõust põlemise ajal. Kas flogistoniga või ilma flogistonita, kuid „tuliõhk“ kadus järjekindlalt kuhugi.

Kuhu ta läks ja kuidas pääses ta umbelt suletud nõust välja?

Kaua murdis Scheele pead selle mõistatuse kallal ning mõtles lõpuks välja järgmise seletuse. „Kui mingisugune keha põleb,“ ütles ta, „siis ühineb temast lahkuv flogiston „tuliõhuga“ ja see nähtamatu ühend on niivõrd lenduv, et ta imub märkamatuult läbi klaasi, nagu vesi läbi sõela.“

Otsekui mingi muinasjutuline viirastus, mis vabalt läbib kivimüürid ja lukustatud ukseid . . .“

Niisuguste veidrate ideedeni jõudis Scheele oma ülemäärase usuga flogistonisse.

Kui aga Scheele oleks hoolega otsinud tuliõhku kolvi sees, oleks ta selle kindlasti sealt ka leidnud. Kuid enne oleks ta pidanud loobuma flogistoniteooriast, aga selleks osutus Scheele oma andekusest hoolimata siiski mittesuuteliseks.

Flogistonile tegi lõpu teine suur XVIII sajandi keemik — prantslane Antoine Lavoisier. Ja kui see oli tehtud, kaotasid „tuliõhu“ imelik kadumine ja mitmed teised arusaamatud nähtused korraga kogu oma salapärasuse.

5. Antoine Lavoisier ja tema liitlane.

„Tuliõhk“ avastati ligikaudu üheaegselt kolme teadlase poolt.

Kõige varem tegi selle avastuse Scheele. Aasta või kahe pärast, mitte midagi teades Scheele töödest, leidis „tuliõhu“ inglane Joseph Priestley. Ja veel mõni kuu hiljem, saades Priestleylt ebamäärase vihje gaasi kohta, milles küünlad põlevad heledalt, avastas ka Lavoisier iseseisvalt õhu koostise.

Kuid kõigist neist kolmest suutis ainult Lavoisier õigesti hinnata „tuliõhu“ tõelist osa looduses.

Lavoisier'1 oli tähelepanuväärne liitlane, kes teda töös tublisti aitas.

Tõtt öelda, ka Scheelel ja Priestleyl oli samasugune liitlane, kuid nad ei kasutanud alati tema abi ega omistanud tema nõuannetele suurt tähtsust.

Lavoisier peamiseks abiliseks olid kaalud.

Asudes mingisuguse katse juurde, kaalus Lavoisier peaaegu alati hoolikalt kõik ained, mis pidid tegema läbi keemilise muutuse; katse lõppedes kaalus ta nad uuesti üle.

Kaalus ja arutles:

„See aine kaotas kaalus, too aga muutus raskemaks. Järelikult, esimesest lahkus midagi ja ühines teisega.“

Kaalud selgitasid Lavoisier'le põlemise tõelise loomuse.

Kaalud selgitasid talle, kuhu kaob põlemise ajal „tuliõhk“ (Lavoisier nimetas teda „eluõhuks“).

Kaalud selgitasid talle, missugused ained on liit- ja missugused lihtained. Ja tänu kaaludele sai Lavoisier teada veel palju muudki.

Nagu Scheele, proovis ka Lavoisier põletada fosforit suletud kolvis. Kuid Lavoisier ei ekselnud oletustes, kuhu kadus põlemisel üks viiendik õhust: kaalud andsid talle ses suhtes täiesti täpse vastuse.

Enne kui panna fosforitükk kolbi ja süüdata, kaalus Lavoisier selle ära. Ja kui fosfor oli põlenud, kaalus Lavoisier kogu fosforhapendi, mis oli jäänud kolbi.

Kuidas arvate, mis osutus raskemaks — fosfor või see, mis jäi temast järele peale põlemist?

Isegi mitte vaadates kaaludele oleksid Scheele ja kõik tolle aja keemikud öelnud ühel häälel:

„Muidugi peab fosforhapendit tekkima v ä h e m, kui oli enne põlemist fosforit, sest põlemisel fosfor ju lagunes ja kaotas flogistoni. Isegi äärmisel juhul, kui oletada, et flogiston üldse ei oma kaalu, peaks fosforhapend kaaluma täpselt niisama palju kui fosfor, millest ta tekkis.“

Kuid osutus, et see ei ole nii.

Kaalud näitasid, et põlemise järel kolvi seintele sadestunud valge härmatis on r a s k e m kui ärापõlenud fosfor.

Oli toimunud midagi uskumatut: fosfor kaotas flogistoni, ent muutus raskemaks. See võis näida samasuguse mõttetuse, nagu oleks keegi hakanud meid veenma, et kruus muutub raskemaks, kui temast vesi välja valada.

Kuid tõepoolest, millest võis tulla fosforhapendi raskuse juurdekasv?

„Õhust!“ vastas Lavoisier. „Sama osa õhust, mis näiliselt kadus kolvist, tegelikult ei lahkunud sealt üldse, vaid lihtsalt ühines põlemise ajal fosforiga. Sellest ühinemisest tekkiski fosforhapend.“

Nii lihtne oli seletada „tuliõhu“ kadumist! Üks mõistatus lahendas teisel!

Lavoisier mõistis, et fosfori põlemine ei ole erandnähtus. Tema katsed näitasid, et alati, kui põleb mingi aine või roostetab metall, toimub seesama.

Ta tegi järgmise katse.

Pannes tüki tina nõusse, sulges ta selle kindlalt, et sinna ei pääseks midagi väljastpoolt. Siis võttis ta tugeva suurendusklaasi ja juhtis selle kaudu kuumi päikesekiiri otse tinatükile. Kuumuse tõttu tina algul sulas ja hakkas siis roostetama — muutuma halliks pudedaks pulbriks, tagiks.

Tina ja nõus oleva õhu oli Lavoisier juba ette ära kaalunud. Kui kõik oli lõpetatud, kaalus ta järelejäänud õhu ja tagi.

Ja mis selgus? Tagi kaal oli suurenenud täpselt niisama palju, kui palju kaotas õhk oma kaalust.

Nõusse, kus roostetas tina, ei pääsenud väljastpoolt midagi, välja arvatud päikesekiired. Peale õhu ja tina ei olnud seal

midagi. Ja ometi läks tina tagiks muutumisel raskemaks.

Kas võis peale seda veel eitada, et tagi on tina ja „tuliõhu“ ehk „eluõhu“ ühend?

Lavoisier põletas ka väga puhas puusütt „eluõhuga“ täidetud kinnises nõus. Näis, et peale põlemist ei jäänud temast retorti midagi järele — ainult vaevaltmargatav näputäis tuhka. Kuid kaalud ütlesid midagi muud.

Nad näitasid, et kolvis olev õhk

oli muutunud raskemaks ja täpselt seevõrra, kui palju kaalus ärapõlenud süsi. Järelikult ei kadunud süsi põlemisel jäljetult, vaid moodustas „eluõhuga“ uue aine. Seda rasket gaasi nimetas Lavoisier süsihappegaasiks.

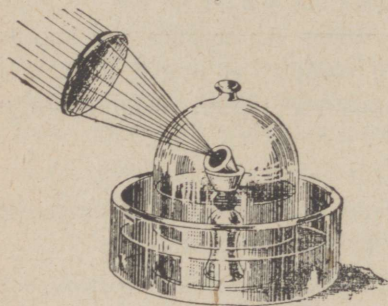
Kui Lavoisier kirjeldas oma katseid ja teatas avameelselt, mis ta neist arvab, sõdisid alguses peaaegu kõik keemikud tema vastu.

„Kuidas!“ ütlesid nad. „Teie väidate, et kui keha põleb või metall roostetab, siis nad ei lagune oma koostusosadeks, vaid vastupidi, liidavad endaga veel „eluõhu“?“

„Täiesti õige!“ vastas Lavoisier. „Just seda ma mõtlen.“

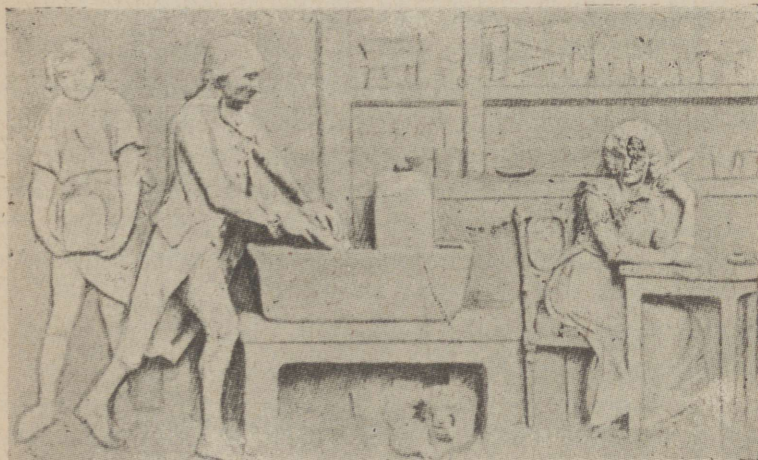
„Lubage!“ öeldi talle. „Mis toimub siis teie arvates flogistoni põlemise ajal?“

„Mingisugust flogistoni ma ei tunne,“ vastas Lavoisier. „Ma pole teda kunagi näinud. Kunagi ei ole mu kaalud mulle teatanud, et flogiston on olemas. Ma võtan puhta põleva aine, näiteks fosfori, või puhta metalli, näiteks tina, ja süütan ta



Pannes tüki tina nõusse, võttis Lavoisier tugeva suurendusklaasi ja juhtis selle kaudu kuumi päikesekiiri tinatükile.

kinnises nõus, kus pole midagi peale puhtaima „eluõhu“. Nii põlev aine kui ka „eluõhk“ kaovad põlemise tulemusena. Nende kahe aine asemele tekib nõusse üks uus aine, näiteks fosforhapend või tinatagi. Kui kaalun seda uut ainet, siis osutub, et ta kaalub üksi niisama palju, kui kaalusid põlev aine ja „eluõhk“ kokku. Iga mõistlik inimene saab siit teha ainult ühe järelduse: põledes ühineb aine „eluõhuga“ ja tekitab uue aine. See on nii-



Antoine Lavoisier uurib oma laboratooriumis õhu koostist. Katse tulemused kirjutab päevikusse Lavoisier' naine.

sama selge kui see, et kaks ja kaks on neli. Aga flogiston! Milleks on teda siin vaja? Kõik on selge ka ilma flogistonita. Tema teeb ainult segadust.“

See avaldus tekitas teadusmaailmas tormi.

Keemikud olid seevõrra harjunud kõikjal nägema nähtamatuna viirastuvat flogistoni, et nad kuidagi ei suutnud kohe mõista, kuidas võib teda korraga olematuks tunnistada. Ja täiesti absurdne tundus neile mõte, et põlev keha mitte ainult ei hävine ega lagune, vaid otse vastupidi, ühendab enesega veel „eluõhu“. Kas ei olnud siis juba lapsepõlvest saadik kõigile tuttav tule hävitav jõud?

Algul Lavoisier' üle lihtsalt naerdi.

Hiljem hakati tema tööd halvustama ja väideti, et katsed ei olnud õigesti tehtud, et tema kaalud petavad.

Kuid faktid on kangekaelsed. Väsimatult esitas Lavoisier ikka uusi ja uusi, üha enam veenvaid vastuväiteid flogistoni-teooria vastu. Ta tõi ette ikka uusi fakte, mida igaüks võis kontrollida, et veenduda tema õigsuses.

Ja vääramatute faktide survele löid flogistoni pooldajad van-kuma ja hakkasid aegamisi taganema.

Paljud keemikud püüdsid veel mitmeti lepitada uusi avastusi flogistoniga. Selleks esitasid nad ühe keeruka teooria teise järel ja püstitasid kümneid kõige uskumatuid oletusi.

Kuid lõppude lõpuks pääsesid Lavoisier' vaated võidule. Üks-teise järel panid flogistoni pooldajad relvad maha ja mõnsid puhtsüdamlikult:

„Raske on vaielda selle vastu, mis on ilmne! Lavoisier'l on õigus.“

XVIII sajandi lõpuks oli flogiston lõplikult ja igaveseks keemiateadusest kõrvaldatud.

6. Elementide nimestiku puhastamine.

„Tuli-“ ehk „eluõhu“ avastamine ja flogistoni langus olid keemias pöördepunktiks. Keemilised nähtused esinesid uues valguses, ning alles nüüd võis hakata õigesti mõistma, millistest elementidest koosneb kogu meid ümbritsev maailm.

Kumba tuli lugeda koostiselt keerulisemaks aineks — fosforit või fosforhapendit? Sütt või süsihappegaasi? Metallit või selle tagi?

Kuni Lavoisier'ni ütlesid kõik keemikud:

„Muidugi on fosfor keerulisema koostisega kui fosforhapend. Muidugi on metall keerukam aine kui tagi. Fosfor koosneb kahest elemendist — flogistonist ja fosforhapendist. Tina koosneb kahest elemendist — flogistonist ja tinatagist. Ja nõnda edasi.“

Nüüd aga, kui selgus, et põlemisel ja roostetamisel ained üldse midagi ei kaota, vaid vastupidi, tõmbavad endi külge „tuliõhu“, hakkas kõik paistma hoopis teissugusena.

Fosforhapend tuli tunnistada liitaineks, fosfor aga elemendiks, sest hapend saadakse fosfori ühinemisel „tuliõhuga“, fosforit aga pole võimalik lahutada mingisugusteks teisteks aineteks.

Puhtaim süsi tunnistati elemendiks, süsihappegaas aga mitte. Lavoisier kuulutas kõik metallid elementideks, aga tagid — liitaineteks.

Lisaks rikastus elementide rida äsja avastatud „tuliõhu“ ja „kõlbmatu õhuga“. Esimest neist nimetas Lavoisier hapnikuks — selle tähistamiseks, et ta koos mõnede põlevate ainetega moodustab hapendeid: fosforiga — fosforhapendi, söega — süsihappegaasi, väävliga — väävlisahapendi. Aga „kõlbmatu õhk“ sai endale nimeks lämmastik (prantsuse keeles azote; selle sõna võttis Lavoisier kreeka keelest ja ta tähendab elutu. Tavaliselt nimetatakse lämmastikku keemias ladinakeelse sõnaga nitrogenium, mis tähendab salpeetri tekitaja).

Kuni selle ajani peeti vett lahutamatuks elemendiks. Juba vanimast ajast peale alustasid teadlased ja filosoofid elementide loetelu alati õhu ja veega. Sellest, kuidas tõestati, et õhk ei ole algaine, oli meil juba juttu. Aastat kümme pärast õhu koostise avastamist jõudis järg ka vee kätte. Esimesena inglane Cavendish ja hiljem ka Lavoisier tõestasid, et vesi pole sugugi element, vaid liitaine.

Kujutlege üldist imestust: osutus, et vesi, tavaline vesi, koosneb „eluõhust“ ehk hapnikust ja veel ühest elemendist, mida Lavoisier nimetas vesinikuks. Vesinik on see kergeim ja põlev gaas, mis eraldub metalli lahustumisel happes.

Niisiis tuli õhu järel ka vesi kustutada elementide nimestikust.

Seejärel katsus Lavoisier loendada, kui palju on üldse elemente kogu maailmas. Neid kogunes üle kolmekümne. Ja neist veidi enam kui kolmekümnest elemendist olidki Lavoisier' arvates koostatud kõik maailmas leiduvad arvutud liitained.

Muide, mõnesse tema elementide nimekirja paigutatud ainesse suhtus Lavoisier ise varjamata umbusuga.

„Olen sunnitud pidama neid elementideks ainult seepärast, et meie ei oska veel lahutada neid algosadeks,“ tunnustas ta. „Palju räägib aga selle poolt, et nad tõeliselt on liitained. Küllap tuleb aeg, mil keemikud leiavad vahendid, et tõestada seda niisama veenvalt, nagu meie tõestasime õhu ja vee liitkoostise.“

Lavoisier' ennustus täitus väga ruttu ja täpselt. Kuidas see juhtus, sellest jutustatakse järgmises peatükis.

TEINE PEATÜKK.

KEEMIA JA ELEKTRI LIIT.

1. Volta sammas.

XIX sajandi lävel tegid kaks itaalia teadlast — Luigi Galvani ja Alessandro Volta — väga tähtsa avastuse: nad leidsid, et elekter võib voolata — pidevalt ja kaua tiirelda suletud ringis.

Galvani pani seda nähtust esimesena tähele, aga õige seletuse sellele leidis Volta. Volta ehitas ka esimese aparadi elektrivoolu saamiseks. See oli XVIII sajandi lõppaastal. Sellest hetkest peale algas teaduse ja tehnika ajaloos uus järk.

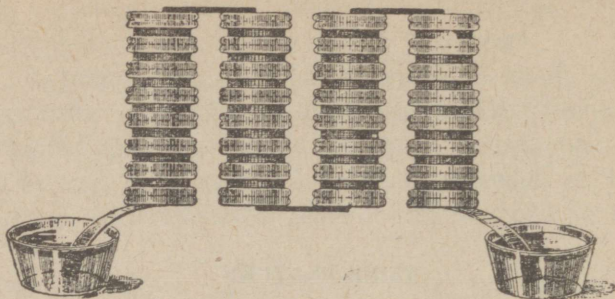
Volta aparaat oli erakordselt lihtne.

Tsinkketas asetati hõbe- või vaskkettale, kas või harilikule mündile. Seejärel kaeti metallkettad papist, nahast või kalevist kettaga, mis oli soolase veega läbi immutatud. Sellele kettale pandi jälle hõbe-, siis tsink- ja siis niisutatud nahkketas. Nõnda kordus see kümme, kakskümmend, kolmkümmend korda järjest — ikka hõbe, tsink, niisutatud nahk.

Saadi sammast — „volta sammast“, nagu teda hiljem hakati nimetama.

Ning see lihtne metallist ja mittemetallist ketaste kuhi andis pideva ja häireteta elektrivoolu.

Volta sammast võis ehitada ka teisiti — näiteks küljeli asendis. Asetati paar, kümmekond või ükskõik mitu soolase veega või lahjendatud happega täidetud klaaspurki üksteise kõrvale ritta. Igasse purki pandi ühte serva vask- ja teise serva —



Volta sammas.

tsinkplaat. Ja kogu see purkide patarei muudeti üheks tervikuks sellega, et iga purgi vaskplaat ühendati naaberpurgi tsinkplaadiga.

Nisugune patarei võttis märksa rohkem ruumi kui ketastest sammas, kuid see-eest oli ka ta toime tunduvalt suurem.



Volta elektripatarei.

Igaüks võis ilma vaevata ehitada endale sellise aparaadi ja kontrollida Galvani ja Volta poolt avastatud uue jõu toimet. Ning otsekohe selgus, et elektrivoolu abil on võimalik teostada erakordseid asju.

Esiteks, vool lahutas vett.

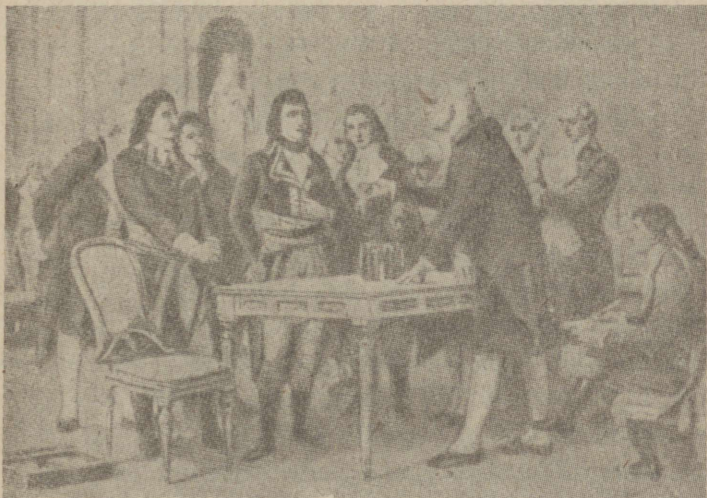
Niipea kui galvaani ahelik oli lülitatud, hakkas vesi oma koostusosadeks lagunema. Ühes otsas eraldus põlev gaas — meile juba tuntud vesinik. Teises otsas kerkis väikeste mullikestena üles meile mitte vähem tuntud hapnik — Scheele „tuliõhk“.

Lisaks osutus, et voolu läbijuhtimisel harilikust veest ilmusid sinna, teadmata kust, ühe plaadi juurde hape, teise juurde

sööbeleelis. Järelikult, vool mitte ainult ei lahuta vett hapnikuks ja vesinikuks, milledest vesi koosneb, vaid toob temast välja ka niisuguseid aineid, milliseid sealt veel kunagi pole leitud.

Mõni aeg hiljem tehti uus avastus: volta samba vool tõrjus metallid välja nende soolade lahustest.

Kui vees lahustati näiteks vasevitrioli siniseid kristalle ja lahusest lasti läbi elektrivool, siis hakkas üks plaatidest kiiresti kattuma puhtaima punase vase korruga. Niisama kergesti eraldusid vedelaist lahuseist hõbe, kuld ja teised metallid.



Alessandro Volta seletab Napoleonile volta samba toimet.

Füüsikute loodud volta samm osutus ootamatult vahedaks relvaks keemikute käes. Ilma tule ja leegita, kätatult ja täpselt kutsus elektrivool esile kõige huvitavamaid keemilisi muutusi.

Teaduslike ajakirjade toimetused ei jõudnud avaldada arvutuid teateid üha uutest „elektrilistest“ eksperimentidest. Nagu kullaotsijad voolavad igalt pöolt kokku äsja avastatud rikkalikele leiukohtadele, nii tunglesid nüüd teadlased volta samba ümber, oodates sellelt lõputut imede voolu.

Selles esimeste elektrokeemikute arvukas peres hakkas peagi teistest tugevamini kõlama noore inglise uurija Humphry Davy nimi.

2. Humphry Davy lapsepõlv ja noorus.

Aastal, mil Galvani esmakordselt teatas maailmale oma avastusest, oli Humphry Davy alles elav ja vallatu poisike.

Koolitarkusest ta suuremat lugu ei pidanud. Ükskõiksuse eest ladina keele vastu, koerustükkide eest või lihtsalt niisama sikutasid õpetajad teda tihti kõrvust. Seepärast eelistas ta istuda õngeridvaga jõe ääres või hulkuda metsas jahisaaki otsides, selle asemel et tuupida vanu rooma poeete.

„Ah, Humphry!“ ütles tema õpetaja, vaimulik Coryton, lüües põlglikult käega. „Ei see poiss too meile taevast tähti alla.“

Penzance'i linnake, kus sündis ja veetis oma lapsepõlve Humphry, oli tõeline kolgas. Inglismaa suurte linnadega polnud Penzance'il halbade teolude tõttu ühendust ja sõit sealst Londoni tekitas rohkem raskusi kui tänapäeval reis Euroopast Abessiiniasse. Liigeldi enamasti ratsa; tavaline tõld ei olnud selles linnas vähemaks imeasjaks kui kaamel Londoni tänaval.

Teated sündmusist laias maailmas ulatusid siia harva ja suure hilinemisega, ning vaevalt tuntigi siin huvi nende vastu.

Kaklused ja jahilkäimine, kukevõitlused ja põhjalikud jookimised — need olid Penzance'i elanike peamised „lõbustused“. Mis võis siin äratada lapses huvi teaduse vastu? Kõige vähem suutis seda muidugi teha „auväärne“ Coryton oma ladina keelega.

Kuni kuueteistkümnenda eluaastani oli Humphry päris võrukael. Oma linna noorsoo seas oli ta peamiselt tuntud osava salmikeste luuletajana ja kütina; kõiges muus oli ta nagu teisedki — vähese haridusega tuulepäine nooruk.

Davy elu muutus otsekohe peale tema isa surma, kes oli elukutselt puunikerdaja. Orvuks jäänud perekonna vanima pojana tundis Humphry esmakordselt endal suurt vastutust.

Tõtt öelda, palju ta oma perekonna heaks teha ei saanud: ei salmikesed, vigane ladina keel ega õng ei võinud olla kasulikud, kui perekond vajas toitjat.

Ta astus õpilaseks kohaliku arsti Borlase'i juurde.

Borlase oli, nagu paljud tolle aja arstid, praktiline arst. Eri-alalisi aineid ei olnud ta õppinud; inimeste ravimise oskuse omandas ta aegamisi aastate jooksul. Alguses vaatas ta oma õpetaja ja peremehe tööd pealt, aitas teda kõiges, aga hiljem hakkas ise tema patsientidega praktiseerima. Samasuguse tee pidi nüüd käima Humphry Davy. Tol ajal ei näinud keegi midagi imelikku selles, et inimesed õppisid arstimist samal viisil nagu saabaste valmistamist või hobuserautamist.

Borlase oli ühtlasi ka apteeker: ta ravis omavalmistatud arstimatega. Ja noor Davy pidi juba esimestest õpilaspäevadest alates tampima igasuguseid pulbreid, lahustama soolasid ja muid aineid, destilleerima õlisid ja happeid. Borlase'i apteegis puutuski ta esmakordselt kokku keemiaga.

Kordus sama lugu, mis rootslase Karl Scheelega. Pillide ja mikstuuride valmistamiselt siirdus Humphry keerulisimaile keemilisele katseile ja oli peagi sellest uuest tööst tõsiselt huvitatud. Värsid ja õnged ei olnud küll päriselt kõrvale heidetud, vaid nihkunud teisele plaanile.

Vahel öösiti kargas nüüd Borlase'i perekond hirmunult voodist, äratatud plahvatusse raginast: arsti innukas õpilane vallutas keemiateaduse saladusi.

Nüüd alles mõistis Humphry, et ta on tegelikult täiesti harimata, ja suure õhinaga asus ta seni hooletusse jäetut tasa tegema. Alguseks koostas ta endale järgmise eneseharimise kava: õppida selgeks vähemalt seitse keelt — elavat ja surnud — ning uurida läbi paarkümmend mitmesugust teadust — anatoomiast filosoofiani.

On muidugi raske nimetada sellist kava tagasihoidlikuks kuueteistaastase nooruki jaoks. Kuid Davy osutas ootamatuid omadusi: ta omandas kõike nagu lennust. Paksud köited neelas ta vaevata nagu mõne lõbusa anekdoodi. Tema sõpru hämmas-

tas, kui hästi Davy omandas raamatute sisu, kuigi näis, et ta jõudis nad vaid pealiskaudselt läbi lehitseda.

Möödus paar aastat, ning Davy endine õpetaja pidi tunnistama, et ta oli oma vallatu õpilase suhtes rängalt eksinud. Penzance'i ja selle ümbruskonna kõige enam haritud elanikud kõnelesid nüüd vaimustusega Davy teadmistest ja tema teravmeelseist katseist.

Tema kuulsus levis peagi Penzance'ist kaugemale. 1798. a. sai kahekümneaastane Davy ettepaneku sõita Bristolisse töötama Pneumaatilises Instituudis, kus keegi professor Beddoes katsetas haigete ravimist lämmastiku, vesiniku, hapniku ja teiste hiljuti avastatud gaasidega. Siin teostas Davy palju huvitavaid uurimisi. Ta leiutas „naerugaasi“ — gaasi, mis erutas ja joobustas kui viin, ning see tegi ta kuulsaks kogu Inglismaal.

Ühel ilusal päeval toodi Davyle kiri Londonist: Kuninglik Teaduste Instituut kutsus teda tööle.

Seda instituuti ei nimetatud „kuninglikuks“ sugugi seepärast, et Inglise kuningas oleks seisnud tema eesotsas või milgi viisil võtnud osa tema tööst. Kuningal ei olnud temaga peaaegu midagi tegemist. Ta ei andnud instituudile isegi mitte krossi raha. Ringkond eraisikuid — heategijaid — pidas teda ülal rikastelt saadud annetustest ja omal kulul. Kuid kuningas lubas „armulikult“ arvata end selle teadusliku instituudi asutajate hulka ja seepärast nimetatigi seda „kuninglikuks“. Noorele Davyle oli pealinna instituudi poolt saadetud kutse muidugi väga meelitatav ning ta ruttas oma nõusoleku andmisega.

16. veebruaril 1801 toimus Kuningliku Instituudi hooldajate nõukogu istung, ja selle protokoll kirjutati:

„Võtta Kuninglikku Instituuti teenistusse mister Humphry Davy keemia professori abina, laboratooriumi direktorina ja Instituudi ajakirja toimetaja abina. Anda talle tuba Instituudi hoones, varustada teda sütega kamina jaoks ja küünaldega ning maksta palka sada guinead aastas.“

3. Albemarle'i tänava Instituudis.

Logelejad, kes moodustasid Londoni nn. „kõrgema seltskonna“, leidsid endile äkki uue, moodsa ajaviite: Kuninglikus Instituudis keemia loengutel käimise.

Tollal oli Inglismaa ja Prantsusmaa vahel sõda: pääs mandrile, lõbusasse Pariisi, oli suletud. Kuhu pidid siis meelelahutust otsivad rikkad inimesed minema?

Siis aga levis kuuldus, et Albemarle'i tänava Instituuti on ilmunud professor, kes peab lausa haruldasi loenguid. Kergete daamid ja auväärset džentlmenid, kes olid salongides ja klubides igavusest suremas, muretsesid viivitamata endile pääsmed järjekordsele loengule.

Keemia! Sellist lõbustust Londoni kõrgem seltskond seni ei tundnud.

Esimene asi, mis Albemarle'i tänava loengusaali külastajaile silma paistis, oli suur laud, üleni täis katseriistu. Harjunud silm oleks nende seas otsekohe märganud kõrgeid volta sambaid, millede juurest spiraalidena hargnesid igasse külge juhtmed.

Määratud tunnil avanes uks ja kateedrilile ilmus professor. Kohe tõtsid daamid lornjetid silmade ette, mehed aga sirutasid kaela.

Habras kahekümneaastane nooruk seisis nende ees. Tal oli väheldane pea, kastanpruunid juuksed, elav, ilmekas, aruka poisikese nägu.

„Kui noor ta on!“ sosistati saalis.

See oli professor Humphry Davy, puunikerdaja poeg, sama Humphry, kes alles kuus aastat tagasi jooksis Penzance'i tänavail, õngekonksud ja vihmaussid taskus. Nüüd pidas ta loenguid „kõige peenemale“ Londoni publikule.

Liikuv ja närviline, ruttas Davy ühe riista juurest teise juurde. Ta lülitas ja katkestas galvaani ahelikku, demonstreeris, kuidas sinine lakmuspaber värvub äkki punaseks hapete tekkimisest elektripatarei plaatide juures, kuidas meie silmade ees lagunevad ühed ained ja tekivad teised. Tema ettekandel omandas kuiv teooria korruga näitlikkuse ja lihtsuse. Ta kõneles

paatosega, kujukalt, ja ajuti näis, et kateedril ei seisa teadlane, vaid luuletaja, kes kannab ette oma värse.

Haruldane jutlustaja, haruldane poliitikamees võis kõnelda nii tuliselt, veenvalt ja kirglikult, nagu Davy oma teadusest ja oma katsetest.

Kateedrilts lahkudes saatis teda ovatsioonide torm; daamid andsid talle lilli ja kirjutasid talle salaja vaimustatud kirju nagu mõnele kuulsale tenorile.

Üksteise võidu kutsuti teda rikkaisse perekondadesse. Ja Davy ei keeldunud. Tema loengutel oli grandioosne menu, kuuldesaal oli alati tulvil. Ta pühkis kätelt keemiliste reaktiivide jäljed, riietus õhtuülikonda ja tõttas külalisena lõunasöögile või ballile. Olgugi suurepärase katsetaja, tarkpea ja tuline teaduse ülistaja, keerles ta liiga palju salongides, raisates tarbetult kallist aega.

Kuid andekus ja noorus saavad kõigega hakkama: Davy suutis mõne töötunni jooksul palju ära teha.

Millega tegeles ta siis Kuningliku Instituudi laboratooriumis?

Instituudi hooldajad sundisid talle peale kõige ootamatuid ülesandeid. Juba esimesel aastal tegid nad Davyle ettepaneku lugeda nahatööstuse eriteadlastele nahaparkimise keemiat.

„Lubage,“ protestis Davy, „ma pole üldse nahatööstuses käinudki.“

„Pole viga,“ vastasid hooldajad, „see-eest tunnete hästi keemiat.“

Ei olnud midagi parata, tuli tegelda nahaparkimisega.

Davy mõistis nii kiiresti orienteeruda igal uuel alal ja huvitus nii kergesti igast uuest tööst, et ta saavutas ka siin lühikese ajaga suure edu. Ta avastas, et nahka saab hästi parkida erilise puumahlaga — katehhuga, ja õpetas parkaleid seda ainet oma käitistes tarvitama.

Varsti aga mõtlesid hooldajad tema jaoks välja uue töö — instituuti kogutud mitmesuguste mineraalide koosseisu määramise.

Niisiis tuli Davyl analüüsida mineraale.

Seejärel sunniti teda tegelema agrokeemiaga — põllumajandusliku keemiaga. Ta hakkas külastama suurmaapidajate mõisu ja talupoegade farme. Ta tuhnis mustmulda ja savimulda, uuris sõnnikut ja vestles taatidega viljasaagist.

Kuid kõike seda tegi ta enam sunniviisil kui omal vabal tahtel. Tal oli hoopis teine eriharrastus — elektrokeemia, mille jaoks ta oskas alati aega leida. Juba Bristolis Pneumaatilises Instituudis meisterdas Davy endale volta samba ja tegi sellega palju katseid. Ja nüüd, olles saanud enda kätte Kuningliku Instituudi laboratooriumi, hakkas Davy ehitama elektripatareid, ikka ühe teisest võimsama; mõnes oli kuni sada ja enamgi plaadipaari.

Davy tegi hulga katseid, püüdes selgusele jõuda neis keemilises muutuses, mida kutsub esile elektrivool.

Millest tekivad happed ja leelised harilikus vees, kui sellest elektrivool läbi juhtida? See huvitas teda esietsa kõige rohkem.

Samm-sammult õnnestus tal selgitada, milles asi seisab.

Eksidid need, kes arvasid, et vool loob happeid ja leelisi mitte millestki. Nõude klaasist, plaatide metallis sisalduvaist väikesest lisandest, — kõikjalt eraldus elektrivoolu toimel märkamatu kõrvalaineid. Lagunedes kogunesid nad hapete ja leelistena vees olevate plaatide juurde, mille kaudu liikus vool.

Nõnda väitis Davy.

Ta tegi vastava katse, valades puhast destilleeritud vett puhtast kullast nõusse, millesse juhtis voolu. Selle riista paigutas ta klaaskupli alla ja kõrvaldas sealt pumba abil kogu õhu.

Arusaadavalt ei võinud siin olla mingisuguseid lisandeid.

Lülitati vool. Otsekohe tekkisid vees vesiniku ja hapniku mullid, kuid mingeid happeid ega leelisi ei ilmunud.

Kõigest sellest pidas Davy 20. novembril 1806 ettekande Kuninglikus Teaduslikus Ühingus (see ühing etendab Inglismaal umbes sama osa, mis teistes maades teaduste akadeemiad).

Seda ettekannet nimetati Baker'i ettekandeks ja nimelt seepärast. Keegi Baker — antiikasjadega kaupleja ja loodustea-

duste sõber — pärandas Kuninglikule Ühingule sada naelsterlingit, meie rahas umbes tuhat kuldrubla. Baker paigutas tähendatud summa pankka tingimusega, et sellelt saadavad protsendid antaks igal aastal välja isikule, kes peab Kuninglikus Ühingu ettekande mingist tähelepanuväärsest leiutisest või avastusest, Bakeri nimelise ettekande.

Selline komme on kodanlikes maades veel tänapäevalgi laialt levinud: ohverdades raha teaduse heaks, püüavad mõned auahned rikkad osta endale surematut kuulsust, mida nad mingil teisel teel ei suuda saavutada.

XIX sajandi algul peeti Inglismaal Bakeri ettekandega esinemist suureks auks. Davy esines selle ettekandega esmakordselt 1806. aastal ja see esinemine tunnistati suurimaks sündmuseks teadusmaailmas pärast Volta leiutist.

Davy esimene Bakeri ettekanne jättis teadlasile nii mõjuva mulje, et koguni võõral, vaenulikul maal — Prantsusmaal — määrati talle kuldmedal ja Volta nimeline preemia.

Kuid see oli alles algus.

Täpselt aasta hiljem esines Davy Kuninglikus Ühingu järele ettekandega. Seekord kuulsid auväärsed akadeemikud tõesti uskumatuid asju.

Osutus, et Davy oli avastanud uued keemilised elemendid! Ja veel missugused!

4. Söobekaalium ja sööbenaatrium.

Arvukate ainete hulgas, mida keemikud oma laboratooriumes ammust ajast kasutasid, olid aukohal alati sööbeleelised — söobekaalium ja sööbenaatrium.

Sadu mitmesuguseid keemilisi reaktsioone teostatakse laboratooriumes, tehastes ja igapäevases elus leeliste osavõtul. Näiteks saab söobekaaliumi ja -naatriumi abil muuta lahustuvaiks suurema osa lahustumatuist aineist; kõige kangemate hapete ja lämmatavate aurude põletava ja mürgise toime saab kaotada leeliste abil.

Sööbeleelised on väga omapärased ained.

Väliselt on nad valkjad, küllaltki kõvad kivid ega paista millegi poolest silma.

Kuid katsuge võtta pihku tükike sööbekaaliumi või -naatriumi ja seda muljuda. Te tunnete kerget põletust, umbes nagu nõgese puudutamisel. Sööbeleelisi kaua pihus hoida oleks väljakannatamatult valus: nad võiksid söövitada naha ja liha kuni kontideni.

Seepärast nimetatakse neid sööbivaiks, erinevalt teistest vähem „õelaist“ leelistist — kõigile tuntud soodast ja potasest. Muide, peamiselt soodast ja potasest toodetigi sööbekaaliumi ja -naatriumi.

Sööbeleelisel on väga suur tung veega ühineda. Jätke tükike täitsa kuiva sööbekaaliumi või -naatriumi õhu kätte. Veidi aja pärast tekib tema pinnale teadmata kust niiskust, hiljem märgub ta üleni, muutub pudedaks ja valgub viimaks vormitu massina laiali nagu kissell.

Sest leelised imavad õhust veeauru ja moodustavad niiskusega tiheda lahuse.

Kes esmakordselt pistab sõrmed sööbeleelise lahusesse, see lausub imestunult:

„Just nagu seep!“

Ja see on täiesti õige. Leelis on libe kui seep. Veel enam: seep ongi käega katsudes seepärast libe, et teda valmistatakse leeliste abil. Sööbeleelise lahus meenutab ka maitset seepi.

Kuid keemik ei määra sööbeleelisi mitte maitse põhjal, vaid selle järgi, kuidas nimetatud aine reageerib lakmuse ja hapetega.

Sinise lakmusvärviga immutatud paber muutub silmapilkselt punaseks, kui panna ta happesse; kui aga selle punaseks muutunud paberiga puudutada leelist, läheb ta uuesti siniseks.

Sööbeleelis ja hape ei saa sekunditki püsida rahulikult teineteise kõrval.

Nad astuvad otsekohe tormilisse reaktsiooni, kihisedes ning soojenedes, ja hävitavad üksteist senikaua, kuni lahusesse pole jäänud ei terakest leelist ega tilgakest hapet.

Alles siis tuleb rahunemine. Leelis ja hape neutraliseerisid teineteise, öeldakse neil juhtudel. Nende ühinemisest saadakse neutraalne sool — see pole ei happeline ega leelisene.

Nii näiteks tekib põletava soolhappe ja sööbenaatriumi ühine misel tavaline keedusool.

Niihästi Davy aegsele kui ka tänapäeva keemikule on sööbeleelised kõige enam kasutatavad reaktiivid. Iga algaja laborant tutvus esmajoones nendega ja hiljem esines harva päevi, kus ta neid ei vajanud.

Oldi arvamusel, et sööbeleelised on lihtsad, lahutamatud kehad. Nad võisid ühineda kõige mitmekesisemate ainetega, kuid näis, et lahutada neid veel lihtsamaiks aineiks ei ole mingil viisil võimalik. Seepärast peeti neid elementideks koos metallide, väävli, fosfori ja äsja avastatud gaaside — hapniku, vesiniku ja lämmastikuga.

Nende, igale tollaegsele keemikule väga hästi tuntud ainete juures otsustaski Humphry Davy proovida elektrivoolu lahutadavat mõju.

5. Lilla leegi saladus.

Davy tuli sellele mõttele kohe, kui ta märkas, millise kergusega vool lahutab keemilisi kehi, koguni neid väikesi lisandeid, mis juhuslikult leidusid galvaani patareis.

„Võib olla,“ mõtles Davy, „et ka paljud neist aineist, mida meie peame lahutamatuiks elementideks, ei suuda vastu panna elektrivoolule.“

Ta hakkas kriitiliselt uurima ja võrdlema väävli, fosfori, süsiniku, leeliste, magneesiumi, lubja ning alumiiniumhappendi omadusi. On need elemendid või ei ole? Ja kui nad ei ole elemendid, milliseid tundmatuid aineid nad siis sisaldavad?

Äärmiselt huvitav ülesanne, mille lahendamiseks maksis töötada!

Paljudel kaalutlustel otsustas Davy alustada sööbeleelistega. Mõningate keemiliste omaduste poolest meenutasid need tuntud keerulise koostisega kehi. Ja kui nii, arutles Davy, siis võib olla, et ka leelised on liitained. Mitte asjata ei avaldanud suur

Lavoisier sellist oletust. Tõsi küll, Lavoisier ei suutnud seda tõestada ja ka teised keemikud ei nõustunud temaga selles küsimuses, ent kui säärane läbinägelik teadlane nagu Lavoisier kahtlustas leelisi, siis oli mõtet alustada just nendega.

Kõigepealt katsus Davy lahutada sööbekaaliumi, lahustades teda enne vees.

Ta käskis oma abilist, nõbu Edmundit, koguda kokku ja ühendada kõik elektriaparaadid, mis leidusid Kuninglikus Instituudis. Saadi kaunis aukartustäratav patarei: 24 suurt jalalaiuste tsink- ja vaskplaatidega aparraati, 100 aparraati poole jala laiuste plaatidega ja 150 aparraati nelja tolli laiuste plaatidega (inglise jalg on umbes 30 cm; jalas on 12 tolli). Patarei andis väga tugevat voolu; Davy lootis, et sööbekaalium ei pea tema mõjule vastu ja laguneb oma algosadeks.

Klaasnõusse valati värvitu, läbipaistev leelise lahus, siis paigutati sinna kaks galvaani patareiga ühendatud juhet.

Niipea, kui vool läbis lahust, tekkisid mõlema traadiotsa juures gaasimullid. Varsti hakkas lahus pulbitsema ja soojenema ning üha kiiremini tungisid mullid vedelikust õhku.

„See on vesi, mis laguneb vesinikuks ja hapnikuks,“ lausus Davy pettunult. „Vaatame, mis toimub edasi.“

Kuid jätkus ikka seesama. Vool lahutas vett, milles oli lahustunud leelis, aga sööbekaalium ise jäi puutumatuks.

Kuid Davy ei kuulunud nende hulka, kes taganevad takistuste ees.

„Hästi,“ otsustas ta, „kui vesi segab, siis katsume läbi ajada ilma temata.“

Ta otsustas vesilahuse asemel võtta veetu, sulatatud leelise.

Plaatinast lusikasse puistati kuiva sööbekaaliumi. Lusika alla asetati piirituslamp ja puhuti lõõtsa abil selle leegisse varem varutud puhast hapnikku. Hapniku mõjul põles tuli väga heledasti ja paari-kolme minuti pärast valgus sööbekaalium lusikas tulikuuma vedelikuna laiali.

Kohe ühendati lusikaga üks galvaani aheliku otsadest, teise otsa aga pistis Davy sulasse leelisse ülaltpoolt.

Sööbiv vedelik hakkas kergelt suitsema ja pildus tuliseid piisakesi laiali. Kuid erutuse tõttu ei tundnud Davy sugugi valu.

„Laguneb või ei lagune?“ mõtles ta, lähendades plaatinatraati vedela leelise pinnale. „Vett ta nüüd ei sisalda. Lusikas on ainult sööbekaalium. Kui ta ei ole element, siis ilmneb see otsekohe . . . Aga võib-olla ei läbi vool üldse vedeldunud leelist?“

Kuid ta kartus oli asjata. Vool läbis leelist!

„Halloo! Edmund, tule siia! Vean kihla: leelis laguneb.“

Varjates käega silmi piiskade eest, lähenes assistent aparatuurile. Davy ise oli aga ninaotsaga peaaegu lusikas.

Voolu mõjul toimusid vedeldunud sööbekaaliumis peaaegu silmanähtavad muutused. Sealt, kus plaatinatraadi ots puutus kokku leelisega, kerkis peenike, haruldaset ilus roosakaslilla leegike. Ja seni, kuni ahelik jäi lülitatuks, kestis leegi põlemine edasi; kui aga vool katkestati, kadus leek silmapilkselt.

Assistent vaatas arusaamatuses oma professori otsa.

„Mida see tähendab?“

„Seda, kallid Edmund, et meie sinuga tõukasime troonilt ühe ebaelemendi,“ teatas Davy veendunult. „Vool eraldas leelisest mingisuguse tundmatu aine, mis kuulub selle koosseisu. See põleski traadi otsa kohal lillaka leegiga. Muud seletust ei saa olla. Kuid mis aine see on ja kuidas teda kätte saada, seda ei tea ma veel isegi.“

Jah, saladusliku aine tabamine ei paistnud kerge.

Oli ta üldse olemas? Kas ei omistanud Davy liiga suurt tähtsust sellele lillale leegikesele plaatinatraadi otsa juures?

Davyst vähem innukas katsetaja Luigi Galvani väljendas kord targa mõtte: „Uriija ei näe katse juures sageli mitte seda, mis on, vaid seda, mida ta tahaks näha.“

Võib olla, et Davy nägi lusikas vedeldunud leelisega ainult seda, mida ta nii väga soovis näha?

Ta kordas katset mitu korda ja järjekindlalt iga kord tekkis lillakas leek, niipea kui ülemine traat ühendati patarei negatiivse poolusega ja lusikas — patarei positiivse poolusega. Kui

ta aga vahetas traadid, ei tekkinud leeki, kuid ilmsed teised leelise lagunemise tunnused: mingisuguse gaasi mullid kerkisid lusika põhjast ja õhku pääsedes süttisid üksteise järel. Arvata-vasti oli see vesinik. Mis puutub lillaka leegiga põlevasse tund-matusse ainesse, siis jäi see igal juhul kättesaamatuks.

6. „Suurepärase katse“.

Uhel udusel oktoobrihommikul, olles äsja einestanud, siirdus Davy oma toast laboratooriumi.

Tal seisis täna ees veel üks katse.

Esimesel korral ei õnnestunud tal lahutada leelist vee pärast.

Võib olla, et teisel korral oli takistuseks vedeldatud ja puna-seks kuumutatud leelise üleliia kõrge temperatuur.

Järelikult tuli tundmatu aine eraldada veevabast leelisest, kuid ilma tule kaasabit, et ta ei põleks ära juba oma tekki-mise silmapilgul. Siis oleks katsetajal see aine kindlasti käes.

Ent kuidas vedeldada sööbekaaliumi ilma tuleta? Kas proo-vida lasta voolu läbi külma, tahke leelise?

Selle kavatsusega astuski Davy tol mälestusväärsele oktoobri-hommikul oma laboratooriumi.

Eelmisel õhtul oli ta tulnud ühelt aristokraatide ballilt hilja koju ja maganud vaid tundi kolm; seepärast oli ta enesetunne väga halb. Kuid töö juurde asudes hajus norutunne peagi ning tavalise õhina ja innukusega korraldas Davy katset. Varsti ilmus talle abiks ka Edmund.

Kogu ülesanne seisis nüüd selles, et sundida voolu läbima külma, tahket leelist. Davy teadis, et kuiv sööbekaalium on iso-laator nagu klaas või fosfor ega lase elektrit läbi. Seepärast prooviski ta varem leelist veega niisutada, kuid siis lahutas vool ainult vett ega jõudnudki leeliseni.

Mitu tundi järgemööda jändas Davy selle kangekaelse ollu-sega, kuid ei saavutanud midagi. Hoidis ta leelist vee eest, siis ei suutnud vool teda läbida, ehkki patarei töötas täiel jõul. Kuid ka märja leelisega ei tulnud midagi head välja.

Ent Davy ei alistunud. Ta unustas kõik muu maailmas. Ta nägi vaid valget sööbekaaliumi pulgakest alati oma silmade ees — lahutamatuna, kindlana kõikide ja kõige vastu.

„Maksku mis maksab, kuid ma pean selle leelise lahutama!“

Ta peas tekkis kümneid uusi projekte, kuid nad kõik olid liiga keerukad ja omasid liiga vähe eeldusi eduks.

„Ei, saagu mis saab, kuid voolu tuleb sundida läbima tahket leelist,“ otsustas ta.

„Noh, Edmund, katsume veel kord,“ ütles Davy. „Võta veel tükk leelist.“

Purgist võetigi veel tükk absoluutselt kuiva leelist. Kuid enne sööbekaaliumi asetamist patarei negatiivse poolusega ühendatud plaatinalehele hoidis Davy seda ühe minuti — ainult ühe minuti õhu käes.

„Katsume seekord anda talle võimalust võtta õhust õige veidi niiskust. Võib-olla jätkub sellest parajasti, et teha tahke leelis elektrijuhiks,“ mõtiskles ta valjusti. „Ning ühtlasi on see tühine veehulk arvatavasti liiga vähene selleks, et takistada voolul leelise lahutamist.“

See oli teravmeelne idee. Kuiv sööbekaalium ei kõlvanud. Niiske ka ei kõlvanud. Ja Davy otsustas teha leelis ei kuivaks ega niiskeks.

Sööbekaaliumi tükk jõudis kattuda vaid vaevaltmärgatava niiskus-kelmekesega, kui ta juba asetati plaatinale. Davy puudutas teda ülaltpoolt plaatinatraadiga, lülitades nii aheliku.

Tekkis vool.

Kohe hakkas tahke leelis ülalt ja altpoolt vedelduma.

Davy kahvatas. Ta seisis aparadi kohal, vaevalt hingates.

Leelis vedeldus kohal, kus ta puutus metalliga kokku, ja sisises tasa. Sekundid näisid sajandeina.

Äkki kostis vedeldunud leelise kohal tugev ragin, midagi väikese plahvatuse taolist.

Davy müksas oma assistenti tugevasti küünarnukiga ja kummardus aparatuuri kohale.

„Edmund . . . Edmund . . .“ pomises ta. „Vaata, Edmund!“

Vedelduv leelis hakkas pinnalt ikka tugevamini ja tugevamini pulbitsema, all aga tekkisid plaatinalehele sulast leelisest väikesed tibatillukesed kuulikesed.

Nad sarnanesid elavhõbeda tilgakestega — olid samuti liikuvad ja hõbedase läikega, kuid käitusid hoopis teisiti kui elavhõbe. Mõned neist, olles vaevalt tekkinud, lõhkesid raginaga ja kadusid, sähvatades ilusa lillaka leegiga; teised säilisid, tuhmusid õhu käes kiiresti ja kattusid valge korruga.

Osutus, et sööbekaaliumi koosseisu kuulus mingisugune me tall! Ja keegi ei teadnud seni tema olemasolust...

Nagu hullumeelne sööstis Davy oma kohalt ja tantsis vaimustuses mööda laboratooriumi. Midagi langes riulilt, tühi retort pörkas vastu rauast kolmjalga ja purunes klirinal kildudeks. Teenija, kes täitis nurgas pudelit destilleeritud veega, tormas, sifoon käes, ehmunult laboratooriumist välja.

„Hurraa!“ hõiskas Davy. „Bravo! Tubli poiss oled, Humphry! Said ta siiski kätte!“

Ta haaras oma nõo õlgade ümbert kinni, raputas teda ja hakkas laua juurest eemale tirima.

„Katkesta ahelik, Edmund!“ hüüdis ta. „Jätkub sest ilutulestikust. Oleme oma sihi saavutanud. Kas suudad õigesti mõista, mis meil on õnnestunud teha?“

„Väga hästi mõistan, Humphry! Önnitlen südamest!“

Kaua ei suutnud Davy rahuneda: ta oli võidust joobunud.

„See on ju alles algus,“ ütles ta oma abilistele. „Nüüd on järjekord teiste elementide käes. Galvaani voolu ees ei jää midagi püsima. Me pöörame kogu keemia pea peale!“

Kuid sel päeval ei saanud katsete jätkamisele mõeldagi: Davy oli rõõmust täiesti teguvõimetu.

Veidi rahunenud, istus ta laua äärde ja avas laboratooriumi päeviku. Pritsides kohutavalt tinti ja lõhkudes sulgi, märkis Davy üksikasjaliselt üles kõik selle päeva sündmused. Siis pesi ta kiiresti käed puhtaks ja tormas valjusti lauldes laboratooriumist välja.

Kuid ukسل peatus Davy äkki nagu midagi meelde tuletades ja läks tagasi oma laua juurde. Ta avas uuesti päeviku ja kirjutas lehekülje äärele — sinna, kuhu olid märgitud viimase katse tulemused — suurte rasvaste tähtedega:

„Suurepäraseks eksperiment!“

7. Metall, mis ei vaju vette ja põleb jääl.

Ei saa keegi Davyt hukka mõista seepärast, et ta käitus tol päeval kui vaimustatud poisike.

Juba palju kuid oli ta unistanud sööbeleeliste lahutamisest, üle elanud kümneid ebaõnnestumisi, ning nüüd äkki kroonis täielik edu tema julget üritust — lahutada see, mida peeti lahutamatuks.

Ta kustutas sööbekaaliumi elementide nimekirjast ja pani tema asemele uue, seni tundmatu tõelise elemendi, mille ta nimetas potassiumiks (inglased nimetavad sööbekaaliumi sööbepotaseks).

Davy oli oma töös alati hoogne ja kiire. Nüüd aga osutas ta otse pöörast energiat: kannatamatult katsus ta koguda nii palju uut ainet, et saaks seda põhjalikult uurida.

Kuid see polnud nii lihtne: potassium osutus ebatavaliste omadustega aineks.

Esiteks ta ei „soovinud“ kuidagi püsida puhtana oma „ürgses“ olekus. Vaevalt tekkinud, püüdis see metall juba jälle kaduda, ühineda teiste ainetega. Ja Davyl tuli tublisti vaeva näha, enne kui ta õppis seda säilitama muutumatul kujul pike-mat aega.

Kui potassium ei põlenud plahvatuse saatel ära juba oma tekkimise hetkel vedeldunud leelisest, siis muutus ta niikuinii õhu käes kiiresti. Otse silmanähtavalt kaotas ta mõne minuti jooksul läike, tuhmus ja kattus valge koorikuga. Ei olnud mõtet seda koorikut maha kraapida: paljastatud metall kattus otsekohe uuega.

Koorik niiskus kiiresti ja muutus pudedaks. Veidi aja möödumisel jäi hõbedasest metallitükist järele ainult hall vormitu mass.

Tarvitses seda puudutada vaid sõrmega, kui otsekohe osutus, et see on vana tuttav sööbekaalium: puudutamisel meenutas ta seepi, punase lakmuspaberi aga värvis silmapilkselt siniseks.

Oli selge, mida tähendas see muutumine: potassium neelas ahnelt õhust hapnikku ja veeauru selleks, et pöörduda uuesti oma algseisundisse tagasi ja saada jällegi leeliseks.

Davy proovis potassiumi vette visata. Võis arvata, et vette visatud metall vajub kohe põhja ja lebab seal vaikselt. Vähe-malt käitusid nii kõik vanad metallid, mis olid Davyle tuntud.

Kuid potassiumiga toimus midagi hoopis muud.

Ta ei hakanudki vajuma. Tugeva sisinaga jooksis see metall mööda veepinda. Siis kostis kõrvulukustav plahvatus ja potas-siumi kohal süttis lillakas leek. Nii kihutas ta vett mööda tule ja raginaga ringi, ise üha kahanedes, kuni muutus täielikult sööbeleeliseks, mis kadus siinsamas lahusesse.

Kuhu Davy seda „määratsevat“ elementi ka paigutas, kõik-jal tekitas ta tingimata kära, müra ja tuld. Ja kuigi mõnikord ta kohtumine teiste elementidega toimus näiliselt rahulikult, siis lõppes lugu ikkagi sellega, et ta järjekindlalt tõrjus teised elemendid nende ühendeist välja, asudes ise asemele.

Hapetes lõi ta lõkkele, klaasi söövitav.

Puhtas hapnikus süttis ta sellise jõuga ning põles sellise pimestava leegiga, et oli võimatu seda vaadata.

Piirituses ja eetris leidis ta vee jälgi ja lahutas need otsekohe.

Kõikide metallidega sulandus ta kiiresti ja meelsasti.

Väävli ja fosforiga ühines ta lõkkele lüües.

Ta süttis koguni jääl, sulatas sellesse augu ja rahunes alles siis, kui oli muutunud leeliseks.

Mis pidi Davy selle rahutu elemendiga tegema? Kuhu ta paigutama? Kus ja kuidas säilitama?

Ta kaotas juba lootuse leida üldse mingi aine, mis oleks suutnud potassiumile vastu panna. Kuid õnneks leidis säärane siiski.

See oli petrooleum.

Puhtas petrooleumis käitus potassium rahulikult. Ta oli petrooleumi suhtes nähtavasti ükskõikne ja lebas selles täiesti vaikselt.

Niipea kui Davy selles veendus, hakkas ta potassiumitükke panema petrooleumisse otsekohe, kui sai need leelisest.

Ja korraga muutus töötamine kergemaks. Võis koguda potassiumi varuks ja mitte karta, et tuleb katkestada see või teine katse potassiumi puudusel.

Nüüd, kus oli õnnestunud koguda vajalik hulk uut ainet, et uurida selle omadusi, hakkas Davy vaevama kahtlus, kas potassium on tõeline metall.

Ühest küljest näis ta seda tõepoolest olevat.

Sest seni kui potassium polnud jõudnud veel õhu käes muutuda, sätendas ta suurepärase metalliläikega nagu poleeritud hõbe; peale selle juhtis ta elektrit ja soojust nagu teisedki metallid ning lahustus vedelas elavhõbedas.

Kuid teisest küljest, kus on seda varem nähtud, et metall süttib veest, õhus aga roostetab silmapilkselt?

Lisaks oli potassium pehme kui vaha ja noaga kergesti lõigatav. Ning ta osutus nii kergeks, et vahel ei vajunud isegi petrooleumisse, kuigi petrooleum on veest kergem. Kuld oli temast raskem rohkem kui kakskümmend korda, elavhõbe — kuusteist korda, raud — üheksa korda. Koguni mõni puit oli potassiumist raskem.

Davy otsustas lõppude lõpuks tunnistada siiski potassiumi metalliks. „Muidugi on imelik, et potassium on nii kerge,“ mõtles ta. „Kuid ka raud on kullaga ja platinaga võrreldes väga kerge metall. Elavhõbe aga asub nende vahel pooltel teel: ta on platinast kergem ja rauast raskem. Kogu asi seisab selles, et oleme harjunud vanade metallidega ega teadnud midagi uute olemasolust. Arvatavasti avastatakse aja jooksul peale potassiumi veelgi uusi metalle, mis täidavad lünga tema ja raua vahel.“

Hiljem läks see Davy ennustus täpselt täide.

8. Kuus tormilist nädalat.

19. novembril 1807 pidi Kuninglikus Teaduslikus Ühingus toimuma järjekordne Bakeri ettekanne. Loomulikult pidi ka seekord esinema Davy. Kes oleks võinud temaga selle au pärast võistelda? Millised teised teaduslikud tööd oleksid suutnud varju jätta potassiumi avastamise?

Kuid Bakeri ettekandeks oli vaja põhjalikult ette valmistuda. Tuli koguda palju huvitavaid fakte ja tähelepanekuid.

Davy püüdis väheste järelejäanud nädalate jooksul uut ainet võimalikult hästi tundma õppida, et ettekande ajaks oleks kõik lõplikult selge. Ka tahtis ta ise võimalikult rutem teada potassiumist kõik, mida temast on võimalik teada.

Need poolteist kuud elas Davy nagu uimas. Ta oli juba ammu tuntud seepoolest, et ta armastas tegelda üheaegselt mitme tööga, kord loobudes ühest, kord siirdudes teise juurde; nüüd aga teotses ta otse pöörase energiaga.

Tema assistendid ja laboratooriumi teenijad töötasid kuni nõrkemiseni. Ühel ja samal päeval tegi Davy sada katset. Tõmbekapi juurest sööstis ta elektripatarei juurde, õhupumba juurest laua juurde — üles märkima katse tulemusi. Ta purustas halastamatult laboratooriumi riistu ja lõhkus aparatuuri. Neil päevil aina vaheldusid potassiumi plahvatused purunevate kolbide ja retortide klirinaga.

Hulk uusi oletusi kihvas vahetpidamatult Davy peas. Üks projekt tekkis teise järel. Ja ta teostas nad otsekohe kõik, hoolimata sellest, et seks otstarbeks tuli lammutada aparatuure, mis olid suure vaevaga koostatud alles tunni aja eest.

Ümberringi valitses kaos, mustus, korratus. Laboratoorium sarnanes peaaegu talliga. See-eest oli aga Davyl ettekande ajaks potassiumi kohta niisama palju teadmisi kui mõne vana elemendi kohta, mille uurimisega olid tegelnud kümned keemikud sajandite jooksul.

Nende kuue nädala kestel lõi Davy täiesti uue keemiaharu. Ning ta ei piirdunud üksnes potassiumiga!

Olles lahutanud sööbekaaliumi, asus Davy jalamaid teise leelise — sööbenaatriumi kallale. Ka see lahutati elektrivoolu abil! Nagu sööbekaalium, osutus seegi liitaineks. Ja nagu sööbekaalium, koosnes seegi hapnikust, vesinikust ja senitundmatust metallist.

See teine metall oli potassiumiga imestamisväärselt sarnane. Ta oli samuti kerge, kuigi potassiumist veidi raskem. Ta omas samasugust hõbedast läiget ja oli noaga kergesti lõigatav, kuigi potassiumist pisut kõvem. Ka tema muutus kiiresti õhu käes ja jooksis samuti sisesedes mööda vett, kuid leeki seejuures ei tekkinud. Ta jäi petrooleumis samuti rahulikuks ja süttis samuti hapetes, kuid ta leek polnud lillakas nagu potassiumil, vaid erekollane.

Uhe sõnaga, Davy avastas teadusele korraka kaks teineteisega sarnanevat elementi — elemendid-kaksikud. Tõsi, nad erinesid mõnes suhtes, kuid sarnasust oli neil palju rohkem kui erinevusi. Teine element oli veidi vähem aktiivne kui potassium — ja see oli kõik.

Muide, ka tema omas küllaltki aktiivsust selleks, et põletada jäässe auke.

Davy nimetas teda *s o o d i u m i k s*, sest teda saadi sööbenaatriumist, viimast aga nimetati teisiti ka kaustiliseks (s. o. sööbivaks) soodaks. Davy poolt avastatud metalle nimetatakse veel tänapäev Inglismaal potassiumiks ja soodiumiks, kuid meil on nad tuntud *k a a l i u m i* ja *n a a t r i u m i* nime all.

Kuus nädalat katsetas Davy, ilma et oleks käsi rüppe pannud. Töö edenes uskumatu kiirusega.

Ärge arvake siiski, et ta neil päevil laboratooriumist üldse ei väljunud.

Kõigest hoolimata jätkas ta oma seltskondlikku elu. Üks kutse järgnes teisele — täna ballile, homme lõunasöögile, ülehommene nii ühele kui teisele.

Ja Davy, suur Davy, kellel nüüd ei ununenud sekundikski oma imestamisväärsed metallid-kaksikud, ilmus meelsasti igasse majja, kuhu teda kutsuti.

Nii lõhestas ta end potassiumi ja soodiumi ning aristokraatlike salongide vahel. Pealegi tegeles ta ka luuletamisega. Ja siis tehti talle veel ettepanek kontrollida vanglaid. Seal möllas tüüfus ja Davy pidi leiutama hea desinfitseerimisvahendi, mis oleks takistanud haiguse levimist.

Ta nägi seal kohutavaid keldreid, lutikaist kihavaid konge, kurnatud vange. Need inimesed olid koltunud umbsest õhust, halvast toidust ja haigusist. Õieti öelda, millega võis keemia neid aidata? Muidugi mitte millegagi. Kuid Davy ei keeldunud ja sõitis, kuhu teda kutsuti.

Lähenes 19. november, Kuninglikus Ühingus esinemise päev. Davy oli kokku varisemisel. Ta oli muutunud kõhnaks, silmad vajunud auku, nägu kahvatu.

Kuid ta ei alistunud. Ta istus laboratooriumis kella kolmeneljani öösel. Aga hommikul oli ta jällegi kohal — enne kõiki teisi. Öhtupoolikul tuli talle meelde, et ta peab olema lord X juures lõuna söögil, ja ta kihutas ülepeakaela sinna.

„Millest on meie Davy nii paksuks muutunud?“ küsisid vahel ta tuttavad üksteiselt.

„Aga täna on ta jällegi kõhn, kas panite tähele?“ ütlesid nad tema järgmisel külaskäigul. „Milline imelik moondumine!“

Saladuse seletus oli lihtne. Davyl oli alati nii kiire, et ta pidi võitma aega pesu vahetamise arvel. Kui oli vaja sõita laboratooriumist ballile, ei riietunud ta ümber, vaid tõmbas puhta pesu otse seljasoleva peale. Järgmisel päeval ajas ta jällegi uue särgi selga. Nii kogunes tal neid pool tosinat üksteise otsa. Hiljem ajas ta nad soodsal hetkel kõik korruga seljast maha ja muutus silmapilkselt kõhnaks, pannes sõbrad ja tuttavad imestama.

Võib ka olla, et sellised jutud olid vaid keelepeks...

Lõpuks saabus Bakeri ettekande päev.

Davy esines ja jutustas kõigist neist katseist, mis ta oli viimasel ajal teinud. Lõpuks näitas ta mõlemat metalli-kaksikut nende tegevuses. Nad jooksid mööda vett, plahvatasid, keerlesid ilutulestikuna õhus. Ja igaüks võis veenduda, et nad on

tõelised metallid, mis särasid petrooleumis õrna hõbedase läikega.

Kuningliku Ühingu liikmed olid sügavalt haaratud.

Ajalehtedes hakati otsekohe Davy uutest avastustest kirjutama.

„Kuidas!“ imestasid kõik, kes olid võimelised imestama. „Harilikus soodas, harilikus potases avastati niisugused uskumatud metallid! Metallid, mis on puust kergemad, vahast pehmemad ja põlevad paremini kui süsi. Mida see tähendab? Nii viisi hakatakse võib-olla juba homme tootma kas või ninatubakast elektrivoolu abil kulda, teemante või tont teab mida veel!“

Harva oli teaduse võimsus ilmnenud nii näitlikult ja veenvalt kui seekord. Ning Davyle sai osaks vaimustatud kiituste ja õnnitluste torm.

9. Ootamatu vaheaeg.

Samal ajal oleks Davy peaaegu maksnud eluga oma liiga suure hoogsuse eest töös.

Juba mõned päevad enne ettekannet tundis ta end halvasti. Pea kuumas, jalad nõrgenesid vahetevahel kuidagi imelikult ja muutusid nagu tühjaks. Ebameeldiv külmatunne tabas teda kõige ebatõenäolisemal kohal — laboratooriumis kuumust õhkuva liivavanni juures või jälle tantsusaalis kadrilli ajal, kus lämmatavas kuumuses tuhmus küünlatuli ja inimesed nõretasid higist.

Kogu aeg oli Davy enesetunne halb. Ta tundis, kuidas haigus hiilib lähemale, kuid pingutas end kangekaelselt ja jätkas hambaid kokku surudes oma tööd.

„Viimaks suren enneaegu ega jõua maailmale teatada oma avastusist,“ muretses ta. „Hiljem ilmub siis keegi teine, mõni välismaalane, ja teatab, et temal on õnnestunud lahutada leelist. Aga ei! Seni kui mu pea pole veel täitsa segi ja käsi suudab hoida sulge, kirjutatan ma kõik üles — kõik kuni viimse peensuseni. Ei saa ma ka ise esineda, on ettekanne ikkagi valmis ja keegi teine kannab ta minu asemel ette.“

Kuid Davy suutis veel ise esineda ettekandega. Kõne ajal raputasid teda külmavärinad. Punased laigud lõkendasid ta põskedel. Käed värisesid kergelt. See-eest kõneles ta aga paremini kui kunagi varem.

Jõuetuna, kuid õnnelikuna lahkus Davy kõnetoolilt.

„Mis sul on?“ küsis temalt Edmund, nähes, et ta püsib vaevalt jalul.

„Ma olen arvatavasti tüüfuses,“ pomises Davy. „Neetud vangla!“

Nelja päeva pärast jäi ta lõplikult maha.

Ja kohe võttis haigus halva pöörde. Kõrge palavik kurnas Davyt ja ta sonis vahetpidamatult. Oli päevi, mil ta seisund näis lootusetu.

Kuningliku Instituudi juhid olid väga rõhutud. Viimasel ajal lakkasid rikkad „heategijad“ üldse teaduse heaks raha ohverdama ja peaaegu kogu instituuti peeti ülal Davy loengutest. Need loengud andsid peamise sissetuleku. Ja Davy surm oleks tähendanud selle auväärse asutise laostumist, mis kandis nime-tust „kuninglik“.

„Noh, kuidas on?“ küsis instituudi valitseja arstidelt, niipea kui keegi neist tuli haige juurest. „Kuidas on mister Davy tervis?“

„Halb!“ vastasid arstid alati.

Kogu Londonist tulid inimesed pärima Davy tervise järele. Tema nimi oli just äsja saanud väga tuntuks. Igas majas ja klubis olid tema poolt avastatud uute metallide imestamisväär-sed omadused arutlusaineks. Kuid teade Albemarle'i tänava professori avastusest polnud jõudnud veel kuigi laialt levida, kui sellele ruttas juba järele teine sõnum.

„Kas olete kuulnud?“ käis suust suhu. „Davy on suremas!“

Publik ründas instituuti ja nõudis täpset aruannet: kuidas magas professor Davy läinud ööl, kui kõrge on ta temperatuur ja kas on tõsi, et ta sai tüüfuse vanglate ülevaatusel?

Instituudi juhatusel tuli panna välja erilised teadaanded Davy tervisliku seisundi kohta.

Üheksa nädalat lamas Davy palavikus. Peaaegu kogu selle aja kõikus ta elu ja surma vahel, ning tema arstidest sõbrad valvasid järgemööda ööd ja päevad ta voodi juures.

„Mingisugust tüüfust pole tal olnud ega olegi,“ kinnitasid nad. „Davy oli lihtsalt üliväsinud ja üleliigsest tööst nii kurnatud, et kerge külmetus viis ta haua äärele.“

Siiski jäi ta ellu.

Jaauari teisel poolel algas tervenemine. Ta oli veel väga kõhn, nõrk ja kahvatu. Laboratooriumist ei tohtinud esialgu mõeldagi. Et aga mitte kaotada asjatult aega, hakkas ta lõpetama pooleli jäänud poemi.

Haigus polnud suutnud teda murda. Ta jäi samaks tulihingeliseks Davyks, terava mõistuse ja väledate kätega inimeseks.

Mõni aeg lamas ta veel voodis. Tema kehvast korterikesest polnud isegi diivanit ega mugavat tugitooli, ja paraneval Davyl polnud lamada mujal kui voodis.

Oh, ärge mõelge, rikas Inglismaa austas palavalt oma kuulsat teadlast. Ta ei olnud kitsi jagama Davyle aplausi ja ajalehtedes vaimustatud kiitust. Noh, aga pehme diivan maksab raha. Puunikerdaja poeg võis läbi saada ka diivanita...

Lõppude lõpuks häbistasid Davy sõbrad Kuningliku Instiituudi direktorit. Odava hinna, kolme ja poole guinea eest, muretseti kuskilt diivan ja paigutati pidulikult Davy tuppa. Kuid nüüd ei olnud ta enam nii vajalik.

10. Kaltsium, magneesium ja teised . . .

Üks kuu hiljem toimusid laboratooriumis juba uued elektrokeemilised katsed. Davy püüdis kogu jõuga teha tasa kaotatud aega. Sest mitte asjata polnud ta lubanud pöörata pea peale kogu keemia. Peale sööbeleeliste oli veel hulk teisigi kahtlasi elemente. Ja Davy kavatses proovida neid elektrivooluga.

Sööbekaaliumi ja sööbenaatriumi juurest viis otsene tee teiste tol ajal elementideks peetud ainete juurde, mida keemikud nimetasid **leelis m u l d a d e k s**.

Need olid lubi, magneesia, barüüthüdraat ja strontsiaan.



Humphry Davy.

Muldadeks nimetati neid seepärast, et need ühendid kuuluvad mitmesuguste mullaliikide koosseisu. Tuld need mullad ei kartnud, ja kui kaua neid ka kuumutati, nad ei sulanud, ei lagunened ja ei muutunud üldse. Vees lahustada oli neid võimatu või vähemalt väga raske.

Uhe sõnaga — mullad.

Kuid siiski sarnanesid need mullad mõnes suhtes niiskust armastavate sööbeleelistega.

Samuti kui leelised, ühinesid ka nemad meelsasti hapetega ja „neutraliseerisid“ need süütuiks sooladeks. Ja kui õnnestus mõnd mulda vees veidikegi lahustada, siis värvis lahus punase lakmuspaberi siniseks; see on aga kindel leelise tunnus.

Seepärast nimetati neid **leelismuldadeks**.

Pärast seda, kui Davyl oli nii hiilgavalt õnnestunud lahutada sööbeleelised ja avastada nende koosseisus uued metallid, ei kahelnud ta peaaegu sugugi selles, et sama õnnestub tal ka leelismuldadega.

Vanade elementide arv pidi kahanema nelja võrra, uute arv kasvama nelja võrra. Kogu küsimus seisis nüüd vaid ajas.

Muldade lahutamise viis näis olevat selge: vaja vaid niisutada veega nende ainete tükikesi ja lasta neist läbi tugevam vool.

Kuid kõik ei läinud nii libedasti, nagu lootis Davy.

Tõsi küll, oli mõningaid tunnuseid, mis lubasid oletada, et leelismuldi saab lahutada. Juhtmeile, mida mööda liikus vool, tekkisid õhukese kirmena mingisuguste metallide jäljed. Need tuhmusid õhu käes ja tõrjusid veest välja vesiniku, nagu kaalium ja naatrium.

Kuid Davyl ei õnnestunud kuidagi saada neid uusi aineid vähegi märkimisväärse hulgal.

Tundide viisi juhtis ta läbi muldade voolu, kuid sai uusi metalle vaid kübemekestena. Ja needki polnud mingid puhtad metallid, vaid pigem nende sulandid traadi rauaga.

Ta katsetas nendega pikemat aega ja rikkus lõpuks oma suure elektripatarei täielikult, ilma et oleks saavutanud märkimisväärseid tulemusi.

Ehitati uus, veel võimsam patarei — 500 plaadipaariga.

Kuid ka sellega ei saadud midagi paremat.

Viimaks juhatas rootsi keemik Berzelius Davyle õige tee. Ta saatis kirja, milles kirjeldas oma menetlust muldade lahutamiseks ja soovitas Davyl seda kasutada.

Berzelius juhtis voolu leelismulda mitte raudjuhtme, vaid vedela elavhõbedasamba kaudu. Kaalutus oli järgmine. Kui metall mullast elektrivoolu mõjul eraldub, lahustub ta otsekohe elavhõbedas. Saadakse elavhõbeda suland uue metalliga. Aga et elavhõbe nagu vesigi muutub kuumutamisel auruks, siis on hiljem kerge teda sulandist eraldada. Ja nii saadakse lõpuks uued metallid kätte puhtal kujul.

Davy järgis otsekohe Berzeliuse nõuannet ja tal õnnestuski kõikidest muldadest esile tuua uued metallid. Ta nimetas lubjast saadud metalli kaltsiumiks, sest lubja saadakse kriidi põletamisel, kriit aga on ladina keeles „calx“. Magneesiumist saadud metallile andis ta nimeks magneesium, aga ülejäänule — baarium ja strontsium. Ja nii nimetatakse neid veel praegugi.

Need on kõik hõbedataolised, kerged metallid, nad kõik tuhmuvad kiiresti õhu käes ja lahutavad vee algosadeks, olgugi mitte nii energiliselt kui kaalium ja naatrium. Üldse näivad „leelismuldmetallid“ omaduste poolest asuvat aktiivsete kergete kaaliumi ja naatriumi ning rahulike „vanade“ raskekaaluliste metallide — raua, vase ja elavhõbeda vahel.

Kuid Davy ei saanud neid metalle täiesti puhtal kujul kätte ka pärast Berzeliuse kirja. Oli vaja veel palju tööd igapäevaneist, kuid temal ei jätkunud selleks kannatust.

Ta tõestas, et leelismullad pole elemendid, vaid liitained, ja et igaüks neist sisaldab hapnikku ja ühe metalli.

Aga uurida täpselt neid uusi metalle, õppida tundma nende omadusi — see ei paistnud teda eriti meelitatavat. Pärast potasiumi ja soodiumi ei oleks nad võinud teda enam millegagi üllatada.

Veelgi kehvemaid tulemusi andsid Davy katsed lahutada nelja teist mulda, mida enne teda peeti samuti lahutamatuiks elementideks. Need olid alumiiniumhapend, mis sisaldub savis, ränihapend, millest koosneb liiv, berüllium- ja tsirkooniumhapend, mis olid veidi aega tagasi avastatud keemikute poolt haruldastes mineraalides.

Davy ei uurinud neid muldi kaua. Ta varustas nimedega need tõelised elemendid, mis nendes sisalduvad, kuigi tal ei õnnestunud neid isegi näha, ja loobus nendega tegelemast.

Üks muld sarnanes teisega, üks kerge metall teisega. Kõik see näis talle veidi üksluine. Tema aga ihkas nüüd erakordseid, hämmastavaid ävastusi.

Lähenes järjekordse Bakeri ettekande päev ja Davy teadis, et publik ootab lootusrikkalt tema esinemist.

Seepärast ruttas ta, heites kõrvale mõned pooleli olevad tööd ja alustades teisi, mis näisid tõotavat efektsemaid tulemusi, jättis need samuti lõpetamata ja asus jälle uute kallale.

Ta katsus lahutada koguni niisuguseid elemente, mille puhtuses oli võimatu kahelda, nagu väävel, fosfor, süsinik, lämmastik. Ja nii tugevasti soovis Davy avastada neis teisi, varjatud aineid, et talle katsete ajal näis, nagu oleks ta seda tõesti saavutanud.

Ilma et ta oleks oma tähelepanekuid kontrollinud, esines Davy 15. detsembril 1808 Kuninglikus Ühingus kolmanda Bakeri ettekandega ja teatas, et tal on õnnestunud tõestada, nagu oleksid väävel, fosfor ja süsinik liitained.

See oli mitte üksnes uskumatu, vaid ka väär. Davyl ei oleks tõepoolest tarvitsenud nii rutata, siis oleks ta oma vead ise õigeaegselt avastanud ega hakanud eitama, et väävel, fosfor ja süsinik on tõelised elemendid.

11. „Sir“ Humphry Davy.

Selle ebaõnnestumisega ei lõppenud Davy kui teadlase tegevus. Tol ajal sai ta kolmekümne aastaseks ning oli täis jõudu ja algatusvõmet.

Järgnevail aastail teostas Davy veel hulga tähelepanuväärseid töid. Ta õppis tundma juba Scheele poolt XVIII sajandil avastatud kloori omadusi ja tõestas esimesena, et see lämmatav gaas on lahutamatu element. Ta leiutas ohutu kaevanduslambi, millega kaevurid võisid julgesti laskuda maa alla, kartmata, et kaevandusgaas plahvataks tema leegist. See lamp, mida veel tänapäevalgi nimetatakse Davy lambiks, on päästnud tuhandete söekaevurite elu.

Kuid selliseid hiilgavaid teaduslikke tulemusi nagu sööbeelleliste lahutamisel ei saavutanud ta enam kunagi oma uurimistöös keemia alal. Kaaliumi ja naatriumi avastamine oli tema teadusliku tegevuse haripunktiks.

Veel mitu aastat andus Davy katsetamisele kogu temale omase kirglikkuse ja kartmatusega. Korduvalt riskis ta sealjuures oma eluga, kuid tal oli õnne ja ta jäi terveks.

Ainult kord põletas ta oma kätt sula potasega ja teine kord sai silm plahvatusest vigastada.

Kuid aastate jooksul hakkasid Davyt üha enam huvitama asjad, millel polnud midagi ühist teadusega. Selleks mõjus kaasa liiga lähedane tutvus rikaste logelejatega. Teda ei rahuldanud enam kehv korterike Kuninglikus Instituudis ja tagasihoidlik professoripalk näis talle naeruväärt väikesena.

Davy ihkas rikkust, suursugusust. Ta ei armastanud nüüd meenutada, et ta isa oli olnud lihtne käsitöoline ja tema ise töötanud õpipoisina provintsi tohterdaja juures.

Kord kavatses ta rahateenimise otstarbel hakata tegutsema arstina. Oma kuulsuse juures, arvas Davy, ei tule tal puudust rikastest patsientidest. Tema kirikutegelasist sõbrad aga püüdsid suurt õpetlast enda poole tõmmata. Nad lootsid, et Davy kõneosavus aitab neil uimastada kergeusklikke inimesi, ja meelitasid teda usuteenri päratu suurte sissetulekutega.

Kuid lõpuks leidis Davy uue väljapääsutee: ta abiellus rikka aadlikulesega.

Pulmade eelpäeval tõstis prints-regent, kes valitses Inglismaal haige kuninga George III asemel, Davy aadliseisusse, ja

sellest ajast peale kirjutas Davy igal pool uhkusega alla: „Sir Humphry Davy“.

Ta elas keskkonnas, kus hinnatakse üle kõige mitte annet ja loovat tööd, vaid rikkust ja suursugust päritolu. Ja hoolimata oma avarast mõistusest ei suutnud Davy siiski seista kõrgemal selle seltskonna eelarvamusist ja ideaalidest, milles ta liikus.

KOLMAS PEATÜKK.

HELESININE JA PUNANE AINE.

1. Viiskümmend seitse — ja mitte ühtegi rohkem.

Kui Lavoisier 1789 aastal katsus koostada maailmas leiduvate elementide nimekirja, siis oli neid tema loendis vaid kolmkümmend kolm. Ja neistki olid vaid kakskümmend neli tõelised elemendid. Ülejäänud üheksa kas üldse ei olnud looduses olemas, või olid Lavoisier' poolt arvatud elementide hulka ainult seepärast, et tol ajal ei osatud veel lahutada neid aineid koostusosadeks.

Nelikümmend aastat hiljem, Davy surma aastal, teadsid keemikud juba kindlasti viiekümne kolme elemendi olemasolu.

Kümmekonna uue elemendi avastamine või tee näitamine nende avastamiseks on Davy enda teene, kuna ülejäänud avastati mitme teise maa teadlaste poolt.

XIX sajandi algul elas Pariisis keemik B. Courtois. Kui Euroopas algasid Napoleoni sõjad ja kasvas nõudmine salpeetri järele, millest valmistatakse musta püssirohtu, siis ehitas Courtois Pariisi lähedale salpeetritehase. Äri näis minevat hästi, kuid peagi märkas Courtois, et vaskanumad, milles valmistati salpeetrit, kulusid millegipärast liiga ruttu läbi. Courtois hakkas otsima selle põhjust ja avastas peagi leelistes tundmatu sööbiva aine.

See aine kujutas endast puhtal kujul kõvu, musta metalliläikega kristallikesi. Neil kristallidel oli üks ebaharilik omadus:

kuumutamisel muutusid nad otsekohe, mitte sulades, violetseks auruks.

Courtois andis leitud aine uurimiseks oma tuttavale — professor Clément'ile. Viimane näitas seda suurimale prantsuse keemikule Gay-Lyssac'ile. Ja kui Davy 1813. a. külastas Pariisi, siis anti ka temale uurimiseks tükike seda ainet, mis eritas violetset auru.

Nii avastati uus element — jood.

See on sama jood, mida me kõik tarvitame nüüd kriimustuse või haava desinfitseerimiseks. Kuid meie ei kasuta seks otstarbeks tahket joodi, vaid tema lahust viinapiirituses.

Mõni aasta pärast joodi avastamist saadi haruldasest mineraalist veel üks tundmatu element — metall, mis sarnanes kaaliumiga ja naatriumiga. Ta osutus üsna kergeks — ainult veidi raskemaks kõige kergematest puidusortidest. Kui see metall poleks omanud võimet veega niisama tormiliselt ühineda kui kaalium ja naatrium, siis oleks võinud temast valmistada päästerõngaid uppujaile. Nii kerge on ta.

See kolmas leelismetallide perre kuuluv element nimetati liitiumiks.

Varsti leiti ka joodile vastav „paarik“. 1826. aastal avastas prantslane A. Balard soolasaos, kus toodeti soola, tundmatu aine. Paljude omaduste poolest sarnanes see joodiga, kuid jood ta ei olnud. Kui uus aine eraldati puhtal kujul, osutus see lämmatava lõhnaga raskeks punaseks vedelikuks. Sellele elemendile anti nimetus brom. Kes tunneb fotograafiat, see teab, et kõik fotoplaadid, -paber ja -filmid kaetakse nüüd broomi ja hõbede ühendiga. Aga broomi ja naatriumi ühendit müüakse kõigis apteekides vahendina unetuse vastu.

Mitu uut elementi avastas rootslane Berzelius, seesama, kes 1808. aastal aitas Davyl lahutada barüüti ja lupja.

Rida uusi elemente avastati ka väärismetallide seas. Varem tunti ainult kolme väärismetalli — hõbedat, kulda ja plaatinat. Aga XIX sajandi esimesil aastail õnnestus leida veel neli plaatinale lähedal seisvat metalli — iriidium, osmium, roo-

dium ja pallaadium. Sellega aga asi veel ei piirdunud. Viisteist aastat pärast Davy surma, 1844. a., leidis Kaasani ülikooli professor C. Claus Uurali platinamaakidest veel ühe elemendi, mis sarnanes platinaga ja mille ta nimetas ruteniumiks. Arvult oli see juba viiekümne seitsmes element.

Sellele järgnes seisak. Uusi elemente ei avastatud enam kuskil.

Neil aastail, XIX sajandi teisel veerandil, hakkas kiiresti arenema tööstus. Euroopas ja Ameerikas ehitati esimesed raudteed. Merele ilmusid esimesed aurikud. Tööstustoorainete, maakide, kivisöe ja muude maavarade otsinguil tungisid inimesed maakerka kõige kaugematesse nurkadesse.

Koguti rikkalikemad mineraalide ja kivimite kollektsioonid. Tuhanded mitmesugused ained käisid tehastes ja laboratooriumes keemikute käest läbi, kus neid põhjalikult analüüsiti. Kuid uusi lahutamatu elemente peale tuntud viiekümne seitsme ei õnnestunud enam leida.

Võib-olla olid maakeral olemasolevad elemendid toleks ajaks tõepoolest kõik juba leitud ja edasi otsida ei olnud enam mõtet?

Ei, elementide otsijad ei rahunenud. Nad arutlesid järgmiselt:

„Nähtavasti on meil seni õnnestunud tundma õppida ainult neid elemente, mis esinevad kõikjal suurtes kogustes ja mida on kerge teistest elementidest eraldada. Kuid me teame, et kõik meile tuntud elemendid on maakeral levinud väga ebahühtlaselt. Rauda näiteks on kõigis maailmajagudes palju, vaske — märksa vähem, hõbedat — veelgi vähem, kulda — hoopis vähe. Ruteniumi aga leidub kogu maakeral arvatavasti ainult mõnikümend tonni. Miks ei või oletada, et on olemas veelgi haruldamaid elemente, mida esineb vaid siin-seal peotäite või terakeste kaupa? Vaja katsuda nad välja otsida.“

Otsingud jätkusid, kuid tagajärjetult. Austraalias ja Gröönimaal, Pariisi külje all ja vulkaan Vesuuvil leiti väga mitmesuguseid kivimeid, ainult et nad kõik koosnesid juba hästi tuntud elementidest. Uusi elemente aga ei leidnud keegi.

Ometi oleks uute elementide leidmine pidanud olema nüüd hoopis kergem kui Scheele ja Lavoisier' ajal.

Keemilise analüüsi kunst täiustus iga aastaga. Keemikud õppisid mitte üksnes määrama, millised elemendid nimelt sisalduvad selles või teises kivis või savis, nad võisid ka suure täpsusega öelda, kui palju sisaldub mingis aines üht elementi ja kui palju teist.

Ühe grammi ainega tegi vilunud keemik kümneid operatsioone ja muutmisi. Ainēt lahustati, aurutati, pesti, filtreeriti, kuumutati, töödeldi hapete ja leelistega, põletati tulel, jahutati jääl, peenendati uhmris. Ja ainustki terakest temast ei lastud seejuures kaduma minna.

Loodi keerukad analüütilised kaalud, nii tundlikud, et neil võidi ära kaaluda aine kübemeke, mis oli tuhat korda kergem kui ühegrammiline viht.

Täpselt, haruldaselt täpselt õppisid inimesed laboratooriumes töötama.

Aga uusi elemente ei suutnud ükski keemik ikkagi enam leida.

Lõpuks tuli füüsika uuesti keemiale abiks, nagu juba varem, mil füüsik Volta leiutis aitas keemik Davyt.

Siis avastati uued keemilised elemendid elektril abil.

Nüüd, pool sajandit hiljem, aitas keemikuil uusi elemente avastada valgus.

Kaks sõpra, keemik Robert Bunsen ja füüsik Gustav Kirchoff, ühendasid oma teadmised ja oskused ning teostasid tõeliselt tähelepanuväärivad avastused.

2. Robert Bunsen ja Gustav Kirchoff.

Robert Wilhelm Bunseni elurada kulges ühtlaselt ja rahulikult nagu hea vanaaegse kella käik. Bunsen ei kannatanud kunagi puudust ega elanud vaesuses, aga rikkust ta ei taotlenud. Teda ei veedelnud ei kuulsus ega kunst. Ta elas vaid oma teadusele ja ei hoolinud muust.

Ta polnud iseõppija nagu Scheele ja Davy. Bunseni vane-

mad hoolitsesid selle eest, et anda omia pojale tubli haridus, ning kogu keskkond, milles ta elas lapsepõlves ja nooruses, otse tõukas tegelema teadusega.

Saksa linn' Göttingen, kus ta sündis, oli maailmakuulus oma ülikooli poolest. See linnake elas teadusest, elatus teadusest, nagu sadamalinn elatub merest, supellinn haigetest. Bunseni isa oli Göttingeni ülikooli professor. Pole ime, et ka lugupeetud professori andekast pojast sai aja jooksul teadlane!

1828. a. lõpetas Robert seitsmeteistkümneaastasena gümnaasiumi ja astus kohe ülikooli. Kolm aastat hiljem omandas ta doktori kraadi. Seejärel asus ta rännakule mööda Euroopat.

Poolteist aastat matkas Bunsen sõidukeis rappudes ja jalgsi kõndides linnast linna, ühest riigist teise. Ta külastas metallurgia-, keemia-, suhkru- ja igasuguseid muid tehaseid, laskus söekaevandustesse ja ronis lumitipulistele mägedele. Ta tutvus Saksamaa, Prantsusmaa, Šveitsi ja Austria kuulsate keemikutega. Prantsusmaal, Saint-Étienne'is nägi Bunsen esmakordselt oma elus naljakat uudist — aurraudteed, millel inimesed sõitsid ilma hobusteta.

Tulnud tagasi oma kodulinna Göttingeni, asus noor doktor ilma pikemate arutlusteta professorikutse tallatud teele: ta läks ülikooli eradotsendiks (professori abiliseks) ja hakkas õpetama keemiat.

See oli 1834. aastal. Sellest ajast alates kujunes tal kogu eluajaks kindel režiim: loengud, laboratoorium, ja jälle loengud, laboratoorium.

Kahekümneviieaastasena veetis ta oma päevad samuti kui viiekümneaastasena, viiekümneaastasena samuti kui seitsmekümneaastasena. Hommikul istus ta juba varavalgel laua äärde — kirjutama, arvutama, oma töö tulemusi kontrollima. Siis läks ta loenguid pidama. Sealt edasi laboratooriumi, kus ta töötas kuni lõunasöögini. Pärast lõunat käis ta mõne sõbraga jalutama ja läks siis jälle laboratooriumi.

Siiski oli vahel harva sündmusi, mis viisid Bunseni mõneks ajaks rööpast välja.

Need ei olnud rasked haigused, sest kuni kõrge vanuseni ei põdenud Bunsen kunagi.

Need ei olnud armuelamused, sest ta ei armunud kellessegi.

Need polnud perekondlikud õnnetused, sest ta elas üksiku poissmehena; ka mitte poliitilised sündmused, sest ta hoidus poliitikast ja ühiskondlikust elust kõrvale.

Plahvatused ja mürgitused, mis peaaegu paratamatult saadavad iga kartmatu keemiku tööd, olid ainsaiks sündmusiks Bunseni elus.

Esimesena tõi Bunsenile silmapaistva teadlase kuulsuse tema töö keerulise koosseisuga aine „kakodüüli“ kallal. Ja nende esimeste katsete juures tekkis tal laboratooriumis plahvatus, mille tagajärjel ta kaotas silma ja oleks peaaegu surnud mürgiste aurude kätte.

Bunsen oli keemilise analüüsi alal tähelepanuväärne meister. Kogu aeg mõtles ta välja üha uusi teravmeelseid menetlusi, kuidas kiiremini ja täpsemini saada teada mitmesuguste ainete koostist. Ja kõigist maailmakaartest sõitsid tema juurde kokku noored keemikud ja üliõpilased, et õppida seda keerulist kunsti.

Ometi ei piirdunud tema teaduslik töö üksnes analüüsiga. Ta tegi hulga tähtsaid avastusi ja leiutas rohkesti väärtuslikke aparate. Kuid, nagu ütles üks Bunseni sõpradest, tema suurimaks avastuseks oli Gustav Kirchhoffi „avastamine“.

Bunsen „avastas“ Kirchhoffi, see tähendab tutvus temaga Breslaus, kuhu Bunsen 1851. aastal oli kutsutud keemiaprofessoriks. Ja kohe said nad sõpradeks.

Kirchhoff elas peaaegu samasugust korrapärast ja rahulikku „professorielu“ nagu Bunsengi.

Ka vaimuannetelt ei jäänud Kirchhoff Bunsenist maha, kuid tema erialaks polnud keemia, vaid füüsika ja matemaatika.

Väliselt sarnanesid nad teineteisega nagu päev ja öö.

Kui sõbrad jalutasid kahekesi Breslau tänavail, vaatasid möödaminejad neile imestunult järele. Liigagi „ebavõrdne“ oli see paar!

Kujutlege hiiglakasvulist, laiaõlalist meest, sigar suus. Kõrge silinder tema peas vahtis peaaegu teise korra akendesse. See

oli Bunsen. Tema kõrval aga sammus väike habras mees, veheldes elavalt kätega. See oli Kirchoff.

Bunsen oli sõnaaher, Kirchoff aga jutukas. Noorena lobi- ses ta nii palju, et ta emal tuli teda ühtelugu vaigistada:

„Ole ometi vait, Julchen . . . Ole nüüd natuke vait, Julchen!“

„Julcheniks“ hüüti teda seepärast, et ta oli sale ja õrn nagu tütarlaps.

Kirchoff tundis ilukirjandust, armastas deklameerida ja oli korra olnud väga huvitatud teatrist. Kuid see ei takistanud teda kogu hingega kiindumast Bunsenisse, kes ei tahtnud millestki kuulda peale oma teaduse ja keda oli võmatu välja viia tema ebamugavast poissmehekorterist ükskõik millisesse lõbustuskohta.

Aastat poolteist peale tutvumist tuli neil teineteisest lahkuda. Bunsenile tehti ettepanek tulla üle ühte parimasse ja vanimasse Saksamaa ülikooli — Heidelbergi. Ta asus sinna — kuid igatses väga Kirchoffi järele. Kirchoff aga igatses Bunseni järele. Lugu lõppes sellega, et Bunseni algatusel kutsuti ka tema sõber Heidelbergi ülikooli.

Nüüd olid mõlemad teadlased kogu eluaja lahutamatud. Peaaegu iga päev tegid nad pikki jalutuskäike Heidelbergi mägisel ümbruskonnas, kas kahekesi või veel mõne kohaliku professori seltsis. Neil jalutuskäikudel jutustasid Kirchoff ja Bunsen teineteisele üksikasjaliselt oma katsetest ja teaduslikest töödest.

Varsti avanes neile võimalus ka töötada käsikäes ühise küsimuse kallal.

3. Tule värvus.

1854. aastal ehitati Heidelbergis gaasivabrik ja Bunseni laboratooriumi juhiti gaas. Tekkis vajadus gaasipõletite järele. Bunsen proovis mitmesuguse konstruktsiooniga põleteid, kuid ükski neist ei rahuldanud teda. Siis leiutas ta ise uue suure- pärase põleti.

Bunseni põleti ei suitsenud ning teda sai vajaduse järgi reguleerida. Ta võis anda kord väga kuuma, puhta ja värvitu,

kord vähem kuuma, aga märksa suurema leegi. Tarbe korral võis jätta põlema õige väikese tulekeelekesse, mis aga siiski ei kustunud.

Seda imelihtsat ja mugavat põletit kasutatakse veel tänapäevani kõigis maailma laboratooriumes. Teda nimetatakse Bunseni põletiks.

Bunsen armastas väga tegelda tulega. Ta oli osav meister puhuma kuumutatud klaasist mitmesuguseid keemilisi riistu ja istus mõnikord tundide viisi laua juures, õhutades jootetuld sepalõotsaga. Tema määratu suured käed keerutasid osavalt klaasi leegitsevas tules. Innukalt puhus ta tulisesse klaasmassi, andes sellele kõige fantastilisemaid kujusid. Ta jootis sellesse metalli, liitis ühe toru teise otsa, ühe riista teise külge ja haaras pehmenenud klaasi kõhklemata paljaste kätega, otsekui polekski need nahast ja lihast nagu kõigil inimestel, vaid tulekindlast terasest.

„Varsti tuleb praelõhna,“ ütlesid üliõpilased, kui professor istus jootetoru juurde.

Ja tõepoolest, sageli hakkasid Bunseni sõrmed sõna otseses mõttes suitsema; nagu poleks juhtunud midagi, ei lasknud ta tulist klaasi käest lahti. Ainult siis, kui tal hakkas juba väljakannatamatult valus, jahutas ta põletatud sõrmi erilisel bunsenlikul viisil: haaras nendega kiiresti parema kõrva lestast kinni ja pigistas seda tugevasti.

Tema „tulekindlad“ käed olid kogu ülikoolis tuntud.

Kui Bunsen jootis või puhus klaasi, ei võinud tal jääda tähele panemata, kuidas kogu aeg vaheldub leegi värvus. Eriti hakkas see talle silma paistma siis, kui ta võttis kasutamisele oma gaasipõleti.

Tavaliselt andis põleti vaevaltmärgatava, sinaka tulise leegi. Kuid tarvitses vaid paigutada sellesse värvitusse leeki klaasitoru, kui leek muutus kollakaks.

Lipsas leek põleti sisse ja ajas seal vase kuumaks, värvus leek roheliseks. Tükikese kaaliumisoola mõjul muutus ta roosakaslillaks.

Bunsen katsus plaatinatraadiga viia leegisse väga mitmesuguseid aineid. Ja mis juhtus? Värvitu gaasileek omandas toredaid värvusi nagu ilutulestik.

Strontsiumisoola kübemeke andis ereda vaarikpunase tule, kaltsium — telliskivipunase, baarium — rohelise, naatrium — erekollase, jne.

Bunsen teadis, et mõned keemikud püüdsid juba ammu leegi värvuse järgi ära tunda ainete koostist. See ei õnnestunud kuigi hästi, sest neil olid vaid piirituslambid, aga piiritusleegil on oma värvus. Bunseni põleti värvitus leegis tuli aga kõik väga selgesti esile.

„See on väga huvitav,“ mõtles Bunsen, „mõne sekundi jooksul võib saada teada mistahes aine koostise!“

Bunsen teadis väga hästi, kui palju askeldusi nõuab tavaline keemiline analüüs. Et saada teada, millistest elementidest koosneb mingi aine, tuleb temaga jännata tunde, mõnikord koguni mitu päeva. Aga siin näis tõepoolest kõik olevat väga lihtne — paigutad põleti leeki kübemekese ainet ja saad kohe teada, millest ta koosneb!

Kõik see oli nii, kuid mitte täiesti.

Oli hea, kui aine koosnes, ütleme, ainult kaaliumist või ainult strontsiumist ja ei sisaldanud mingisuguseid lisandeid. Siis oli leegil puhas, selge lilla või vaarikpunane värvus. Aga kui uuritava aine koosseisu kuulus mitu erisugust elementi, nagu on peaaegu alati? Siis oli isegi puhtas Bunseni põleti leegis raske millestki aru saada. Üks värvus varjas teist.

Bunsen püüdis rakendada mitmesuguseid võtteid, et näha iga värvust üksikult.

Ta katsus vaadelda leeki läbi sinise klaasi. Nii õnnestus tal mõnikord eraldada leegis kaaliumi lillat ja liitiumi punast värvust, kuigi paljale silmale näis leek naatriumi mõjul erekollasena. Läbi sinise klaasi ei ole aga kollane värvus nähtav, mistõttu lilla paistab selgesti. Kuid kõik see oli ebakindel ja määrata sel kombel aine koosseisu õnnestus vaid ühel juhul sajast.

Kord jalutuskäigul jutustas Bunsen oma katsetest Kirchhoffile.

„Füüsikuna talitaksin ma sinu asemel teisiti,“ ütles Kirchhoff. „Minu arvates tuleks vaadelda mitte leeki, vaid tema spektrit. Siis paistaksid kõik värvused palju selgemini.“

Bunsenile meeldis see mõte. Ja nad mõlemad otsustasid viivitamatult asuda selle teostamisele.

See kõnelus oli 1859. aasta varakevadel. Teaduse suhtes olid tal erakordselt tähtsad tulemused. Aga enne kui neist jutustada, peame tutvuma spektriga.

Selleks tuleb meil pöörduda kaugele tagasi „ammu möödunud päevade“ sündmuste juurde.

4. Miks püüdis Isaac Newton valguselaigukesti?

Oli 1666. aasta. Vaikses Inglise linnas Cambridge'is harrastas noor teadlane Isaac Newton juba mitu päeva järjest väga imelikku tegevust.

Ta püüdis valguselaigukesti.

Newton istus tundide viisi üksinda pimedas toas, õiendas seal midagi kobamisi, askeldas, pomises endamisi. Vahest oli ta pugunud siia lihtsalt kuumuse eest, lootes leida pimeduses vilumat paika? Vaevalt! Ta kattis hoolega kõik pilud ja toas oli umbne kui kasvumajas. Tolleaegse moe kohaselt oli tal peas raske parukas. Ta nõretas higist, väljas aga puhus karge tuuleke. Miks istus ta siis seal sumbunud õhus?

Ta püüdis paberilehele valguse laigukesti.

Aknad oli ta katnud tihedate luukidega, aga ühesse neist luukidest teinud herneterasuuruse augu. Selle augukese kaudu tungis pilkasse pimedusse kitsas päikesekiirte kimp. Newton kõndis aeglaselt mööda tuba, pannes päikesekiirte ette oma peopesa või paberi või lastes neid tungida kaugemale, kuni seinani. Hele valguselaiguke hüppas peopesalt seinale, seinalt paberile, paberilt Newtoni mustale kuuale.

Kas niisugune lapsik ajaviide võis õpetatud noormehele tõesti lõbu pakkuda?

Mõistagi mitte! Newton ei lõbutsenud, vaid tegeles tõsise asjaga — teostas katset.



Isaac Newton.

Käes oli tal kolmnurkne klaasprisma — tavaline klaasitükk kolme sileda tahuga. Aeg-ajalt asetab Newton selle klaaseseme päikesekiirte kimpu.

Niipea kui see prisma asetus päikesekiirte teele, kadus seinalt valge ümmargune valguselaik ja tema asemele ilmus pikk mitmevärviline riba.

„Kuhu jäi valge valgus?“ küsis Newton endalt nõutult, nähes esmakordselt seda arusaamatut muundumist.

Ühe käega hoidis Newton prisma, teisega püüdis kiiri. Ta liigutas sõrmi, vehkles käega. Sõrmed olid vaheldumisi erepunased, kollased, rohelised, sinised, violetsed. Kuid valget valgust ei leidnud ta enam kuskilt.

Newton kordas katset veel ja veel kord. Ja alati oli tulemus sama: kuni prisma helendasid päikesekiired hariliku valge valgusega, kuid prismast väljusid nad kõigis vikerkaarevärvusis.

Niipea kui Newton kõrvaldas prisma, hakkas seinal jällegi mängema valge laiguke, luugis oleva augukese täpne koopia. Kuid vaevalt oli ta asetanud prisma kiirte teele, kui seinale ilmus uuesti piklik mitmevärviline laik.

Newton nimetas selle mitmevärvilise riba spektriiks.

Spektri ülemine äär oli alati punane. Punane värvus läks tähelepandamatult üle oranžiks, oranž — kollaseks, kollane — roheliseks, roheline — helesiniseks. Alumises otsas oli spekter sinine ja violetne.

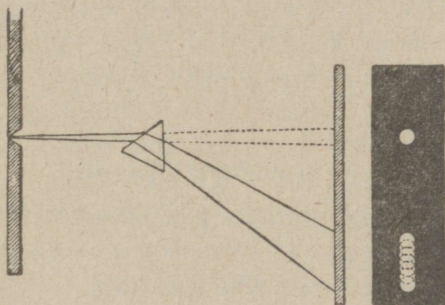
Newton murdis kaua pead, püüdes mõista, millest tekib spekter. Niipea kui tõusis päike, sulges ta luugid ja hakkas püüdma mitmevärvilisi kiiri. Alles õhtu eel lahkus ta oma vabahtlikust vangistusest, pilutades silmi valguse eest: suurepärased värvilised spektrid hüplesid tal aga ikka veel silmade ees.

Ta mõtles neist alati — ööl ja päeval. Ja lõpuks leidis ta kõigele seletuse.

Valgus, mida kiirgab päike, pole sugugi mitte valge valgus, otsustas Newton, ta ainult näib meile valgena. Tõeliselt voogab meile taevast juba äärmiselt eredaid mitmevärvilisi kiiri. Kui

nad tulevad kõik üheskoos, ei eralda meie silm neid üksikult, vaid tajub neid valge valgusena. Aga kui see kiirte segu läbib prisma, paiskab prisma kiired laiali ja me näeme iga värvust eraldi.

Iga kiir annab väikese ümmarguse laigukese, täpse koopia luugis olevast augukesest. Punane laiguke asub kõige ülemal, sest punased kiired kalduvad prisma mõjul kõige vähem kõrvale, violetne aga kõige madalamal, sest prisma kallutab violetseid kiired kõige kaugemale ¹⁾. Punase ja violetse vahel asetsevad kõik ülejäänud värvid.



Newtoni katse. Luugis oleva augukesest ümmarguse valge kujutuse asemel saadakse seinal pikk mitmevärviline riba — spekter.

Iga värviline laiguke puutub servadel teisega kokku. Ja nii tekibki ümmarguse valge laigukese asemel piklik mitmevärviline riba — spekter.

Esimesel pilgul võib Newtoni seletus näida väga imelik.

On raske kujutleda, et valge valgus tõeliselt polegi valge ja et taevalaotusel meie peade kohal liigub mitte helevalge päike, vaid mingi imelik valguskeha, mis ühel ja samal ajal on punane, kollane, roheline ja violetne.

¹⁾ „Ülemal“ ja „madalamal“ on õige ainult sel juhul, kui prisma serv on ülalpool, selle vastastahk aga allpool (redigeerija märkus).

Ja siiski on see imelik väide õige. Tuletage vaid meelde, kuidas sätendavad päikese käes igasugustes värvustes selged kaste- ja vihmapiisad!

Newton tegi oma pimedas toas mitukümmend katset, enne kui ta julges kuulutada päikese valge valguse kiirte seguks. Ja ta tõestas seda nii näitlikult, et oli raske talle vastu vaielda.

Newton mitte ainult lahutas valge segatud valguse algosadeks, vaid toimis ka vastupidi: kogus üksikud värvilised kiired teise prisma abil uuesti kokku, nii et nad näisid jälle valgeina.

Ta mõtles välja järgmise katse: puust ketas, millele olid kantud kõik päikese spektri värvused, pandi telje ümber kiiresti pöörlema; ja pöörlev ketas näis peaaegu valgena.

Tegelikult oli aga ketas üleni värviline, ilma ühegi valge laiguta.

5. Fraunhoferi jooned.

„Mis on siis siin tegemist päikesega?“ küsib lugeja. „Jutt oli Bunseni põleti leegist ja keemiliste ainete analüüsist. Milleks meenutati äkki päikest ja tema spektrit?“

Kohe saate kõik teada.

Mis tegi Newton?

Ta avastas oma pimedas toas, et päikese valgus pole ühtlane, et see valgus koosneb väga mitmesuguse värvusega kiirtest ja et prisma kallutab erivärvilisi kiiri erinevalt kõrvale nende õigest teest.

Noh, aga kas iga teine valgus — mitte päikese oma, vaid kunstlik valgus — on ka mitteühtlik? Näiteks piirituslambi või küünla valgus — kas ka see koosneb erivärvilistest kiirtest?

Jah, ka kunstlike valgusallikate valgust võib samuti lahutada üksikuiks värvusteks.

1814. aastal uuris osav saksa optik Fraunhofer mitmesuguste lampide spektreid, püüdes leida säärast valgusallikat, mis annaks vaid ühesuguseid kiiri. Ta vajab ühevärvilist valgust, et kontrollida selle abil oivaliste suurendusklaaside kvaliteeti, milliseid ta valmistas optiliste aparatuuride jaoks.

Puhast, ühevärvilist valgust Fraunhoferil ei õnnestunud leida, kuid see-eest avastas ta teisi huvitavaid asju.

Fraunhofer läks ka pimedasse tuppa nagu Newton, kuid las kis valgust väljast sisse mitte läbi ümmarguse avause, vaid läbi väga kitsa pilu aknas või ukstes. Lambi asetab ta välja otse pilu ette, aga prisma taha seadis pikksilma ja püüdis sellega spektrit.

Ta pikksilm oli võimas ja prisma erilisest klaasist, mis tugevasti hajutas mitmevärvilisi kiiri. Seetõttu tuli tal ka spekter pikk, puhas ja terav, väljavenitatud vöödilise riba.

Esimesena pani Fraunhofer pilu ette õililambi. Pikksilma vaadates nägi ta, et mitmevärvilisel spektri lindil paistab kaks kõrvuti asetsevat, täpselt pilulaiust, väga eredat kollast joont.

Ta keeras pikksilma läätse, vaatas teist, vaatas kolmat korda: kollased jooned püsivad paigal. Fraunhofer mõistis, mida see tähendab: lambist väljuvate kiirte seas on kaks eriti eredat ja seetõttu ei lahutu nad teiste hulgas, vaid annavad eraldi selged pilu kujutused.

Kui Fraunhofer pani õililambi asemele piirituslambi, olid pikksilma vaateväljas jällegi kollased jooned.

Pani küünla — ja nägi jälle kollaseid jooni. Ning alati olid nad ühel ja samal kohal, muidugi, kui pikksilma ja prisma ei olnud paigast nihutatud ja spektri pikkus jäänud muutumatuks.

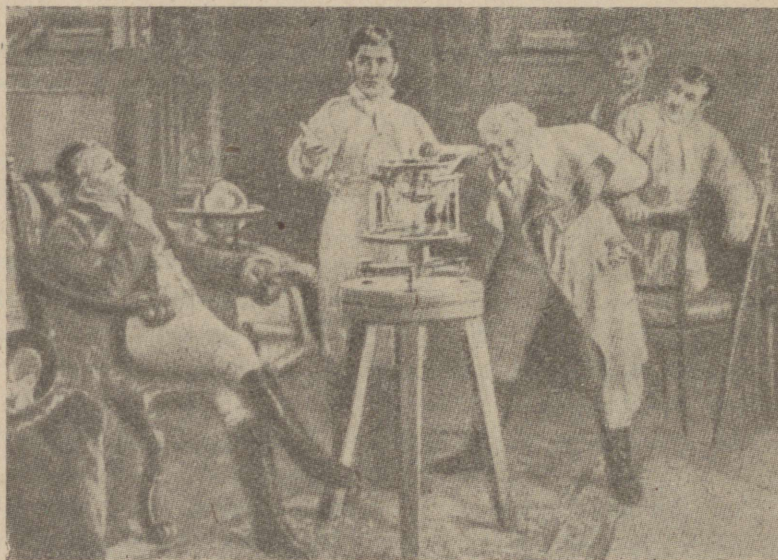
Fraunhofer hakkas neid kollaseid jooni otsima ka päikese spektris. Kuid siin neid ei olnud. Selle asemel avastas ta aga midagi muud: päikese spektri pikka, eredat, mitmevärvilist riba läbisid arvukad tumedad püstjooned.

Fraunhofer loendas neid üle viiesaja. Ja igaüks neist kitsaist, pilulaiustest tumedaist joontest asus alati ühel ja samal kohal. Ühed olid veidi tumedamad, teised heledamad, mõned aga paistsid eriti teravalt silma ja näisid spektri heledal taustal täiesti mustadena. Need kõige nähtavamad jooned märkis Fraunhofer tähtedega — A, B, C, D ja nõnda edasi.

„Mis ime see on?“ mõtles Fraunhofer, vaadeldes tumedaid ribakesi. „Näib, nagu puuduksid päikese spektris mõned värvused!“

Ta hakkas tumedaid jooni õige tähelepanelikult vaatlema ja imestus veelgi enam: tumedaim kaksikjoon D asus täpselt samal kohal, kus küünla ja lampide spektris olid erekollased jooned.

Päeval laseb ta läbi pilu päikese valgust ja värvilises spektriribas tekivad teataval kohal kaks musta joont . . .



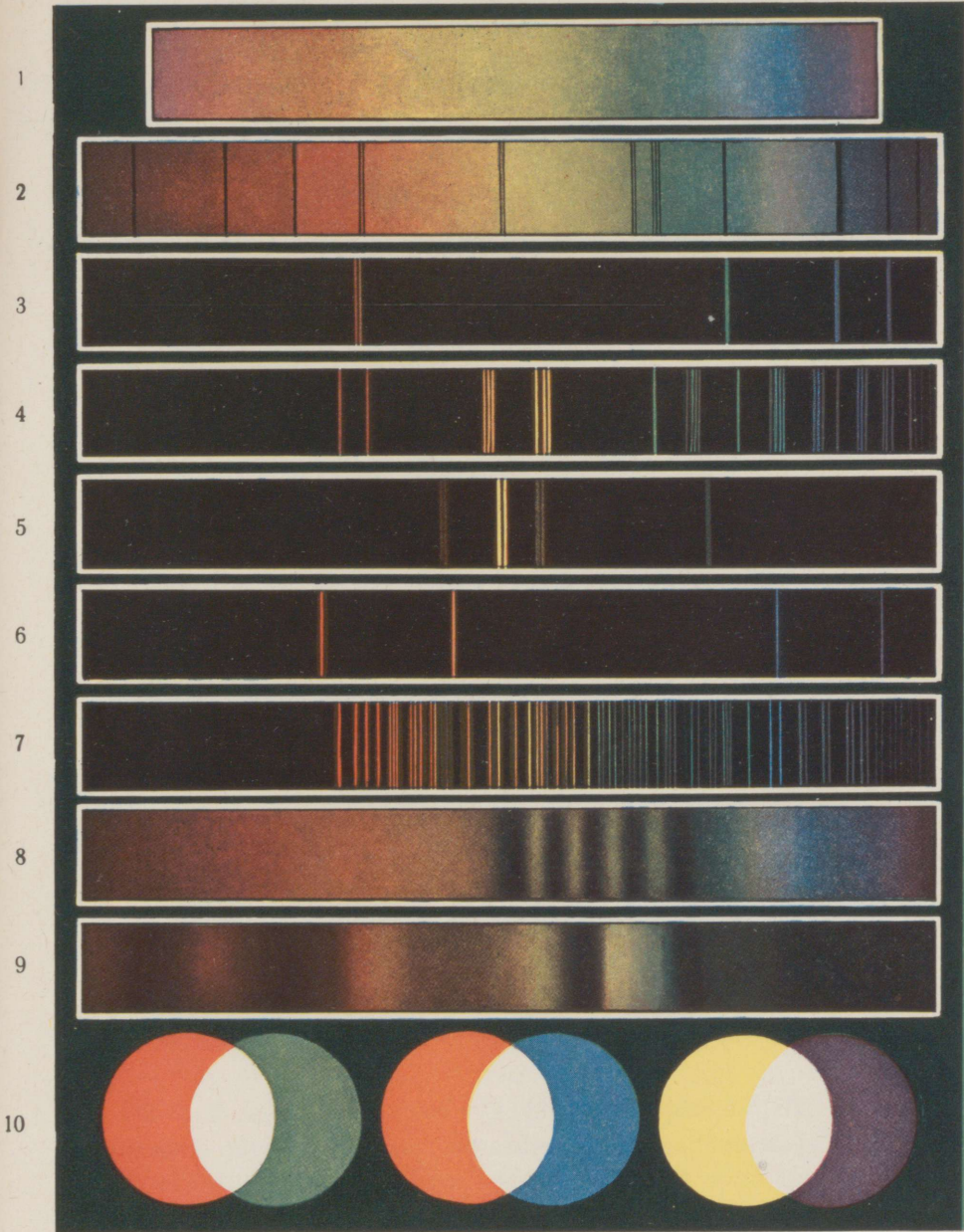
Fraunhofer demonstreerib oma aparati spektri uurimiseks.

Õhtul paneb ta pilu ette lambi või küünla ja leiab spektris samal kohal erekollase kaksikjoone. Ning mõlemad paarid langevad täpselt ühte.

Teiste sõnadega, just neid kiiri, mis kunstlikes valgusallikais helendavad kõige eredamalt, ei olnud päikese valguses.

Imelik, seletamatu nähtus!

Pärast Fraunhoferit uurisid paljud teadlased mitmesuguste valgusallikate spektreid. Läbi prisma lasti steariinküünla, elektrisädeme ja volta kaare valgust. Peaaegu alati ilmnis nende spektreis ere kollane joon, sageli ka teisi eredaid jooni.



Spekter. 1) Pidev spekter. 2) Päikese spekter Fraunhofer'i joontega. 3) Vesiniku spekter. 4) Lämmastiku spekter. 5) Naatriumi spekter. 6) Liitiumi spekter. 7) Raua spekter. 8) Kaaliumpermanganaadi absorptsioonspekter. 9) Klorofüllü absorptsioonspekter. 10) Täiendusvärvused.

Päikese spektris aga leiti üha uusi tumedaid jooni, „Fraunhoferi jooni“, nagu neid hakati nimetama. Ent keegi ei mõistnud seletada, millest nimelt on tingitud eredate joonte tekkimine lambi ja elektriikaare spektris ning miks on päikese spektris tumedad jooned? Mõned teadlased olid lahendusele juba üsna lähedal, kuid saladust lõpuni selgitada nad siiski ei mõistnud.

Seda tegid Kirchhoff ja Bunsen.

6. Spektraalanalüüs.

Sõbrad alustasid sellega, et koostasid ise spektroskoobi — aparadi spektri vaatlemiseks.

Ühel ilusal päeval ilmus Kirchhoff Bunseni laboratooriumi tühja sigarikasti ja kahe kolikambrisse määratud pikksilmaga. Neist lihtsaist vahendeist koostatigi spektroskoop.

Valgus lasti sellesse läbi kitsa pilukese, mis oli lõigatud ühe pikksilma otsa kohale (seda piluga toru nimetatakse kollimaatoriks). Pole raske mõista, et kollimaator täitis sama ülesannet, mis augukesega luuk Newtoni pimedas toas.

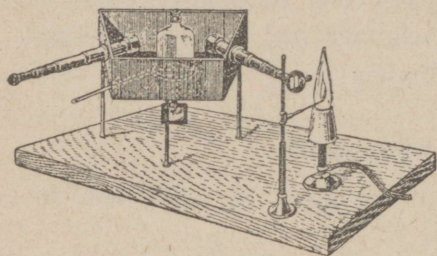
Kollimaatorist langesid kiired prismale, mis oli kaetud sigarikastiga. Et väljast sinna valgust ei pääseks, kleepis Kirchhoff kasti musta paberiga üle.

Prisma kallutas läbi pilu tulevad kiired kõrvale. Saadi spekter. Seda spektrit vaatlesid Kirchhoff ja Bunsen läbi teise pikksilma, nagu tegi omal ajal Fraunhofer.

Muidugi töötas spektroskoobi ehitamisel Kirchhoff kui füüsik rohkem. Kuid ka Bunsen ei raisanud aega: ta valmistas päris puhtaid aineid, et uurida neid leegi abil. Ta lahustas korduvalt mitmesuguseid soolasid, laskis lahuses eralduda kristalle, filtreeris neid, pesi ja lahutas uuesti, seni kui ta sai erakordselt puhta aine.

Õieti oli see vaeva nõudev ja vähe huvi pakkuv töö. Kuid Bunsen oli juba noores eas omandanud kannatlikkuse ja püsivuse teaduslikus töös. Mõlemad sõbrad töötasid väga täpselt ja läbimõeldult ning see kandis otsekohe vilja.

Alguses juhtis Kirchhoff aparadi kontrollimiseks pilusse peegli abil heleda päikesekiirte kimbu. Ta vaatas pikksilma ja vaimustus: selles helendas suurepärane mitmevärviline spekter, mida läbisid kogu ulatuses mustad Fraunhoferi jooned.



Kirchhoffi esimene spektroskoop.

andis kuuma leegi, kuumema kui sula teras. Ja ometi ei tekitanud selle leegi valgus peaaegu mingit spektrit, nii kahvatu ja värvitu oli ta.

Pilt muutus äkki, kui Bunsen hakkas viima põleti leeki mitmesuguste ainete tükikesi. Kõigepealt võttis ta puhta keedusoola, mida keemikud nimetavad kloornaatriumiks, sest ta koosneb kloorist ja naatriumist. Bunsen võttis puhtale plaatina- traadile tükikese seda soola ja asetas leeki. Kohe muutus leek erekollaseks. Kirchhoff vaatas pikksilma.

„Ma näen kõrvuti kaht kollast joont,“ ütles ta, „muud pole midagi. Tume taust ja sellel kaks kollast pilukest.“

Täpselt samasugused kollased jooned saadi ka teiste naatriumiühendite puhul. Bunsen asetas järjekorras leeki süsihapu naatriumi, mida teisiti nimetatakse soodaks, väävelhapu naatriumi, lämmastikhapu naatriumi, mida nimetatakse ka salpeetriks, ja hulga teisi naatriumisoolasid. Kõik nad andsid ühesuguse spektri: kahekordse erekollase joone mustal taustal ja see joon ilmus alati samal kohal.

Niisiis, kõik oli täiesti selge: kõrge kuumuse käes lagunes naatriumisool silmapilkselt, naatrium muutus hõõguvaks auruks ja viimane helendaski kollase valgusega muutumatus varjundis.

Leek muutus uuesti värvituks, niipea kui naatriumisoolad olid täielikult lendunud. Siis pesi ja kuumutas Bunsen põhjalikult plaatinatraadi, võttis sellega mõned kaaliumisoola terakesed ja asetas leeki.

Leek värvus õrnillaks. Uuesti vaatas Kirchhoff pikksilma. Mõned sekundid valitses vaikus.

„Mida on näha, Gustav?“ küsis Bunsen.

„Ma näen mustal taustal üht violetset ja üht punast joont, aga nende vahel on peaaegu pidev spekter ilma ühegi heledama jooneta.“

Kõik liitiumisoolad andsid ühe helepunase joone ja vähem märgatava oranži joone.

Strontsiumisoolade spektris paistsid silma üks erisinine ja mõni tumepunane joon.

Ja nii igal elemendil. Osutus, et iga elemendi hõõguv aur annab teatava kindla värvusega kiiri ja et prisma kallutab need kiired teatavale kindlale kohale.

Kirchhoff ja Bunsen vaatlesid rõõmuga neid kauneid värvilisi jooni spektroskoobis. Bunsen meisterdas erilise aluse, mis hoidis ise plaatinatraadi leegis. Nüüd ei tarvitsenud tal enam istuda kogu aeg pilu juures, vaid ta võis koos Kirchhoffiga vaadata spektroskoopi.

Lõpuks hakkas neil juba silmade ees virvendama, kuid Kirchhoff ei tahtnud veel lahkuda.

„Vaja see kõik üles joonistada,“ ütles ta. „Peame fikseerima kõik spektrid paberile, et nad oleksid meil töös võrdlemiseks.“

„Kannata,“ peatas teda Bunsen. „Me ei tea ju veel kõige tähtsamat: missuguse spektri annab leek siis, kui panna temasse korruga mitu erisugust soola, näiteks naatriumi-, kaaliumi- ja liitiumisoola.“

Otsustati teha kohe kas või üksainus katse seguga ja seejärel pidada vaheaega. Nad mõlemad kibelesid teada saada, kas on võimalik määrata spektri järgi kindlaks aine koostist, kui sinna kuulub mitu erisugust elementi.

Saabus otsustav hetk. Kirchhoff kõndis toas edasi-tagasi, hõõrudes kätega väsinud silmi. Bunsen, rahulik nagu alati, valmistas hoolikalt ja kaua segu mitmest soolast. Viimaks võttis ta traadiga mõned terakesed sellest segust ja pistis tulle. Leek värvus erekollaseks: naatrium varjas kõik teised ained.

Kuid mida näitas spektroskoop?

Kaua vahtis Kirchhoff torru. Oli vaikne. Leegis prigises sool. Õige kergesti värises Bunseni käsi, millega ta hoidis traati.

„Ma võin sulle öelda, millised soolad sa panid segusse,“ lausus lõpuks Kirchhoff. „Segus on naatrium, kaalium, liitium ja veel strontsium.“

„Õige!“ hüüatas Bunsen.

Ta kinnitas traadi alusele ja sööstis spektroskoobi toru juurde. Seal nägi ta järgmist.

Kõik heledad jooned särasid lahus, igaüks omal kohal. Kõige selgemini oli näha naatriumi kahekordne kollane joon. Aga ka kaaliumi violetne, liitiumi punane ja strontsiumi helesinine joon — kõik nad helendasid selgelt spektri laia mitmevärvilise riba mitmesugustes osades.

Nagu on võimalik leida tihedast rahvamurrust inimest tema hääle järgi, samuti võis leida segus iga elementi valguskiirte järgi, mida andis tema hõõguv aur. Prisma hajutas eri elementide poolt väljasaadetavad kiired eri kohtadele ja seetõttu ei saanud ükski värvus teist varjata.

Kirchhoff ja Bunsen võisid õnnitleda teineteist võidu puhul. Siht, mille nad endile seadsid, oli saavutatud: nad olid leiutanud uue menetluse ainete keemilise koostise uurimiseks — spektraalanalüüsi.

7. Otsingud päevalgel tulega . . .

Päevad möödusid. Vaikne kuldne sügis ehtis Heidelbergi aedu. Linna ümbritsevad metsarikkad kingud kirendasid kõigis spektri punase-kollase osa värvustes. Õhk oli läbipaistev, puhas, pisut jahe. Kuid Bunsen ja Kirchhoff ei võinud endile nüüd lubada

pikki jalutuskäike. Nad istusid laboratooriumis ja töötasid, töötasid palavikuliselt, joovastunult.

Nende kätte oli sattunud võluaparaat. Kergesti ja lihtsalt nagu muinasjutus avastas ta maailma saladusi. Ja mõlemad sõbrad kasutasid teda väsimatult, rõõmustades ikka uute ja uute avastuste üle.

Spektroskoop osutus nii peeneks, nii tundlikuks aparaadiks, et temaga võrreldes ka kõige keerukamad ja täpsemad kaalud, millel võis kaaluda tibatillukese liivaterakese, näisid jämeda kirvetööna.

Kas teate, kui palju naatriumi peab sattuma Bunseni põleti leeki, et spektroskoobis tekiks kahekordne kollane joon?

Te mõtlete, et gramm, pool grammi, sajandik grammi, võib-olla tuhandik grammi, s. o. üks milligramm?

Ei! Naatriumi või naatriumisoola tükikesest, mis kaalub milligrammist kolm miljonit korda vähem, jätkub selleks, et põleti leek saadaks spektroskoobi pilusse kollase kiire.

Kas kujutlete, mis tähendab üks kolmemiljondik milligrammi?

Kui lahustada klaasitäies destilleeritud vees näputäis keedusoola, mis kaalub üks gramm, lahjendada see lahus siis neljapangelises toobris, mis on ääreni täidetud puhta veega, võtta siis sealt klaasitäis vett, valada see neljakümpnepangelisse toobrisse puhta veega, segada hästi läbi ning võtta sellest toobrist ainult üks tilgake, siis on selles tilgakeses naatriumisoola ainult üks kolmemiljondik milligrammi.

Ja niisuguse uskumatult väikese naatriumihulga võib avastada spektroskoobi abil.

Kas tarvitseb siis imestada, et Fraunhofer ja tema järel ka teised teadlased leidsid kollase joone iga lambi ja iga küünla spektris? Sest selle andis seal naatrium. Mõni miljondik milligrammi keedusoola leidub kindlasti nii lambi tahis kui ka küünla rasvas ja kustahes mujal.

Naatrium tungis leeki igalt poolt. Puudutas Bunsen sõrmega kas või ühe sekundi vältel puhtaimat plaatinatraati — ja valmis: juba oligi sool märkamatult plaatinal. Inimene eritab alati naha

kaudu higi, higi on aga soolane. Ja kui Bunsen pistis traadi leeki, ilmus spektris kollane joon.

Tarvitses vaid kinni lüüa tolmunud raamat süüdatud Bunseni põleti lähedal, ja kohe hüplesid värvitus leegis kollased sädemed, spektroskoop aga märkis erapooletult naatriumisoola esinemise kollase joonega.

Kust sai siis raamatusse naatrium? Ookeanist.

Merelt puhuvad tuuled toovad kaasa tibatillukesi, mikrooskoopilisi soolase merevee piisakesi ja kannavad naatriumisoola nähtamatuid osakesi tuhandeid kilomeetreid kaugele mandri siseosadesse. Need imepisikesed kübemekesed hõljuvad ühes tolmuga õhus ja sadestuvad kõikjal koos temaga. Puhuge Bunseni põleti leeki tolmu ja spektroskoop teatab kohe: on naatriumi.

Bunsen ja Kirchhoff avastasid, et inimest ümbritseb õige „räpane“ maailm.

Peeaaegu igas aines, kas või kõige puhtamaski, leidub mingisuguseid kõrvalaineid. Näis, nagu poleks mõnes olnud ega võinudki olla kõrvalisi lisandeid, aga spektroskoop paljastas need ebapuhtad ained ja näitas:

„On lisandeid. Olgugi väikesi, vahest mõni tuhandik või miljonidik milligrammi või veelgi vähem, kuid neid on.“

Nagu verekoer vaevaltmärgatava lõhna järgi haistab peitu pugunud roimari jälgi, nii avastas spektroskoop kõige ootamatumais kohtades mitmesuguste ainete vähimadki jäljed. Spektri heledad jooned otsekui ütlesid mõlemale õpetlasele:

„Siin on naatriumi. Aga selles aines on kaaliumi, strontsi, baariumi, magneesiumi ja veel palju teisi elemente, mida te siin üldse ei oodanud.“

Kord, kui Kirchhoff ilmus hommikul laboratooriumi, üllatas Bunsen teda järgmiste sõnadega:

„Kas tead, kust ma leidsin liitiumi? Tubakatuhast.“

Kuni tole päevani peeti liitiumi, seda kergeimat metalli ning kaaliumi ja naatriumi sugulast, üheks maailma haruldasimaks elemendiks. Teda esines ainult kolmes-neljas mineraalis, mida leiti õige harva, vähestes paikades maakeral.

Ja äkki leidus liitiumi tavalises tubakas! Spektroskoop otsis ta sealt välja.

Ja mitte ainult tubakas! Nüüd ei möödunud enam päevagi, mil Bunsen ja Kirchhoff ei avastanud seda elementi mõnes uues kohas. Liitiumi leiti harilikus graniidis. Atlandi ookeani soolases vees, jõevees ning puhtaimas allikavees — kõikjal oli liitiumi. Teda leiti tees, piimas, viinamarjades, inimese veres ja loomade lihastes. Isegi meteoriitides, mis langesid maailmaruumist meie juurde maapinnale, leiti liitiumi.

Varustatud spektroskoobiga, pidasid Bunsen ja Kirchhoff mitu nädalat „jahti“ elementidele. Algul meeldis neile väga avastada mitmesuguste elementide salaladusid mistahes kivis või keemilises reaktiivis. Kuid peagi hakkas see jaht kaotama oma võlu. Nad soovisid rohkem: nad unistasid nüüd uute, seni-tundmatute elementide avastamisest.

Tõepoolest võisid kuskil peituda niisugused elemendid, mis olid seni pääsenud keemikute eest just seepärast, et nad esinevad looduses vaid äärmiselt väikestes kogustes. Spektroskoop aga püüdis aineid koguni sealt, kus neid leidus vaid mõni miljondik või miljardik. Miks ei võinud siis oletada, et spektroskoop juhib Bunseni ja Kirchhoffi mõne tundmatu elemendi jälile? Ning mõlemad teadlased, eriti Bunsen, otsisid neid sõna tõsisest mõttest p ä e v a l g e l t u l e g a .

Äkki, keset suurimat otsimisõhinat tuli aga niisugune huvitav sündmus, et mõlemad sõbrad mõneks ajaks uued elemendid hoopis unustasid.

Selles sündmuses etendasid peaosa päikese spektri tumedad jooned — Fraunhoferi jooned.

8. Päikese valgus ja Drummond'i valgus.

„Tead, Robert,“ ütles kord Kirchhoff oma kolleegile, „ma mõtlen kogu aja...“

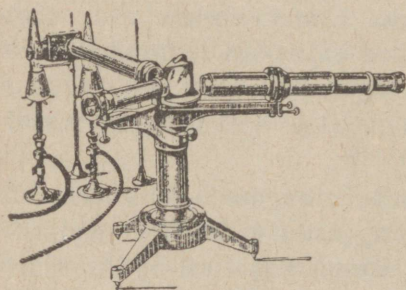
„Uutest elementidest,“ katkestas teda Bunsen.

„Ei. Kujutle, ei mõtle nendest. Ma mõtlen Fraunhoferi joontest. Mida peaksid nad tähendama? Miks on hele päikese spek-

ter üleni läbitud nende joontega? Oleme sinuga selgitanud paljugi asju, aga nende tumedate joonte tekkimine jääb arusamatuks.“

„Jah, nii see on. Kuid mind huvitavad praegu, tõtt öelda, uued elemendid rohkem.“

„Ei, aga mõtle, Robert, miks asub naatriumi kollane joon samal kohal, kus päikese spektris must joon D? Ma olen veendunud, et see pole juhuslik ühtesattumus. Siin on mingisugune seos.“



Kirchhoffi täiustatud spektroskoop.

Järgmisel päikesepaistelisel päeval hakkas Kirchhoff hoolgale uurima päikese spektrit. Juba ammu oli ta spektroskoobile juurde monteerinud jaotustega astriku. Iga spektri joon oli nüüd alati nähtav astriku teatava numbri kohal ning seetõttu oli võimatu teda mõne teise joonega ära vahetada.

Päikesekiired langesid otse kollimaatori pilusse. Prisma taga tekkis suur, ere, pidev spekter. Selles polnud ühtegi heledat joont. Laiade värvuseribade omavaheiline üleminek toimus ühtlaselt ja ainult Fraunhoferi joonte tumedad triibud paistsid püsttarana spektri heledal taustal. Kirchhoff otsis astriku naatriumi kollase joone numbri; joont ennast päikese spektris teadagi ei olnud, aga tema asemel, sama numbri kohal, oli tume kaksikjoon D.

Seejärel kattis Kirchhoff päikese valguse, asetas pilu ette põleti ja viis selle leeki veidi naatriumisoola. Suurepärase kireva päikese spektri asemel oli nüüd pikksilmaga näha kaks nigelat kollast joonekest.

Seal tuli Kirchhoffile pähe huvitav mõte.

„Lasen pilusse ühtlasi ka päikesekiiri,“ otsustas ta. „Seisku kollimaatori juures põleti ja paistku sinna ka päike. Huvitav, kuidas üks spekter asetub teisele.“

Et hele päikesevalgus täiesti ei tuhmistaks naatriumi leeki, paigutas ta päikesekiirte teele mattklaasid. Mahe, nõrgendatud päikesevalgus läbis põleti leegi ja siis, juba koos hõõguva naatriumi kollaste kiirtega, pilu.

Mida näitas spektroskoop?

Oli näha tavaline, kuid tuhmivõitu päikese spekter. Ainult ühe iseärasusega: Fraunhoferi joone D asemel säras heledalt naatriumi joon. Üks spekter oli paigutunud teise peale.

Kirchhoff suurendas veidi päikesekiirte tugevust — naatriumi joon jäi oma kohale. Siis laskis ta täieliku päikesevalguse otse naatriumi leeki ja sealt pilusse.

Vaadates seejärel spektroskoopi, hüüatas ta imestusest: naatriumi hele joon oli ootamatult kadunud ja tema asemele tekkinud tugev must joon. Kuigi põleti leek nagu varemgi saatis endast välja tugeva voo kollaseid kiiri, haigutas spektris naatriumi joone asemel must tühjus.

Kirchhoff oli hämmastunud.

Kõige huvitavam oli see, et tume joon D esines nüüd enneolematu selgusega. Ta oli nüüd märksa tumedam kui tavaliselt ja paistis palju teravamini silma kui kõik teised Fraunhoferi jooned. Ometi suundusid kohale, kus ta asus, põleti leegist eredad hõõguva naatriumi kiired, hajutatud spektroskoobi prisma poolt.

Oleks naatriumi hele joon paistnud tugeva päikese spektri taustal kahvatu, kahvatum kui tavaliselt, poleks Kirchhoff sugugi imestanud: põleti leek on ju päikesevalgusest märksa nõrgem. Kuid et naatriumi joon kadus hoopis, muutus mustaks jooneks D, pealegi enneolematult sügavmustaks, see oli juba tõeline mõistatus.

Kirchhoff lahkus aparraadi juurest ja lähenes mõtlikuna aknale. Mingi pingeline töö toimus ta ajudes.

„Näib, et mul on käes selle äärmiselt huvitava probleemi võti,“ pomises ta.

Sel hetkel ei olnud Bunsenit laboratooriumis. Kirchhoff kutsus assistendi ja palus teda seada spektroskoobi ette aparraat, mis annab nõndanimetatud Drummondi valgust.

Drummondi valguse saamiseks lastakse kahest torust üheaegselt kaht gaasi — vesinikku ja hapnikku — ja süüdatakse nad. Vesinik põleb puhtas hapnikus kõrge kuumusega ja see kuum leek juhitakse puhtast lubjast pulgakesele. Leegiga kokku puutudes kuumendub pulgake valge hõõguseni ja hakkab kiirgama pimestavat valgust.

Sellise viisi valguse saamiseks leiutas inglane Drummond; sellest tuleneb nimetus Drummondi valgus.

Hõõguv lubi ei anna üksikuid heledaid jooni nagu helendavad aurud, vaid ühtlase, pideva spektri ilma mingisuguste heledate joonteta. See spekter sarnaneb päikese omaga, ainult et tal ei ole ühtki tumedat joont.

Milleks vajab aga Kirchhoff Drummondi valgust?

See valgus pidi etendama kunstliku päikese osa.

Kirchhoff kavatses juhtida Drummondi valguse kiired läbi naatriumi leegi ja sealt spektroskoopi. Ta tahtis näha, kuidas käituvad kollased naatriumi jooned Drummondi valguse pideva spektri taustal: kas samuti kui heledal päikese spektril või kuidagi teisiti.

Algul juhtis ta Drummondi valguse otse pilusse, kõrvaldades selle eest naatriumi kollase leegi.

Spektroskoobis oli näha puhas pidev spekter ilma ühegi tumeda või heleda jooneta.

Siis nihutas ta soolaga küllastatud põletileegi otse Drummondi valguse teele, üsna pilu ette.

Ja otsekohe tekkis Drummondi valguse spektri kollases osas selgesti nähtav tume kaksikjoon D.

„Kunstlik Fraunhoferi joon!“ sosistas Kirchhoff. „Milline lugu! Näib, et ma hakkam mõistma, milles asi seisab. Et spektris tekiks tume joon, selleks peab valgus minema läbi teise helendava keha, läbi hõõguva auru. Naatriumi leek nähtavasti mitte ainult kiirgab kollaseid kiiri, vaid ka neelab võõraid kollaseid kiiri, mis on sama varjundiga, kuid tulevad teisest valgusalikast. Ta peab nad kinni, ei lase neid pilusse. See pärast haigutabki Drummondi valguse spektris nende kohal

tume joon. Tõsi küll, sellele kohale langevad kollased kiired põletist endast. Kuid nad on liiga nõrgad, võrreldes tugeva Drummondi valgusega. Ja seepärast näibki meie silmale tume lünk Drummondi või päikese valguse heledas spektris ikkagi valgustamatuna.“

Selleks ajaks ilmus laboratooriumi Bunsen. Ta leidis oma sõbra tugevasti erutatuna. Rutates, veidi kärsitult, segaselt ja korrates hakkas Kirchhoff oma avastusest jutustama. Ta tegi uuesti järjekorras läbi kõik katsed, demonstreerides Bunseni ees Fraunhoferi joonte sündi.

„Ma teen neid ise!“ ütles ta. „Fraunhoferi tumedaid jooni valmistatakse laboratooriumis eksperimentaatori soovi järgil Nõnda jah!“

9. Päikese keemia.

Sel ööl ei saanud Kirchhoff kaua und. Ta mõtles, mõtles, ja mida rohkem ta mõtles, seda rohkem sattus ta erutusse ning seda vähem oli tal und.

Näost aukuvajunud ja kahvatu, tuli ta hommikul ülikooli Bunseni juurde, kui see oli lõpetanud oma loengu.

„Robert,“ algas ta teretamata, „ma mõtlesin eilse avastuse üle järele. See sunnib mind tegema ennekuulmatuid järeldusi, lihtsalt hulljulgeid järeldusi, ma vaevalt usun iseennast . . .“

„Mis on?“ imestas Bunsen. „Milles asi seisab?“

„Päikesel on naatriumi!“

„Päikesel on naatriumi? Mida sa tahad sellega öelda?“

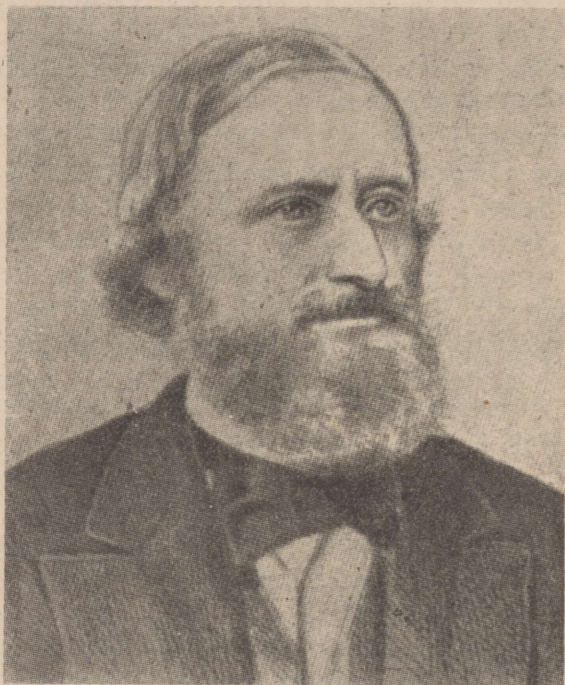
„Tahan öelda, et meie spektraalanalüüsi saab kasutada mitte üksnes maapealsete ainete uurimiseks, vaid ka taevakehade tundmaõppimiseks. Maakeral tunneme elemente nende heledate spektri joonte järgi, aga päikesel leiduvate elementide üle võime otsustada tumedate Fraunhoferi joonte järgi.“

See oli tõepoolest hulljulge, geniaalselt hulljulge idee: analüüsida päikest ja tähti nagu mõnd mineraali või savitükki!

Kirchhoff arutles järgmiselt.

Päike koosneb tihedast ülikuumast tuumast, mida ümbritseb hõrendatud, hõõguvatest gaasidest atmosfäär. Valgus, mis tuleb

päikeselt meie maakerale, lähtub tema tiheda tuuma pinnalt. Selles valguses on iga värvusega, tuhande varjundiga kiiri. Kui see valgus tuleks meie juurde otseselt, kui tal ei tarvitseks enne läbida hõõguvat päikese atmosfääri, siis jõuaksid kõik kiired maakera pinnani ja päikese spekter oleks niisama puhas ja pidev nagu Drummondi valguse spekter.



Gustav Kirchhoff.

Tegelikult läbib aga päikese valgus esmalt päikese atmosfääri hõõguvad gaasid. Need gaasid helendavad samuti, kuid hoopis nõrgemini, kui päikese kuum, tihe tuum. Ja seepärast käitubki päikese atmosfäär just samuti kui naatriumi leek Kirchhoffi katses: ta neelab, peab kinni osa päikesekiiri.

Millised kiired peetakse kinni? Muidugi need, mida kiirgavad päikese atmosfääris leiduvad elemendid.

Kui valgus tungib päikese õhkkonnast maailmaruumi, on ta juba vaesestunud, lahjenenud. Paljud kiired juba puuduvad temas. Ja maakeral spektroskoopi sattudes annab ta seetõttu mitte pideva, heleda spektri, vaid värvilise riba, mida katkestavad tumedad Fraunhoferi jooned.

Tume joon D asub seal, kus tavaliselt on näha hele, kollane naatriumi joon. Järelikult, väitis Kirchhoff, hõljub päikese atmosfääris naatriumi hõõguv aur.

Kuid võib-olla langes tume joon D vaid juhuslikult naatriumi kollase joonega ühte?

Oletame seda, kuigi katse Drummondi valgusega ütleb, et siin ei saa olla juhuslikkust.

Oletame seda, aga kuidas seletame siis raua joonte kokkusaatumist?

Kirchhoff ja Bunsen said elektrivoolu abil raua helendavat auru ja joonistasid selle spektri üles. Nad loendasid selles kuuskümmend mitmesugust heledat värvilist joont. Nad võrdlesid seda spektrit päikese omaga, ja mis selgus? Igale heledale raua joonele vastas päikese spektris sama suguse laiuse ja sama suguse teravusega tume joon.

Kas tõesti langesid ka need kuuskümmend joont juhuslikult ühte?

Muidugi mitte.

Need jooned pidid paratamatult ühte langema: päikese atmosfääris on raud hõõguva auru näol, ning see aur peab kinni kõik need kiired, mida tavaliselt saadab endast välja hõõguva raua aur ise.

Peale naatriumi ja raua avastas Kirchhoff päikesel samal viisil veel umbes kolmkümmend mitmesugust elementi.

Nende hulgas olid vask, hõbe, tina, vesinik, kaalium ja paljud teised maa peal leiduvad ained.

Mõlemad teadlasist sõbrad otsisid menetlust, kuidas kergesti analüüsida maakeral leiduvaid keemilisi aineid, kuid leiutasid menetluse päikese analüüsiks!

Esimese teate oma avastusest saatis Kirchhoff Berliini Teaduste Akadeemiale 20. oktoobril 1859. aastal. Sellele lendas järele uus teade, milles Kirchhoff tõestas juba matemaatiliste arvutuste najal, et hõõguv gaas tõepoolest peab neelama just neid kiiri, milliseid ta ise välja saadab. Nii kinnitas Kirchhoff praktikat teooriaga.

Samal ajal jätkas ta püsivalt katsetusi ja uurimisi. Kõik nad tõestasid üht ja sama: päikesel asuvad kõige tavalisemad ained, needsamad, mis leiduvad maakeralgi.

Teade uuest avastusest lendas läbi kogu maailma.

Bunseni ja Kirchhoffi nime kordas nüüd iga kirjaoskaja inimene. Mõelda vaid: need teadlased mõistsid siin maakeral istudes avastada taevakeha koostise, mis asub meist miljoneid kilomeetreid eemal!

Nüüd kaotasid päike ja tema järel ka tähed inimeste silmis suure osa oma salapärasusest.

10. Tseesium ja rubiidium.

1860. aasta maikuus läks Heidelbergi postkontorist Berliini Teaduste Akadeemiale järjekordne saadetis. Kuid sel korral oli saatja mitte Kirchhoff, vaid Bunsen.

Sellal kui Kirchhoff pühendas kogu oma aja kaugel päikese leegitsevale atmosfäärile, ei unustanud tema sõber maapealseid asju. Bunsen jätkas elementide otsimist.

Sadu aineid — mineraale, maake, soolasid, vesi, taimede ja loomade lihaste tuhka — oli ta gaasipõleti leegi või elektri abil läbi proovinud. Ja spektroskoop teatas talle väsimatult kümneid kordi päevas: on kaaliumi, on kaltsiumi, on naatriumi, on liitiumi...

Nende igaühe värvilisi jooni tundis Bunsen nüüd nagu oma viit sõrme, nagu vaadet oma magamistoa aknast. Eksimatult eraldas ta iga joone kümnete teiste seast tema asukoha järgi spektris, tema varjundi ja heleduse järgi, ilma et oleks vaadanudki kontrollastrikule. Sulgedes silmad võis ta kujutleda ükskõik missuguse elemendi spektrit — selgelt nagu tabelis, kõikide

nüansside ja üleminekutega. Ta nägi neid ka öösel unes — kollaseid, punaseid, helesiniseid, violetseid jooni värvilisel või mustal taustal.

Kord aga avastas Bunsen nende seas uusi, tundmatuid jooni.

See juhtus siis, kui ta uuris Dürkheimi allikate mineraalvett. See oli tavaline mineraalvesi — soolane, kibedavõitu. Arstid kirjutasid seda ette mitmesuguste haiguste ravimiseks. Bunseni kätte sattus ta aga juhuslikult, koos kümnete teiste ainetega, mida ta tollal uuris.

Bunsen kõigepealt aurutas teda, kontsentreeris ja paigutas siis tilga vedelikku põleti leeki.

Esialgugi ei teatanud spektroskoop midagi iseäralikku, ainult:

„Naatrium, kaalium, liitium, baarium, strontsium.“

Kuid mitte asjatult ei olnud Bunsenil vilunud analüüsija terav vaist.

„Kõiki neid aineid on Dürkheimi vees väga palju,“ arutles ta, „ja seepärast hiilgavadki nende jooned liiga heledalt. Pealegi annavad kaltsium ja strontsium palju mitmesuguseid jooni, ja kui selles tilgas ongi tilluke kogus tundmatut elementi, siis võib tema nõrk spekter jääda nähtamatuks. Vaja kõrvaldada kaltsium, strontsium ja liitium, et nad ei segaks.“

Ja ta kõrvaldas nad. Vedelikku jäid ainult naatriumi- ja kaaliumisoolad ja väike hulgake liitiumi.

Uuesti paigutati tilgake vedelikku põleti leeki. Bunsen vaatas spektroskoopi ja ta südamest käis värin läbi.

Tuttavate kaaliumi, naatriumi ja liitiumi joonte sekka olid tagasihoidlikult ilmunud kaks tundmatut helesinist joonekest.

Kartes eksida sööstis Bunsen lehitsema värvilisi spektrite tabeleid, mis tema ise ja Kirchhoff olid joonistanud. Ei, mitte ühelgi elemendil ei olnud sel kohal kahekordset helesinist joont. Tõsi küll, strontsium andis helesinise joone, kuid ainult ühe. Aga siin seisid selgesti kaks joont ja teisi strontsiumi jooni polnud ühtegi näha.

Tähendab, uus element?

Ühe tilga vedelikku teise järel paigutas Bunsen leeki. Helesinine paar püsis kindlalt oma kohal. Ja seda vaadeldes tuli Bunsenile ootamatult meelde kauges lapsepõlves loetud ja ammugi unustatud lugu Kolumbusest — sellest, kuidas Kastilia admiral 1492. aastal purjetas viletsa karavelliga tundmatule ookeanile.

Kolmkümmend kolm päeva nägid laevamehed vaid taevast ja vett, taevast ja vett. Mitu korda vaheldus lootus hirmu ja ahastusega, ahastus uuesti lootusega. Ja viimaks, öösel keset piiritut ookeani tühjust, märkas Kolumbus äkki kaugel läänes väga kahvatut tulukest.

See nõrk, arglik signaal tundmatult maalt, kuidas see karmi admiral liigutas! Kolumbus seisis karavelli käilas ja hardus- pisarad veeresid tal mööda põski.

Unistuste ja oma erksa kujutlusvõimega püüdis ta öö saladust mõista.

Mis on seal tundmatul maal, kus virvendab nõrk tuluke?

Manner või saar, tasandik või mäed? Millised imed peituvad pimeduses? Ehk on seal rikkad linnad, asustatud ennenägematult ilusate ja tugevate inimestega, kullaga kaetud majad, meloni- suuruste teemantidega sillutatud tänavad? Ent võib-olla laiub seal lihtsalt asustamatu kõrb, kalda ääres, aga konutavad har- vad ürginimese onnikesed?

Kes oleks võinud tollal öelda, mis peitus viirastusliku tule taga seal tundmatul maal?

Ja kes võis praegu öelda, missugune tundmatu aine peitub Dürkheimi vee tilgas, andes endast märku kahe puhta, taevas- sinise kiirega?

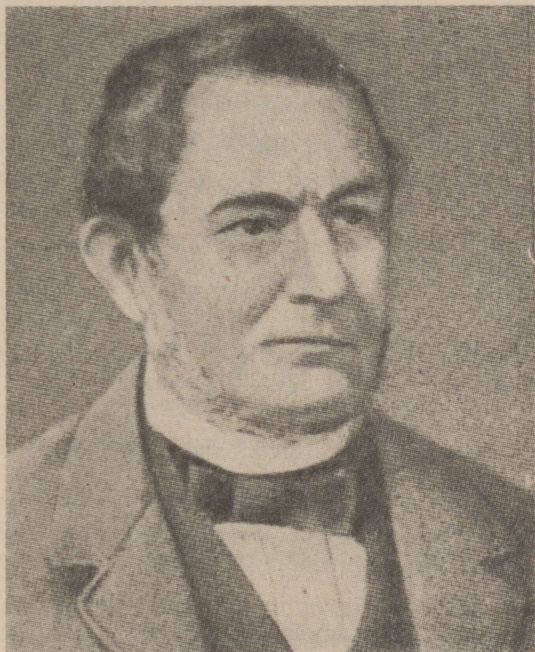
Heidelbergi keemik Bunsen omas küll vähe ühist kärsitu ja tundliku meremehe Kolumbusega. Muidugi jäid ta silmad kui- vaks, vaadeldes spektroskoobis tundmata aine signaale. Kuid ka tema tundis sel hetkel suurt rõõmu nagu iga uurija, kes seisab ammuoodatud avastuse lävel.

Uuele elemendile otsustas Bunsen anda nimeks tseesium, mis tähendab ladina keeles taevassinine.

Tseesiumi jälg oli õige. Nüüd tuli minna jälge mööda ja jõuda helesinise aine enda juurde.

Teda oli vaja segust välja tuua, eraldada puhtal kujul ja vaadata, mida ta endast kujutab.

Aga see polnud sugugi kerge. Uut elementi kuulus Dürkheimi vee koostisse vaid naeruväärt väikesel hulgal. Klaas seda vett sisaldas ainult tibatillukese kübemekese tseesiumi — ühe



Robert Bunsen.

neljakümnetuhandiku grammi. Kui Bunsen oleks kavatsenud oma laboratooriumi klaasides ja kausikestes toota seda uut ainet kas või ainult kümme-kakskümmend grammi, oleks ta pidanud istuma kogu oma eluaja ja jändama Dürkheimi veega, aurutades teda ja töödeldes keemiliste reaktiividega.

Bunsen tegi teisiti. Heidelbergi lähedal oli keemiatööstus, kus valmistati soodat. Seal olid hiigelkatlad, mahukad reservuaarid,

suured ahjud ja mehhaanilised pumbad. Bunsen leppis vabriku-omanikuga kokku ja mõne nädala jooksul aurutati ja töödeldi tema jaoks kõigi keemiateaduse reeglite kohaselt 44 000 liitrit mineraalvett.

Sellest suurest vedelikuhulgast sai Bunsen kõigest 7 grammi puhast tseesiumisoola. Kuid see-eest püüdis ta ühtlasi kinni veel ühe uue aine!

See juhtus nii. Bunsen tungis samm-sammult tseesiumile lähemale, kõrvaldades Dürkheimi veest teisi elemente ühe-, kahe-, kolmekaupa. Lõpuks jäid segusse veel kaks soola — tseesiumi- ja kaaliumisool. Kui hakati vähehaaval välja pesema ka kaaliumisoola, andis spektroskoop ootamatu signaali: segu spektris tulid esile kaks uut violetset joont ja nende järel veel rohelised, kollased, kuid eriti teravalt tumepunased jooned.

Veel üks uus element peitus Dürkheimi vees!

See oli arvult juba viiekümne üheksas. Bunsen andis talle nimetuse rubiidium, mis ladina keeles tähendab tumepunane. Bunseni poolt läbitöötatud Dürkheimi vees leidis teda isegi rohkem kui tseesiumi — tervenisti 10 grammi.

11. Jällegi „tormilised“ metallid.

7 grammi ja 10 grammi — need ei ole eriti suured tagavarad. Aga nii osavale meistri-le keemia alal, nagu oli seda Bunsen, jätkus neist tagavaradest küllaldaselt.

Ta oskas neist 17 grammist saada hulga mitmesuguseid tseesiumi ja rubiidiumi ühendeid teiste, „vanade“ elementidega. Ta õppis tundma kõiki uute ühendite omadusi. Ta sai teada, milline on nende maitse, kui kergesti nad lahustuvad vees, kui suuri kristalle neist saab, kui tugevasti peab neid kuumutama, et nad vedelduksid, ja palju muud.

Tseesium ja rubiidium ise osutusid aga väga sarnaseiks Davy avastatud „tormiliste“ metallidega — kaaliumiga, naatriumiga ja nende kolmanda „kaasvenna“ — liitiumiga.

Tseesium ja rubiidium osutusid kergeteks hõbedataolisteks metallideks, ehkki pisut raskemaiks kui liitium, naatrium ja kaa-

lium. Ka nemad olid pehmed nagu vaha, isegi pehmemad naatriumist ja kaaliumist. Ka nemad põlesid õhu käes, muutudes seejuures sööbeleelisteks (hüdrosüüdideks). Ka nemad jooksid leegi ja raginaga mööda vett, isegi veel ägedamini kui kaalium ja naatrium. Ja samuti nagu Davy metalle sai neidki hoida ainult puhta petrooleumi „vannis“.

Tseesiumi ja rubiidiumi soolad klooriga ei erinenud väliselt millegi poolest tavalisest keedusoolast, mida keemikud nimetavad kloornaatriumiks. Ja ka kõige vilunum köögitüdruk oleks kõhklemata soolanud nendega suppi.

Tseesiumi ja rubiidiumi lämmastikhapud soolad sarnanesid hariliku salpeetriga, mida keemikud nimetavad lämmastikhapuks kaaliumiks, ja neist oleks võinud valmistada head püssirohtu.

Tseesiumi ja rubiidiumi sööbeleelis tundusid puutumisel libedad ja omasid seebi maitset, samuti kui sööbenaatrium ja -kaalium. Ka kõige kogenum seebikeetja poleks märganud mingit erinevust ning oleks rahuliku südamega keetnud neist seepi.

Ja uskuge, seep poleks tulnud halb. Kuid iga tükike oleks maksnud umbes viissada kuldrubla.

12. Ette rutates ...

Mõnel lugejal on võib-olla juba ammu keelel järgmine küsimus:

„Hästi, Kirchhoff ja Bunsen tegid tähelepanuväärsed avastused. Nad leiutasid spektraalanalüüsi. Nad tegid kindlaks, millest koosneb päike. Nad leidsid kaks haruldast elementi, mille ühendeist võiks toota seepi ja püssirohtu, kui nad poleks kullast kallimad. Aga mis mõte on kõigil neil avastusil, kas nad tõid mingisugust kasu tehnikale ja tööstusele?“

Jah, tõid. Tõsi küll, see ei toimunud otsekohe. Mitte alati ei too suured teaduslikud avastused viibimatult praktilist kasu. Kuid lõppude lõpuks kannavad nad siiski vilja — mõnikord seal, kus seda kõige vähem võib oodata.

Kui Bunsen avastas Dürkheimi vees haruldase metalli tseesiumi, ei mõelnudki ta, et see uus metall leiab kord rakendamist ka uugenägemises (televisioonis). Ta ei saanudki seda mõelda, sest tollal polnud veel ei televiisoreid ega isegi lihtsat raadiotelegraafi. Nüüdisajal aga kasutatakse televisioonis fotoelemente, mille valmistamiseks vajatakse tseesiumi.

Kui Kirchhoff ja Bunsen juhtisid oma spektroskoobi päikesele või gaasipõleti leegile, siis ei võinud neile pähegi tulla, et nende töö vilja kord kasutavad juhitudavate õhulaevade ehitajad. See ei võinudki neile pähe tulla, kas või seepärast, et tollal polnud veel juhitudavaid õhulaevu. Kuid möödus mõnikümmend aastat ja õhusõitjaile osutusid Heidelbergi teadlaste tööde tulemused väga ja väga vajalikeks. Ühes järgnevas peatükis saate kuulda, kuidas see juhtus.

Ei teadnud Kirchhoff ja Bunsen ka seda, et tänu spektroskoobile õpivad inimesed valmistama kaua vastupidavaid elektrilampe. 1859. aastal ei olnud maakeral veel ühtegi elektrilampi — ei kiiresti kõlbmatuks muutuvaid ega ka kaua vastupidavaid. Tänu spektraalanalüüsile õppisid aga inimesed hiljem pikendama lambi eluiga. Näib, nagu puuduks siin igasugune seos. Selle kohta kuulete meie edasise jutustuse jooksul.

Kirchhoffi ja Bunseni avastused andsid tehnikale ja tööstusele palju — kõike ei jõua siin loetledagi.

13. Päikese element.

Nii Kirchhoffil kui ka Bunsenil leidus peagi kõikjal jäljendajaid. Teade sellest, et spektroskoobi abil avastati tundmatud elemendid, erutas paljusid keemikuid. Üks teaduslik laboratoorium teise järel soetas endale selle uue relva, millega võis võrdse eduga rünnata nii päikest kui ka veetilka. Keemikud kuumutasid leegis igasuguseid aineid, vaatlesid nende spektreid, otsisid uusi jooni.

Otsisid ja leidsid!

1861. aastal kogus inglase W. Crookes ühest keemiateshasest erilist kõntsa, mis sadestus tinakambrite põhjale, milledes too-

deti väävelhapet. Selle kõntsa spektris avastas Crookes tundmatu roheline joone.

Nii leiti element tallium — raskemetall.

Kaks aastat hiljem märkasid saksa keemikud Th. Richter ja Reich ühe tsingimaagi spektris indigosinist joont. Element, mis andis selle joone, sai nimeks indium. Indium osutus ka valkjaks metalliks.

Viis aastat pärast seda sattusid teadlased jälle ühe tundmatu elemendi jälile. Kuid seekord polnud need keemikud, vaid astronoomid. Ja uus joon ei leidunud mitte mingi maise keha, vaid päikese spektris.

See juhtus päikesevarjutuse ajal. Prantsuse astronoom J. Janssen ja inglise astronoom J. Lockyer suunasid spektroskoobi toru päikesele ja avastasid heleda kollase joone veidi eemal sellest kohast, kus tavaliselt paistab naatriumi kollane joon.

Varjutuse ajal katab kuu kogu helendava päikeseketta. Ainult päikese hõõguva atmosfääri ülemised kihid ulatuvad üle kuu tumeda varju ja saadavad takistamatult oma nõrka valgust maakerale. Selle valguse spektris, mis pole põrmugi sarnane hariliku päikese spektriga tema tumedate Fraunhoferi joontega, märkaski Janssen tundmatut kollast joont.

Missugune element andis neid kollaseid kiiri?

Kes võis seda teada? Päikest ei saa ju asetada kolbi ega aurustada vabriku katlas.

Päikesel on tundmatu element, mida me maakeral pole kunagi kohanud — see oli kõik, mida teadlased võisid öelda Jansseni avastuse kohta. Nad nimetasid selle elemendi heeliumiks („helios“ tähendab kreeka keeles päike). Nimj talle anti, kuid mis see helium on, milline ta näib ja millised on ta omadused, seda ei teadnud keegi.

Aga oleks olnud huvitav lahendada päikese aine mõistatus, huvitav teada saada, kas sarnaneb ta maiste elementidega või kujutab endast hoopis teist liiki materiat. Kas tuleb tõesti

oodata vastust sellele küsimusele seni, kuni inimesed õpivad raketiga lendama päikesele?

Kes teab! Võib-olla avaneb heeliumi saladus meile hoopis varem, võib-olla isegi enne, kui jõuame läbi lugeda selle raamatu...

Vahepeal äga kuulete loo sellest, kuidas vene keemik Dmitri Ivanovitš Mendelejev avastas mitu uut elementi oma kabinetis kirjutuslaua taga.

Ta ei näinud neid elemente kunagi, ei palja silmaga ega spektroskoobi abil. Ta avastas nad vaid oma läbinägeliku mõistuse abil.

NELJAS PEATÜKK.

MENDELEJEVI SEADUS.

1. Keemiline labürint.

1867. aastal kutsuti Peterburi ülikooli vabanenud üldise keemia kateedrile noor teadlane Dmitri Ivanovitš Mendelejev. Lageda keemia põhikursust riigi esimeses ülikoolis oli suureks auks, ja kolmekümnekolmeaastane professor otsustas teha kõik, mis võimalik, et olla selle au vääriline.

Mendelejev hakkas loenguiks hoolsasti ette valmistuma. Ta ümbritses end raamatute ja ajakirjadega. Ta tõi välja ka oma enda ülestähendused, märkmed ja tööd, mis olid kogunenud õpingute ja teadusliku tegevuse kestel. Ta sukeldus ääretusse faktide, katsete ja aastakümnete jooksul sadade kõigi maailma maade keemikute poolt fikseeritud seaduste merre. Siin oli materjali rohkem kui ühe ülikoolikursuse jaoks. Kuid imelik: mida enam Mendelejev süvenes temale ammutuntud teaduse tihnikusse, seda raskem näis talle ta ülesanne.

Sügisel asus ta kateedrile. Tema loenguil oli suur menu. Üliõpilased tungisid auditooriumi, nagu tungitakse teatrisse siis, kui seal esineb sissesõitnud kuulsus. Tuldi kuulama ka teistest teaduskondadest — tulid õigusteadlased, ajaloolased, arstiteadlased, tuldi teistest õppeasutustest, asuti kohtadele ammu enne loengu algust, seisti vahekäikudes, tungeldi kobaras uste juures, demonstratsioonilaua ümber. Niisugune triumf sai ülikooli lektorile harva osaks.

Kuid Mendelejev ei olnud oma hinge põhjas siiski rahul.

Ta hakkas koostama uut, põhjanevat teost „Keemia alused“. Ta kirjutas kergesti ja kiiresti oma loengute stenogramme järgi, ja üliõpilased ootasid kannatamatult, millal viimaks ilmub trükist see suurepärane kursus. Kuid ka see raamat ei rõõmustanud Mendelejevit eriti: ta ei tulnud niisugune, nagu tema oleks soovinud.

Keemia meenutas nüüd Mendelejeville põlismetsa ilma teede ja radadeta. Ja selles metsas, nii näis talle vahel, kõnnib ta ühe puu juurest teise juurde ja kirjeldab igaüht neist eraldi, kuid puid on tuhandeid, tuhandeid . . .

Tol ajal tundsid keemikud kuuskümmend kolm elementi. Iga element andis teistega kümneid, sadu, isegi tuhandeid mitmesuguseid ühendeid — hapendeid, soolasid, happeid, aluseid ja igasuguseid muid. Siin oli gaase, vedelikke, kristalle, metalle . . . Oli värvuseta ja pimestavalt eredaid aineid, lõhnavaid ja lõhnata, kõvu ja pehmeid, kõrvetavaid ja magusaid, raskeid ja kergeid, kindlaid ja muutlikke aineid. Ja ükski neist ei sarnanud täielikult teisega.

Keemikud õppisid peensusteni tundma neid lõpmatult mitmekesiseid aineid, milledest koosneb maailm.

Peaaegu igaühest neist teadsid keemikud hulga üksikasju. Nad teadsid täpselt, kuidas valmistada millist tahes neist aineist ja missugune valmistusviis on kõige tulusam. Iga aine värvust, tema kristallide kuju, tema erikaalu, keemis- ja sulamispunkti — kõike seda ja palju muud oli mõõdetud, kirjeldatud ja kantud käsiraamatusse; oli õpitud tundma, kuidas mõjutavad iga ühendit soojus ja külm, elektrivool, rõhk ja vaakuum; oli kontrollitud, kuidas nad reageerivad vastastikku hapniku ja vesinikuga, hapete ja leelistega, kuidas nad ühinevad üksteisega, kuidas lagunevad ja kuidas tekivad uuesti ja kui palju eraldub seejuures soojust või külma . . .

Arvutute keemiliste ainete omadusi võis kirjeldada nädalate ja kuude viisi — ja siiski poleks jõutud kõike kirjeldada. Ja mida rohkem sellest oleks kõneldud, seda vähem oleks kuulaja saanud keemiast aru. Selles kaoses ei olnud mingisugust üht-

lust, ei mingit üldist süsteemi. Kas siis mateeria, millest koosneb meie maailm, on tõesti organiseeritud nii korrapäratult ja juhuslikult?

Mendelejev tahtis esitada üliõpilastele ainekühnise, harmoonilise pildi, tahtis näidata neile tähtsamaid seadusi, millel põhineb maailma materiaalne ehitus. Kuid ta ei leidnud oma lemmikteaduses ei ühtsust ega korrapärasust.

Tõsi küll, kogu seda suurt mateeria mitmekesisust võis koondada vähesele elementide arvule. Kuid kaos, korrapärasus, juhuslikkus algasid juba selles väikeses põhianete rühmas.

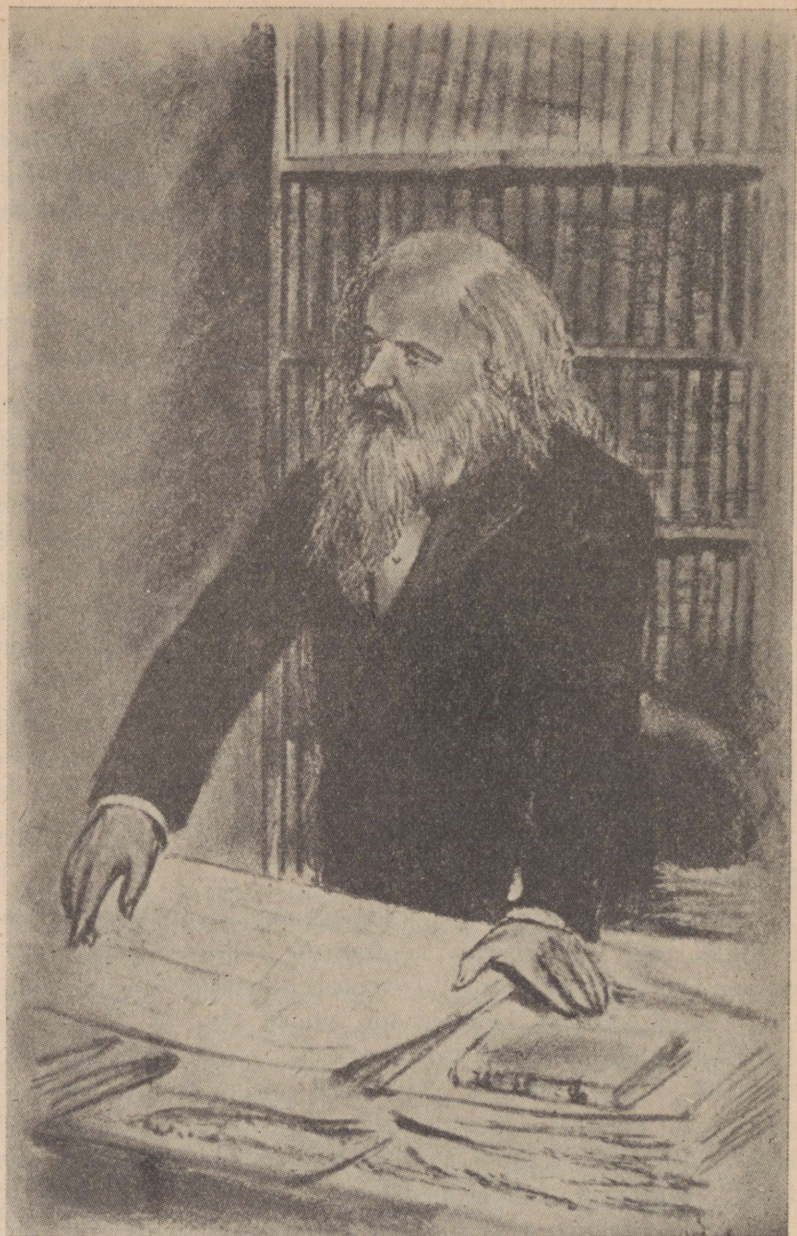
Ei leidunud mingit seletust sellele, miks metall magneesium põleb süsinikust intensiivsemalt, miks võib plaatina jääda aastatuhandeid muutumatuks, kuna gaas fluor armastab keemilisi muutusi niivõrd, et ta on valmis söövitama isegi nõu klaasi, milles teda hoitakse. Siin polnud märgata mingit seaduspärasust. Ja kui elemendid oleksid osutanud otse vastupidiseid omadusi — plaatina söövitanud klaasi, aga fluor olnud kõige „rahulikum“ aine, ka siis poleks keemikud väljendanud mingisugust imestust.

Iga element kõigi tema eriliste omadustega näis mateeria juhusliku avaldusena. Näis, et nende aine algvormide või vähe- malt väga paljude vahel nendest ei ole mingit seost.

Enamik keemiaprofessoreid ei lasknud endid sellest asjaolust häirida.

„Kui mateeria maailmas pole mingisugust loomulikku korda,“ arutlesid nad, „siis kirjeldame elemente selles järjekorras, mis on meile kõige sobivam.“ Tavaliselt alustasid nad hapnikuga, sest see oli looduses kõige enam levinud element. Mõned aga eelistasid alata kursust vesinikuga kui kõige kergemaga elementidest. Aga niisama õigustatult oleks võinud alata ka rauaga kui kõige kasulikumaga elemendiga, kullaga kui kõige kallima ainega või koguni haruldase indiumiga kui kõige „noorema“, äsja avastatud elemendiga.

Kas on tähtis, kust tungida põlisesse, korrapärasusse ürg-



Dmitri Ivanovič Mendelejev.

metsa rägastikku? See on täiesti ükskõik, sest vaevalt saad astuda paar sammu, kui pole enam teed ega rada.

Mendelejev ei soovinud ekselda huupi selles labürindis.

Valmistades ülikooli kursuseks määratud „Keemia aluseid“, otsis ta visalt üldseadust, loomulikku korrapärasust, millele oléksid allunud kõik elemendid. Ta oli veendunud, et niisugune seadus, niisugune varjatud ühtsus väliselt nii erinevate elementide vahel on olemas, peab olema.

Ja ta otsis seda.

2. Aatomkaal.

Lõppude lõpuks polnudki vaja kuigi suurt läbinägelikkust, et märgata hämmastavat sarnasust mõnede elementide vahel.

Elemendid-kaksikud, elemendid-sugulased ei esinenud mitte üksnes Davy ja Bunseni poolt avastatud „põlevate“ metallide rühmas. Juba ammu tundsid keemikud ka teisi omavahel sarnanevate elementide rühmi, näiteks halogeenid — fluor, kloor, broom, jood; leelismuldmetallid — magneesium, kaltsium, strontsium, baarium.

See ei või olla juhuslik, otsustas Mendelejev. On olemas mingi varjatud sõltuvus, mingi seos kõigi elementide vahel. Peab esinema mingi põhitunnus eranditult igal elemendil, mis määrab nende omavahelise sarnasuse või erinevuse. Kui see on teada, võiks paigutada kõik elemendid koos nende arvutute ühenditega kindlasse järjekorda, nagu paigutatakse sõdurid rivisse nende pikkuse järgi.

Mis aga oli see põhiomadus, see otsustav tunnus, mis määras elemendi koha ainete „rivis“?

Vahest ehk värvus?

Kuid mida pidada aine värvuseks? Võtame näiteks fosfori. On olemas kollane ja punane fosfor. Kumba neist kahest värvusest pidada sellele elemendile omaseks? Või võtta jood: tahkes olekus on tal tumepruun metalliläige, aga kui teda kuumutada, omandab ta violetse auru kuju. Kollane kuld aga, kui valmis-

tada temast õige õhuke leheke, muutub sinakasrohelisteks ja läbipaistvaks nagu vilgukivi.

Ei, nähtavasti on värvus liiga ebakindel ja teisejärgulise tähtsusega omadus selleks, et tema põhjal määrata elementide loomulikku järjekorda.

Siis võib-olla erikaal¹⁾? Kuid see on veelgi ebamäärasem omadus: tarvitseb ainet vaid pisut soojendada, kui ta erikaal juba muutubki — jääb suhteliselt vähemaks.

Samal põhjusel ei sobinud ka soojusejuhtivus ega elektri-juhtivus, ei magnetilised ega ka paljud teised algainete omadused.

Nähtavasti pidi olema mingi teist laadi, põhiline tunnus, mis kunagi ei muutu ja ilma milleta ei saa elementi üldse kujutleda; tunnus, mis on elemendile niisama iseloomulik kui nägu inimesele; selline põhiline, lahutamatu tunnus, mida element ei kaota ka siis, kui ta ühineb teiste elementidega, tekitades uusi, uute omadustega liitaineid.

Kas oli, kas võis olla niisugust tunnust?

See mõte jälgis Mendelejevit kõikjal. Ta juurdles, arvutas, võrdles.

Jah, oli olemas niisugune tunnus, niisugune omadus. Mendelejev ja kõik keemikud tundsid teda. Kuid talle ei omistatud kuigi suurt tähtsust.

Seda omadust nimetati aatomkaaluks.

Igal keemilisel elemendil on oma kindel, katse teel määratud aatomkaal. Nii külmal kui ka soojal ainel, nii kollasel kui ka punasel teisel on ta üks ja sama.

Elemendi aatomkaal näitab, mitu korda on antud elemendi aatom, s. o. tema vähim osake, raskem kui kõige kergema elemendi — vesiniku — aatom. Hapniku aatomkaal on näiteks 16. See tähendab, et hapniku aatom on vesiniku omast 16 korda

¹⁾ Erikaal näitab, mitu korda on üks aine raskem või kergem teisest. Tavaliselt võrreldakse kõikide kehade kaalu vee kaaluga. Nii on raua erikaal 15^o juures 7,8; see tähendab, et 1 cm³ rauda on 7,8 korda raskem kui 1 cm³ vett.

raskem. Kulla aatomkaal on 197 — tähendab, tema aatomid on 197 korda raskemad kui vesiniku aatomid¹⁾).

Niisiis määrab aatomkaal iga elemendi koosseisu kuuluvate lihtsaimate osakeste, aatomite suurust.

Kõik sama elemendi aatomid on absoluutselt ühesugused²⁾. Iga elemendi aatom erineb teise elemendi aatomist kõigepealt oma suuruselt, oma kaalult. Kas pole selge, et just sellest põhilisest tunnusest peavad olenema kõik ülejäänud tunnused, kõik see, mis annab igale keemilisele elemendile tema omapära?

Niisugusele järeldusele jõudis Mendelejev pärast seda, kui ta oli hoolikalt võrrelnud kõikide elementide omadusi. Ta nägi ja taipas, et selle tähtsa tunnuse järgi võib leida nende sarnasuse ja erinevuse seadused. See oli võti, mis avas talle tee sinna, kuhu ta püüdis — ühtsuse ja korrapärasuse juurde materia maailmas. Oli vaid vaja osata kasutada seda võtit.

Jäljed, mis sinna juhtisid, olid segased, raskesti märgatavad. Et hoiduda eksimast, et näha piltlikumalt seost üksikute elementide vahel, selleks lõi Mendelejev kartongist 63 nelinurka ja kirjutas igäühele ühe elemendi nime, põhiomadused ja aatomkaalu. Ta segas seda kaardipakki ja hakkas laduma elementidest „pasjanssi“. Ta asetaskardid igasugustesse kombinatsioonidesse, paigutas neid ümber, otsis sarnasust ja erinevust, otsis üldist seaduspärasust — ühtset seadust, millele oleksid allunud kõik elemendid.

Päeval ja ööl, kateedril ja laboratooriumis, tänaval ja kodus kirjutuslaua ääres mõtles ta elementide loomulikust süsteemist. Kord õhtul, nagu jutustab üks tema õpilasist, ladus Mendelejev kaua-kaua, kuni nõrkemiseni, oma keemilist pasjanssi ja uinus lõpuks, ilma et oleks midagi saavutanud. Kuid alateadvus, ergutatud pikast ja pingelisest ajutegevusest, nähtavasti ei lakanud

¹⁾ Praegu võetakse aatomkaalu arvestamise aluseks hapniku aatomkaal 16; sel puhul on vesiniku aatomkaal 1,008 (tõlkija märkus).

²⁾ See lause ei ole päris täpne. Tänapäeval tuntakse paljudel elementidel nn. isotoope, s. o. erineva massiga aatomeid (redigeerija märkus).

töötamast. Ja lõpuks saavutas Mendelejev unes selle, mida ta nii kaua taotles: ta nägi oma süsteemi harmoonilisena, vastuvaidlematult selgena, valmis tabelina. Hommikul ärgates pani ta selle kirja.

3. Rivistatud elemendid.

Praegu on loomulikult raske kindlaks teha, kui palju on selles jutustuses tõtt. Kuid nii või teisiti, 1869. aasta kevadeks oli elementide süsteem leitud. Aja jooksul töötas Mendelejev ta kõigis peensustes välja ja esitas Vene Füüsika-Keemia Seltsile. Tema avastus seisis järgmises.

Kõik keemilised elemendid moodustavad loomuliku rea. See rida algab vesinikuga — kõige kergemaga elementidest, mis koosneb kõige väiksemaist aatomeist. Tema aatomkaal on 1. Viimsena seisab elementide reas metall uraan, mis koosneb kõige raskemaist aatomeist ¹⁾. Tema aatomkaal on 238. Nende vahel asetsevad teised elemendid järjest suuremate aatomitega. Ja iga elemendi kõik omadused — tema välisilme, vastupidavus, võime ühineda teiste ainetega, samuti ka tema kõikide ühendite omadused olenevad sellest, missugusel kohal ta asub selles reas.

Huvitav nähtus: aatomkaalu järgi rivistatud elemendid jagunevad automaatselt sarnanevate ainete rühmadeks, omavahel suguluses olevate ainete „perekondadeks“.

Kujutlege võrdluseks rühma inimesi, kes on mitmesuguse kasvuga ja kannavad mitmesuguse värvusega riideid. Esimesel pilgul näib, et siin on kõik juhuslik, korrapäratu ja kirev. Siis aga kästakse neid kõiki asuda pikkuse järgi ühte ritta. Ja siis ilmneb ootamatu ühtesattumus: niipea kui inimesed rivistusid kasvu järgi, kadus ka kirevus iseenesest. Osutub, et nende riiete värvus kordub nüüd reeglipäraselt. Esimesed seitse kõige lähemat on riietatud järjekorras punasesse, oranži, kollasesse, rohelisse, helesinisesse, sinisesse ja violetsesse ülikonda. Järgmine

¹⁾ Tänapäeval on tõestatud veel kahe elemendi olemasolu, millede aatomkaal on uraani aatomkaalust suurem; need on neptuunium (järjestusnumber 93) ja plutoonium (järjestusnumber 94) (redigeerija märkus).

seitsmik jällegi samas järjekorras samadesse värvustesse. Ja nii kuni lõpuni — kuni viimase kõige pikema kasvuga seitsmikuni.

Värvused korduvad iga seitsme inimese järel. Ja kui igas seitsmikus asuks igaüks teise selja taha, siis laguneks senine kirju rühm ühtlasteks punaseks, oranžiks, kollaseks jne. reaks. Samal ajal on kogu rivi joondunud ka pikkuse järgi, alates kõige lühemast esimese seitsmiku tiival kuni kõige pikemani kõige tagumise seitsmiku vastaspoolel tiival.

Umbes niisuguse reeglipärasuse avastas Mendelejev elementide hulgas, kui ta paigutas nad aatomkaalu järgi.

Iga seitsme elemendi järel kordusid nende omadused perioodiliselt. Omavahel sarnanevad elemendid koondati üksteise taha korrapärasteks ridadeks ehk rühmadeks (vt. tabel).

Nii oli kergemetall liitium, aatomkaaluga 7, teisel kohal, otse vesiniku järel. Üheksandal kohal oli naatrium, aatomkaaluga 23, samuti metall, samuti väga kerge nagu liitiumgi, aktiivne, põlev, teiste elementidega ühinema kippuv. Kuue teistkümnnes oli jällegi kerge, põlev metall kaalium, aatomkaaluga 40. Ja edasi paigutusid korrapäraste vahede ehk perioodide järel samasse ritta teised leelismetallid — rubiidium aatomkaaluga 85,5 ja tseesium aatomkaaluga 133¹⁾.

Selles kergeimate metallide reas muutuvad omadused järkjärgult ülalt allapoole. Kõige kergem metall — liitium — on samuti ka kõige „rahulikum“: sattudes vette ta ainult kuumentub ja sisiseb, aga ei sütti nagu kaalium ja tseesium; ka õhu käes roostetab liitium aeglasemalt kui ta kaaslased. Naatrium on liitiumist juba aktiivsem, kaalium veelgi aktiivsem, aga rea viimne ja raskeim metall — tseesium — on teistest energilisem keemilisi ühendeid moodustama. Õhu kätte ei või tseesiumi jätta sekundiks: kohe süttib ta iseenesest.

¹⁾ Elementide perioodiline tabel tema praegusel kujul on mõnevõrra keerukam kui esialgne Mendelejevi tabel: temas on nüüd 8 rühma +O-(null-) rühm; liitium on kolmas element, teisel kohal aga seisab heelium (avastatud 1894. a.), naatrium on 11. kohal jne. (redigeerija märkus).

I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	
1 Vesinik 1,00															
2 Liitium 6,94	3 Berüllium 9,02	4 Boor 10,82	5 Süsinik 12,00	6 Lämmas- tik 14,00	7 Hapnik 16,00	8 Fluor 19,00									
9 Naatrium 23,00	10 Magneesium 24,32	11 Alumii- nium 26,97	12 Ränik 28,06	13 Fosfor 31,04	14 Väävel 32,07	15 Kloor 35,45									
16 Kaalium 39,10	17 Kaltsium 40,07	18 Eka-boor 44	19 Titaan 47,90	20 Vanaa- dium 51,00	21 Kroom 52,01	22 Mangan 54,93	23 Raud 55,84	24 Koobalt 58,97	25 Nikkel 58,68	26 (Vask) (63,57)					
26 (Vask) (63,57)	27 Tsink 65,38	28 Eka-alu- minium 68	29 Eka-ränik 72	30 Arseen 74,96	31 Seleen 79,2	32 Broom 79,92									
33 Rubiidium 85,45	34 Strontium 87,63	35 Utrium 88,9	36 Tsirkoonium 91,25	37 Nioobium 93,5	38 Mollib- deen 96,0	39 ?		40 Rutee- nium 101,7	41 Roo- dium 102,9	42 Pallaa- dium 106,7	43 (Höbe) (107,88)				
43 (Höbe) (107,88)	44 Kadmium 112,4	45 Indium 114,8	46 Tina 118,7	47 Antimon 121,76	48 Telluur 127,5	49 Jood 126,92									
50 Tseesium	51 Baarium	52	53	54	55	56									

Selline oli Mendelejevi poolt a. 1870 koostatud elementide tabel. Iga elemendi nime all olev arv näitab tema aatomkaalu. „Tühjades“ ruutudes (nr. 18, 28 ja 29) on Mendelejevi poolt ennustatud elementide nimed.

Niisugusteks enamvähem ühiste omadustega rühmadeks ehk perekondadeks jagunevad kõik elemendid. Ja igas reas muutuvad elementide ja nende arvutute ühendite omadused järk-järgult ja kindlas korras — seoses aatomkaalu suurenemisega.

Nii ilmnes esimesel pilgul kaootilisena näiva mateeria maailma üllatav korrapärasus. Välise mitmekesisuse taga, mis näis juhuslik ja mõttetu, leidis Mendelejev sisemise ühtsuse, raudse seaduspärasuse. Ta nimetas seda perioodsuse seaduseks.

4. Keemia või hiromantia?

Kas pole siiski imelik, et enne Mendelejevit ei märganud keegi loomulikku seost elementide vahel?

Näib, et siin pole midagi keerulist: kirjutada elemendid üksteise järel ritta aatomkaalu suuruse järjekorras — ja see ongi kõik. Siis ilmneb perioodsuse seadus juba iseendast. Kas tõesti ükski keemik peale Mendelejevi ei taibanud teha sellist lihtsat asja? Näib, et see on äärmiselt kerge — mitte raskem kui reastada elemendid tähestiku järjekorras!

Jah, niisuguseid katseid olid teinud ka teised keemikud. Kuid avastada perioodsuse seadus ja rakendada teda teaduse edasiseks arendamiseks, — seda suutis vaid Mendelejev. Sest tõeliselt polnudki see nii lihtne.

Tegelikult oli elementide omavaheline seos uskumatult sassis, „šifreeritud“. Ja oli vaja harukordselt läbinägelikku mõistust, tohutut kujutlusvõimet, et avastada keeruka keemilise šifri saladus.

Kujutlege uurijat, kelle kätte on sattunud tähtis šifreeritud dokument ühes šifri võtmega. Kannatamatult laotab ta mõlemad paberid laiali, et lugeda salakirja. Aga kui ta hakkab neid võrdlema, ilmneb korraga, et teda on petetud: talle on antud sobimatu võti. Mõned märgid selles on ilmselt segi aetud, mõned puuduvad üldse: võtmes leidub vähem märke, kui tähestikus on tähti. Oletame, et esimene neist on a. Noh, aga mis on siis teine märk — b, c või d? Pole võimalik seda mõistatada. Ja

need lüngad, need puuduvad tähed muudavad kogu võtme väärtusetuks, sest ühegi järgmise märgi kohta ei või kindlasti öelda, missugusele tähestiku tähele ta vastab.

Kui Mendelejev avastas perioodsuse seaduse, oli ta täpselt samasuguses raskes olukorras.

Ta asetas elemendid nende aatomkaalu järjekorda. Kuid ta ei teadnud, et mõnede elementide aatomkaal oli arvutatud ebatäpselt. Tolleaegsete uurimisviiside juures olid vead vältimatud, kuid see selgus alles palju aastaid hiljem. Niisugused elemendid esinesid Mendelejevi „pasjansis“ ebaõigel kohal. Seetõttu oli elementide õige järjekord rikutud, sarnaste elementide rühmades esines oma rühmast lahutatud „võõraid“.

Veel suurema segaduse kutsusid esile šifris puuduvad märgid. Mendelejev teadis vaid 63 elemendi olemasolust. Kuid ta ei võinud teada, kas looduses on olemas veel mingisuguseid tundmatuid elemente. Meenutagem pikkuse järgi rivistatud, mitmevärvilises rõivastises inimeste rida. Kujutlege, et viis või kümme inimest lipsasid tähelepandamatult rivist välja. Siis läheb kõik sassi, värvused segunevad ning pole enam mingit korrapärast järjestust. Sedasama võis juhtuda ka elementide rivis.

Mendelejevile tuntud elemendid paigutusid vaevaga tema tabelisse: nad kuhjusid kokku, lõhkusid rivi nagu väljaõpetamata sõdurid. Oma geeniuse jõul sundis Mendelejev nad asuma õigetele kohtadele. Ja seal, kus tekkis segadus, lõi ta otsustavalt korra.

Järjekorras neljandal kohal asuva boori ja üheteistkümnendal kohal asuva alumiiniumi all oli element titaan — järjekorras kaheksateistkümnnes. Vahe nende vahel näis olevat õige, täpselt kuus elementi — täisperiood. Kuid titaan oli omaduste poolest boori ja alumiiniumi rühmale täiesti võõras, ta koht oli pigemini naabruses asuvas süsiniku rühmas. Ja Mendelejev otsustaski kõrvaldada titaani kaheksateistkümnendalt kohalt.

„Siin peab asuma mingi teine, meile veel tundmatu element,“ kinnitas ta, „element, mis sarnaneb boori ja alumiiniumiga!“

Ja Mendelejev jättis sinna kohta tühja ruudu. Sellest üle hüpates sattus titaan suguluselt õigesse süsiniku rühma. Tema järel, ilma rivi rikkumata, nihkusid edasi ka järgmised elemendid aatomkaalu suurenemise järjekorras (vt. tabel).

Niisuguste tühjade ruutude abil sundis Mendelejev elemente paigutama oma tabelisse ilma perioodsuse seadust rikkumata.

Muide, Mendelejev ei jätnud neid ruutusid täiesti tühjaks, vaid täitis nad enda väljamõeldud, enda „loodud“ uute elementidega.

Ta andis neile nimeks: eka-boor, mis tähendab boor pluss üks (eka on sanskriti keeli üks), eka-alumiinium, eka-räni. Ja ta ütles juba ette ära nende kõigile tundmatute, tema enda kujutlusvõime loodud elementide omadused. Ta kirjeldas isegi nende väliskuju, nende aatomkaalu, keemilisi ühendeid, mida nad moodustavad teiste elementidega.

Mingit nõidust, midagi üleloomulikku neis ennustustes ei olnud. Ei esinenud ju tühjadesse ruutudesse kirjutatud tundmatud elemendid mitte eraldi. Nad asusid tabelis kindlal kohal, neile sarnaste elementide seas, ning seepärast võis lihtsalt välja arvutada nende ainete omadused, kuigi neid ükski inimene maailmas polnud veel näinud.

Mendelejev nii tegigi, sest ta oli täiesti veendunud tema poolt avastatud perioodsuse seaduse õigsuses. Kuid paljudele teistele keemikutele näis see jultumusena ja enese ülehindamisena.

„Mõelda välja olematud elemendid, omistada neile mitmesugused omadused ja esitada see kõik ainult reaalsete asjadega, käegakatsutavate, vaieldamatute faktidega tegeleva täpse teaduse kursuses!

Mis see siis on, kas keemia või hiromantia? On see teaduslik teos või unenägude seletaja ning tuleviku ennustaja?“

Nõnda või umbes nõnda väljendas end enamik teadlasi Mendelejevi elementide loomuliku süsteemi ja tema uute elementide ennustuste puhul.

Ainult faktid oleksid võinud kahtlejaid ümber veenda.

Kuid möödus aastaid, tühjad ruudud Mendelejevi tabelis jäid aga ikka tühjaks, olles asustatud vaid viirastuslike, väljamõeldud ainetega. Keegi ei võtnud neid tõsiselt, veel halvem — nad lihtsalt unustati.

5. Ennustused täituvad.

20. septembril 1875 esines Pariisi Teaduste Akadeemia järjekordsel istungil akadeemik Ch. Wurtz oma õpilase P. Lecoq de Boisbaudran'i nimel palvega avada saadeti, mis oli Akadeemia sekretärile üle antud kolme nädala eest. Saadeti avati, võeti selles leiduv kiri ja loeti ette.

„Üleeile, 27. augustil 1875,“ kirjutas Lecoq de Boisbaudran, „avastasin ma öösel kella kolme ja nelja vahel Pierrefitte'i kaevandusest Püreneedes saadud sfaleriidis ¹⁾ uue elemendi...“

Uus element — viimaks ometi! Juba ammu polnud keemikud kuulnud sellist teadet.

Lecoq de Boisbaudran oli palju aastaid teotsenud spektraalanalüüsi alal keemias.

Ja nüüd lõpuks kroonis tema visa tööd hiilgav edu: ta „püüdis kinni“ tundmatu violetse kiire, mingi tundmatu elemendi jälje.

27/28. augusti ööl oli tal vaid mõni tilgake tsingisoola lahust, milles leidis mikroskoopiline osake uut ainet. Seepärast ei soovitud Lecoq sellest kohe teatada kogu maailmale. Aga et kindlustada endale eesõigus juhuks, kui see element avastatakse ka mõne teise uurija poolt, läkitas ta otsekohe Akadeemiasse Wurtzi nimele pitseeritud saadeti esimese teatega oma avastusest.

Nüüd, kolm nädalat hiljem, oli tal kogunenud juba terve milligramm — üks tuhandik grammi — seda tundmatut ainet. Nüüd võis juba kindlasti öelda, et siin pole mingit eksitust — et see on tõesti uus element.

¹⁾ Sfaleriidiks ehk tsinkhelguks nimetatakse tsingi ja väävli ühendist koosnevat mineraali (tõlkija märkus).

Gallium — nii soovis ta selle nimetada oma kodumaa auks (Gallia on Prantsusmaa vana ladinakeelne nimi).

Lecoq de Boisbaudran kirjutas, et ta jätkab uurimisi ja teatab nende tulemustest omal ajal ka Akadeemiale, kuid mõningaid andmeid äsja avastatud elemendi kohta võib ta avaldada juba nüüd: keemiliste omaduste poolest meenutab gallium kõigile tuntud alumiiniumi.

Kui Pariisi Akadeemia istungite protokollid jõudsid kaugesse Peterburisse, oli Mendelejev kui piksest rabatud.

Element, mille too prantslane seal kuskil Püreneedes päevalgele tõi, polnud sugugi mitte uus! Mendelejev oli avastanud ta juba viis aastat tagasi: see oli ju lihtsalt eka-alumiinium! Kõik langes ühte, kõik täitus, koguni tema ennustus, et eka-alumiinium kui kergesti lenduv aine avastatakse spektraalanalüüsi abil.

Vanasti oleks seda nimetatud imeks. Mendelejev ise oli vapustatud, et tema ennustus nii hiilgavalt täitus.

Õtsekohe lendas Pariisi Akadeemiasse kiri.

„Gallium on minu poolt ennustatud eka-alumiinium,“ kirjutas Mendelejev, „tema aatomkaal on 68 lähedal, erikaal umbes 5,9. Uurige, kontrollige . . .“

Kogu maailma keemikud jälgisid nüüd pineva tähelepanuga Pariisi Akadeemia protokolle. See oli erakordselt huvitav: üks uurija istus Peterburis oma kabinetis ja ennustas, aga teine askeldas Pariisis kolbide ja katseklaasidega ning kinnitas täpsete mõõtmiste ja katsete abil oma kolleegi ennustusi.

Muide, galliumi erikaalu pärast tekkis nende vahel vaidlus. Kui Lecoq de Boisbaudran oli eraldanud puhtal kujul juba küllaltki „suure“ tüki uut ainet — ühe viieteistkümnendiku grammi, määras ta selle erikaalu ja leidis, et see on 4,7.

„Pole õige,“ väitis Mendelejev Peterburist. „Peab olema 5,9. Kontrollige, arvatavasti pole teil aine küllalt hästi puhastatud.“

Boisbaudran kontrollis uuesti, suurema tükiga.

„Jah, monsieur Mendelejevil on õigus,“ möönis ta viimaks, „galliumi erikaal on tõesti 5,9.“

See oli perioodsuse seaduse esimene suur võit, millele järgnesid veel teised.

Kaks skandinaavia uurijat, L. Nilson ja P. Cleve, leidsid pea üheaegselt uue elemendi haruldases mineraalis gadoliinidis. Ta nimetati skandiumiks. Ja niipea kui



Lecoq de Boisbaudran.

hakati uurima tema omadusi, selgus otsekohe: ka see on vana tuttav — eka-boor Mendelejevi tabeli tühjast kaheksateistkümnendast ruudust!

Kuid kõige hiilgavam triumf sai Mendelejevile osaks 1885. aastal, kui sakslane C. Winkler avastas veel ühe uue elemendi.

Winkler leidis ta hõbedat sisaldavas mineraalis Himmelsfürst'i kaevandusest ja andis talle nimeks *germanium*.

See germaanium sobis täpselt Mendelejevi tabeli kahekümne üheksandasse tühja ruutu, milles ajutiselt „asus“ eka-räni. Mõlema, nii ennustatud kui ka tõelise elemendi omadused ühtisid nii täielikult, et seda oli lihtsalt raske uskuda.

Otsustage ise!

1870. aastal ennustas Mendelejev, et leitakse uus element süsiniku ja räni rühmast, ning et see on tumehall metall.

Viisteist aastat hiljem leiab Winkler Freibergi lähedal asuvat kaevandusest elemendi, mis mitmeti sarnaneb süsiniku ja räniga ning on tõepoolest metalliläikega tumehall aine.

Tema aatomkaal on umbes 72, ennustas Mendelejev. 72,73 — kinnitas Winkler viisteist aastat hiljem katsete põhjal.

Tema erikaal on umbes 5,5, ütles Mendelejev. 5,47 — kinnitas Winkler.

Mendelejev: uue elemendi hapend, s. o. tema ühend hapnikuga, on raskesti sulav, seda ei saa vedeldada isegi tugeval tulel; selle erikaal on 4,7.

Winkler: just nii!

Mendelejev: uue aine ja kloori ühendi erikaal on umbes 1,9.

Winkler: kinnitan — 1,887.

Ja nõnda edasi, ja nõnda edasi.

6. „Valgete laikude“ lõpp.

Tollest ajast peale oli elementide loomulik süsteem üldiselt tunnustatud. Kõigile sai selgeks: algained pole mingid isoleeritud, juhuslikud loodusnähtused; kõikide mateeria liikide vahel valitseb kindel seos ja ühtsus.

Varem ei võinud keemikud kunagi teada, kas on avastatud kõik elemendid või võib oodata veel üha uute elementide avastamist, millel võivad olla uued, täiesti ootamatud omadused. Tänu Mendelejevi avastusele muutus nüüd materiaalse maailma

pilt võrratult selgemaks ja korrapärasemaks. Keemik tundis end elementide maailmas niisama kindlana, nagu tunneb end tänapäeva geograaf risti ja põiki läbiuuritud maakera meredel ja mandreil.

Varustatud täpsete kaartidega, ei hakka geograaf tänapäeval otsima uusi saari Atlandi ookeanil Newfoundlandi ja Iirimaa vahel või mäeahelikke Lõuna-Ameerika pampades. Ta teab, et neid seal ei ole ega saagi olla. Samuti ei hakkaks ka Mendelejevi tabeliga varustatud keemik otsima uusi leelismetalle naatriumi ja kaaliumi vahel või ükskõik milliseid uusi elemente, mis võiksid asuda skandiumi ja titaani vahel. Sest niisuguseid elemente ei saa olla — see oleks vastuolus perioodsuse seadusega.

Mendelejevi tabeli järgi võisid keemikud suurema või vähema täpsusega otsustada, mitu elementi on üldse maailmas. Nad teadsid nüüd, umbes millised elemendid on seni veel suutnud nende eest kõrvale hoiduda, peitudes haruldastes mineraalides maakera kaugeimais kolkais. „Valged laigud“ ainete maailmas kadusid üksteise järel, sest nüüd oli teada, kus nad asuvad ja kuidas neid otsida.

Aga sellest hoolimata olid mõned mitte väikesed üllatused alles ees.

Tuletage meelde salapärast „päikese elementi“ heeliumi, millest oli juttu kolmandas peatükis.

Mis sai sellest ainest? Kas leiti temale koht Mendelejevi tabelis? Võib-olla kirjeldas Mendelejev ise ka tema omadusi „tagaselja“, nagu ta seda tegi galliumi, skandiumi ja germaaniumi puhul?

Ei, Mendelejevil ei olnud kuigi palju usku päikese elemendis. Ta arvas, et tundmatu kollase joone saadab mõni meile juba tuttav element, kas raud või hapnik. Mendelejev oletas, et päikese ülikõrge temperatuuri ja seal valitseva hiigelrõhu juures võivad elemendid kiirata teissugust valgust kui meie maakera tingimustes.

Saabus päev, teadusele unustamatu päev, mil lahendati heeliumi mõistatus täielikult ja lõplikult. Mendelejev elas alles. Talle näis siis, et ta oli saanud suurima kaotuse osaliseks, tõeliselt aga saavutas Mendelejev just sel hetkel oma suurima teadusliku võidu.

7. Tsaari ja kapitalistide kütkes.

Perioodsuse seaduse võidukäik tõi Mendelejevile maailma-kuulsuse. Paljud välismaa ülikoolid andsid talle audoktori kraadi, teaduste akadeemiad ja õpetatud seltsid valisid ta oma liikmeks. Inglise teadlased kutsusid teda Londoni pidama avalikku Faraday loengut, millega esinesid traditsiooni kohaselt ainult maailma kuulsaimad teadlased; samuti määrati talle Inglismaal Davy kuldmedal.

Kõik maailma kultuursed maad osutasid lugupidamist perioodsuse seaduse loojale ja püüdsid üksteise võidu väljendada oma tunnustust ta teaduslikule tööle. Ainult oma kodumaal, kus võimutses tol ajal julm ja nürimeelne isevalitsus, ei leidnud Mendelejev pälvitud tunnustust. Veel halvem — tsaari käsilased alandasid ja solvasid suurt keemikut igal võimalikul juhul.

Valimistel Vene Keiserlikku Teaduste Akadeemiasse kukkus Mendelejevi kandidatuur läbi. Seal istusid koos alandlikud kõlupead ja aukraadikandjad, aga andekaim vene teadlane jäigi akadeemikuks valimata. Hiljem eemaldas tsaari minister Deljanov Mendelejevi ka ülikoolist — seepärast, et too „julges“ anda temale üle üliõpilaste palvekirja ülikoolis kehtiva korra parandamise kohta. Ja hulk aastaid puudus ülemaailmse kuulsusega vanal teadlasel isegi laboratoorium, kus ta oleks võinud töötada.

Mendelejev ei sulgunud kunagi oma kabineti seinte vahele. Ta oli tuline patrioot ja püüdis anda kogu oma jõu ja oskuse kodumaa hüvanguks. Kuid peaaegu ükski tema praktilisest ettepanekuist ei leidnud vastukaja.

Tol ajal hakkas Kaukaasias arenema naftatööstus. Mendelejev väitis, et naftat kui hinnalisimat keemiasaadust tuleb kasu-

tada mõistlikult. Ta ütles, et põletada naftat katelde all on niisama hea kui kütta neid paberrahaga. Ta soovis, et nafta tootmine ja töötlemine toimuks kõigi teadusereeglite kohaselt. Kuid oli vähe neid, kes kuulasid Mendelejevit. Naftatööstuste omanikud tootsid ja raiskasid naftat röövmajanduslikult, ilma et oleksid mõelnud homsele päevale.

Mendelejev tõestas kõikjal, et Venemaa vajab võimsat keemiatööstust. Kuid kuni Oktoobrirevolutsioonini oli meie maal vaid väike arv puudulikult varustatud vähese võimsusega keemiavabrikukesi.

Mendelejev unistas stratosfääri uurimisest ja sooritas kord üksi, ilma piloodita, lennu õhupallil. Ta nõudis Arktika, Suure Põhja Mereteet vallutamist ja töötas välja jäälohkujate projekte. Külasthanud Uurali kivisöekaevandusi, esitas Mendelejev kivisöe allmaa-gaasistamise idee: ta tegi ettepaneku muuta kivisüsi juba lademes põlevgaasiks ja vabastada sel kombel kaevurid raskest tööst maa all.

Aga tema tähelepanuväärsed ideed ja projektid ei leidnud kellegi poolt toetust. Tsaari ametnikke ja kapitaliste huvitasid ainult aukraadid, soojad kohakesed ja röövmajanduslikud hiigelkasud, kuid vaevalt leidis nende seas kodumaa hüvangu, teaduse ja tehnika õitsengu eest hoolitsejaid.

Alles palju aastaid pärast Mendelejevi surma, kui oli toimunud Venemaa taassünd sotsialistliku revolutsiooni läbi, hakati esmakordselt praktikas teostama suure vene teadlase ideid.

VIIES PEATÜKK.

VÄÄRISGAASID.

1. Üks tuhandik grammi.

Käesolevas peatükis tahame lõpuks jutustada päikese elemendist heeliumist. Nagu veel mäletate, avastasid heeliumi astronoomid. Siis hakkasid tema saatusest osa võtma füüsikud, keemikud ja lõpuks isegi geoloogid. See oli kummaline avastuste ja teravmeelsete oletuste ahel. See toimus järgmiselt.

XIX sajandi kaheksakümnendail aastail tegi inglise füüsik J. Rayleigh pika seeria katseid gaasidega. Mitmesugustel eesmärkidel, millest siin jutustada viiks liiga pikale, oli Rayleigh'l vaja määrata piinliku täpsusega iga gaasi liitri kaal. Seda kaalu nimetatakse tiheduseks.

Esimesena kaalus Rayleigh vesiniku, kergeima kõigist gaasidest, siis hapniku; seejärel võttis ta käsile lämmastiku.

Rayleigh püüdis saada täpsemaid mõõtmiste tulemusi, kui füüsikud seni olid saavutanud. Mitte ükski gaasimullike, ka kõige pisem, ei tohtinud tal kaalumisel kaotsi minna. Ja Rayleigh võttis tarvitusele tuhat ettevaatusvahendit, et kaalutav gaas oleks täiesti puhas, ilma mingisuguste lisanditeta.

Puhast lämmastikku on kerge saada õhust. Juba Scheele ja Lavoisier' päevilt teavad kõik, et neli viiendikku õhust on lämmastik, aga ülejäänud osa — hapnik. Niisiis tarvitseb vaid kõrvaldada hapnik, väike kogus süsihappegaasi ning veeauru, mis leiduvad alati õhus, ja järele jääbki puhas lämmastik.

Rayleigh tegigi nõnda. Ta laskis õhu läbi keemiliste püüniste rea: üks pidas kinni süsihappegaasi, teine hapniku, kolmas veeauru. Rayleigh toimis umbes samuti nagu koduperenaised, kui nad paigutavad talveks kahekordsete akende vahele klaasikesed väävelhappega: väävelhape imab niiskust ja õhk akende vahel jääb kuivaks, vabaks veeaurust. Ka Rayleigh kasutas väävelhapet. Kuid lisaks tarvitas ta veel teisi aineid, mis kõrvaldasid õhust hapniku, süsihappegaasi ja niiskuse täielikult.

Jäägis oli puhas lämmastik, mille Rayleigh ära kaalus.

Ükski tubli katsetaja ei pea kunagi ülearuseks tulemusi veel kord kontrollida, et vältida vigu. Rayleigh oli aga erakordselt hoolas ja täpsust armastav katsetaja. Võis juhtuda, et mõni püünis ei tegutsenud küllalt korralikult ja osa lisandeid pääses läbi. Või oli mõnes kummivoolikus reetlik auguke, tibatilluke, silmale nähtamatu, kuid küllaldane selleks, et tema kaudu võis väljast sisse imbuda puhastamata õhk. Kuidas seda kindlaks teha? Kontrollimiseks otsustas Rayleigh saada lämmastikku ka teisel teel, mitte õhust. Ja kui mõlema gaasi tihedused ühtivad, siis on asi korras: tulemus on õige, töö teostatud hoolikalt, lämmastik hästi puhastatud, aparatuuris pole kuskil lekkimiskohta.

Keemik W. Ramsay, Rayleigh' tuttav, soovitas talle hankida lämmastikku ammoniaagist. See oli soodus viis ja Rayleigh asus selle rakendamisele. Ammoniaagist saadud lämmastik puhastati kõigi nõuete kohaselt ja lõpuks kaaluti.

Kujutlege Rayleigh' pettumust: mõlema gaasi — mõlema „lämmastiku“ — kaal ei ühtinud.

Üks liiter õhust saadud lämmastikku kaalus 1,2572 grammi. Liiter ammoniaagist saadud lämmastikku kaalus aga 1,2560 grammi, üks tuhandik grammi vähem.

Kuskil, milleski oli Rayleigh'1 juhtunud viga, ebatäpsus. See oli küll tühine — üks tuhandik grammi! — kuid ometi viga.

Rayleigh kontrollis kõik oma aparaadid — ühe nõu teise järel, ühe püünise teise järel, torud, pumbad, kaalud. Siis hankis ta uuesti lämmastikku — õhust ja ammoniaagist. Mõlemad gaa-

sid puhastati hoolega, kaaluti äärmise täpsusega, kuid jällegi ei ühtinud kaalud, jälle oli vahet üks tuhandik grammi.

Rayleigh korraldas uue kontrollkatse, kuid sai ikka sama tulemuse.

Vahe on üks tuhandik grammi, täiesti tühine... Sellele oleks võinud lihtsalt käega lüüa, kuid Rayleigh seda ei teinud, sest ta ei olnud võimeline alahindama isegi niisugust tühist viga.

Ta oli pahane, teda ärritas see lahkuminek. See pidas teda kinni katsete juures lämmastikuga ega lasknud edasi minna. Kümned uued huvitavad probleemid füüsika alal kõitsid ta tähelepanu, kuid ta ei saanud nendega tegelda: ta jändas selle neetud lämmastiku puhastamisega, olles tahtmatult muutunud keemikuks.

Kord, kui Rayleigh varjamata vastumeelsusega vaatles lehesi, millele olid märgitud viimase kaalumise tulemused, puutus talle silma ajakirja „Nature“ uusim number.

„Ma kirjutan sinna,“ otsustas ta.

Ja otsekohe koostas ta kirja toimetusele. Kirjeldades oma ebaõnnestunud katseid lämmastikuga, pöördus Rayleigh ajakirja kaudu keemikute poole küsimusega, kas keegi teataks talle, kus võib siin olla viga, millega seletada seda visa lahkuminekut.

Rayleigh saatis kirja ära ja jäi ootama. Võib-olla aitavad keemikud ta sellest ummikust välja, kuhu ta on sattunud.

2. Raske ja kerge lämmastik.

Varsti hakkas saabuma vastuseid. Nende seas oli ka kiri Ramsaylt. Keemikud jagasid ahastavale füüsikule asjalikke nõuandeid, kuid kahjuks ei olnud neist mingit abi. Vahe gaaside kaalus püsis edasi. Vähe sellest: kui Rayleigh muutis katse tingimusi, suurenes vahe veelgi.

Tuli ilma teiste nõuannetele lootmata leida endal, miks lämmastik on kord kergem, kord raskem.

Kaks aastat jändas Rayleigh kangekaelse gaasiga. Mida ta sellega kõik tegi! Rayleigh juhtis läbi „õhu“-lämmastiku ja läbi „ammoniaagi“-lämmastiku elektrilaenguid. Ta jättis lämmastiku

kaheksaks kuuks umbselt suletud nõusse. Kuid ei elekter ega aeg ei muutnud lämmastiku omadusi.

Tiheduse vahe jäi selleks, mis ta oli.

Rayleigh püüdis saada lämmastikku teistest ainetest. Ta eraldas seda naerugaasist, lämmastikhapendist, kusiainest. Kõigil neil juhtudel ühtis saadud gaasi kaal täpselt ammoniaagist saadud lämmastiku kaaluga. Aga õhust saadud lämmastiku kaal jäi endiselt suuremaks.

Siis otsustas Rayleigh saada ka õhulämmastikku teisel teel. Varem juhtis ta õhu üle hõõguva vase: põledes kõrvaldas metall õhust hapniku ja järele jäi puhas lämmastik. Nüüd ei lasknud Rayleigh õhku enam üle vase, vaid üle hõõguva raua ning teiste ainete, mis olid võimelised ühinema hapnikuga. Kuid sellest ei muutunud „õhu“-lämmastiku tihedus põrmugi: ikka oli ta raskem kui ammoniaagist saadud lämmastik.

Kümneid katseid korraldas Rayleigh, kuid ei olnud näha veel mingit lahendust. Tal oli tunne, nagu seisaks ta kindla müüri ees, mida polnud võimalik läbi murda ja millest ei pääsenud ringi minnes mööda.

Kuid vähemalt teadis nüüd Rayleigh, et tema polnud teinud mingit viga, mingit eksitust. Süüdi polnud mitte katsetaja, vaid loodus. Nüüd oli täiesti selge, et õhulämmastik on tõepoolest raskem kui keemilisest ühendeist saadud lämmastik.

Kuid miks? Kuidas võis ühel ja samal ainel olla erinev kaal? See jäi mõistatuseks — õrritavaks, rahutust tekitavaks mõistatuseks.

3. „Vaadake vanu ajakirju“.

1894. aasta aprillis esines Rayleigh Londoni Kuninglikus Ühingu ettekandega oma katsetest lämmastikuga. Peale koosolekut pöördus tema poole keemik Ramsay abipakkumisega.

„Kaks aastat tagasi, kui te kirjutasite ajakirjas „Nature“, oli raske mõista, millest tekkis erinevus kaalus,“ ütles Ramsay. „Nüüd näib mulle, et kõik on selge: õhulämmastik sisaldab endas mingi raske lisandi. Mingi tundmatu gaasi . . . Kui lubate, katsaksin ma teie tööd jätkata.“

Muidugi andis Rayleigh selleks nõusoleku, kuid mõte tundmatust gaasist näis talle ebatõenäoline. Tuhanded uurijad on lõpmata palju kordi analüüsinud õhku ja leidnud temas alati vaid hapnikku ning lämmastikku, peale selle vähesel hulgal süsihappegaasi ja veeauru. Kuidas võis seal olla veel mingi uus gaas?

Rayleigh pidas nõu ka ühe teise Kuningliku Ühingu liikmega — füüsik Dewar'iga.

„Vaadake vanu ajakirju,“ ütles talle Dewar. „Minu arvates väitis juba Henry Cavendish, et õhulämmastik pole ühtlik aine.“

„Cavendish!“ imestas Rayleigh. „Sada aastat tagasi?“

„Jah,“ kinnitas Dewar. „Vist ühes tema esimestest töödest õhu koosseisu kohta on selline vihje. Otsige see välja.“

„Pean selle veel täna leidma!“ ütles Rayleigh.

Mõelda vaid: temast on saja aasta võrra ette jõutud!

4. Henry Cavendishi katse.

XVIII sajandi teisel poolel elas Londonis üksildane veidrik ja pelgur, nimega Henry Cavendish. Tema hirm inimeste ees oli nii suur, et ta kõnetamisel punastas, kiljatas ja komistades põgenes. Ja kui ta oma julguse kokku võttes vastaski, siis kogeldes, segi minnes ja kohmetudes nagu väike laps.

Cavendish elas erakuna oma suures ja ebamugavas majas ning näitas end seltskonnas väga harva. Sellel kinnisel ja sõnaahtral inimesel oli vaid üks kirk: teadus, looduse uurimine. Terveni poole sajandi kestel, mitte hoolides lõbustusist, puhkusest, pühadest, töötas Cavendish visalt päevast päeva, arvutades, katsetades . . .

Ta avastas vee koosseisu.

Tema arvutas esimesena maakera kaalu.

Üheaegselt Scheele ja Lavoisier'ga uuris ta õhu koosseisu ning hapniku ja lämmastiku omadusi.

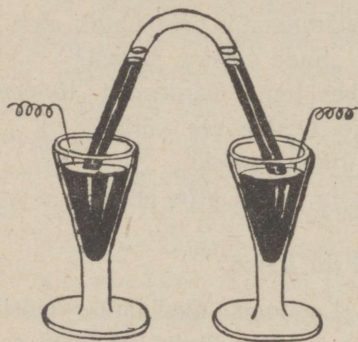
Ettevaatlik ja umbusklik Cavendish ei rutanud oma katsete tulemuste avaldamisega. Ja palju jäigi ta arhiividesse maetuks. Mõndagi lihtsalt unustati hiljem. Seepärast juhtuski, et mitme inim põlve võrra hiljem John Rayleigh nägi vaeva „raske“ läm-

mastiku mõistatusega, mitte aimates, et ta oleks võinud hajutada kõik oma kahtlused Kuningliku Ühingu 1785. aasta „Protokollide“ koltunud lehti sirvides.

Selles ajakirjas kirjeldab Cavendish järgmist katset.

Ta laskis läbi õhuga täidetud klaastoru elektrisädemeid — väikesi kunstlikke välke. Elektri mõjul ühinesid keemiliselt mõlemad õhu koostisosad — lämmastik ja hapnik, andes uue lämmitava lõhnaga gaasi. Selle gaasi

juhtis Cavendish kogu aeg torust välja, püüdes teda erilise lahuse abil.



Henry Cavendishi katse.

Hapnikku on õhus neli korda vähem kui lämmastikku, seepärast sai mõne aja järel kogu hapnik otsa ja torusse jäi ainult lämmastik. Siis lisas Cavendish torusse puhast hapnikku ja hakkas uuesti sealt sädemeid läbi juhtima. Nii saavutas ta lõpuks, et peaaegu kogu lämmastik ühi-

nes hapnikuga uueks, lämmitavaks gaasiks, mis neelati leelilahuse poolt.

Üks väike lämmastiku mullike jäi aga siiski kangekaelselt torusse püsima ega siirdunud leelisesse. Asjata lisandas Cavendish üha uusi hapniku annuseid, asjata laskis temast läbi elektrisädemeid — lämmitavat gaasi enam ei tekkinud. Tilluke, läätseterasuurune gaasimull ujus lahuse kohal ega ühinenud miski hinna eest hapnikuga.

„Sellest katsest ma järeldan,“ kirjutas Cavendish, „et õhulämmastik¹⁾ pole homogeenne: 1/120 osa temast käitub teisiti kui suurem, põhiline osa. Tähendab, lämmastik pole ühtlik aine, vaid kahe erisuguse aine segu.“

¹⁾ Cavendish kuulus flogistoniteooria pooldajate hulka ja nimetas lämmastikku „deflogistoneeritud õhuks“.

Kui Rayleigh jõudis vana ajakirja lugedes selle kohani, haaras ta kätega peast kinni ja sööstis laboratooriumi, et korrata Cavendishi katset.

5. Millest koosneb õhk?

Vahepeal ka keemik William Ramsay, Rayleigh' kolleeg Kuninglikust Ühingust, ei viitnud asjatult aega.

Ta arutles väga lihtsalt: kui õhus on mingisugune lisand, mida me veel ei tunne, siis saab seda avastada ainult ühel viisil: tuleb võtta teatav hulk õhku ja eraldada sellest järgemööda kõik tema koostisosad. Kui seejärel jääb veel midagi üle, siis peab õhk sisaldama veel mingit tundmatut gaasi.

Ramsay laskis õhu läbi rea keemiliste püüniste ja eraldas temast kergesti hapniku, veeauru ja süsihappegaasi. Jäi järele lämmastik. Ramsay leidis ka tema jaoks püünise. Juba mõne aasta eest oli ta loengul juhuslikult avastanud, et lämmastik ühineb kergesti kuumutatud magneesiumipuruga (magneesium on sama metall, mida fotograafid tarvitavad momentvõtete juures). Ja nüüd kasutas Ramsay seda juhuslikku tähelepanekut: ta hakkas juhtima lämmastikku üle hõõguvaks kuumutatud magneesiumi.

Ramsay laskis korra lämmastiku läbi toru, milles oli magneesium. Suurem osa gaasist neeldus, kuid osa pääses läbi.

Uuesti ajas ta jäägi üle punaseks kuumutatud puru. Gaasi jäi veel vähem.

Peale kolmat korda kaalus ta ülejäägi.

Mis oli tulemus? Gaas osutus tavalisest õhulämmastikust tunduvalt raskemaks. Tavaline lämmastik on vesinikust 14 korda raskem, see gaas oli aga vesinikust raskem 14,88 korda.

Rõõmsana juhtis Ramsay gaasi uuesti magneesiumi sisaldavasse torusse. Ja jälle jäi osa gaasi püünisesse, ülejääk aga muutus veelgi raskemaks.

Iga korraga vähenes gaasi hulk, tihedus aga kasvas. Erikaal tõusis 16-ni, siis 18-ni, 19-ni. 20 juures jäi ta peatuma. Samast ajast alates ei kahanenud gaas enam torust läbiminekul. Nähta-

vasti oli juba kogu lämmastik kinni püütud ja järele jäänud vaid raske tundmatu lisand, millesse magneesium ei mõjunud.

Kogu suve laskis Ramsay õhku läbi püünise, kuni tal kogunes üks kümnendik liitrit uut gaasi.

Tema kolleegil Rayleigh'l, kes jäljendas Cavendishi menetlust, läks asi aeglasemalt: 1894. a. suve lõpuks oli tal kogutud ainult pool kuupsentimeetrit rasket lisandit. Kuid tähtis oli see, et mõlemad uurijad, kasutades erinevaid meetodeid, saavutasid sama tulemuse!

Nüüd oli veel vaja teada saada kõikvõimsa spektroskoobi „arvamust“. Klaastorusse joodeti elektroodid, täideti ta uue gaasiga ja lülitati vool. Gaas helendas külma, kauni valgusega. Tema spektris olid punased, rohelised, sinised jooned — kõik uued, milliseid ükski spektroskoop polnud seni näidanud.

13. augustil 1894 ilmusid Rayleigh ja Ramsay Oxfordi, kus toimus Briti loodusuurijate kongress, ja palusid sõna teadaandeks väljaspool järjekorda.

„Me avastasime uue elemendi,“ teatasid nad. „Teda leidub kõikjal, ta ümbritseb meid igast küljest. Koos hapniku ja lämmastikuga kuulub ta meie kõigi poolt hingatava õhu koosseisu.“

6. Element-erak.

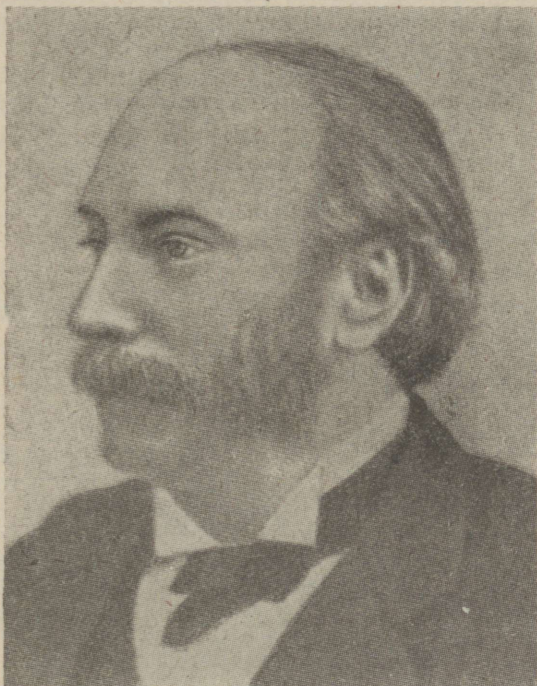
Oleks Oxfordi kogunenud teadlaste peade kohal lõhkenud pomm, see oleks kutsunud esile vähema segaduse kui Rayleigh' ja Ramsay teadaanne.

Õhus — tundmata element! Kõigis laboratooriumes, ülikooli auditooriumes, kogu maailmas leidub tohutu hulk tundmata ainet — ja keegi ei aimanudki seda!

Terve sajandi otsisid teadlased kogu maailmast haruldasi mineraale, et leida neist veel viimased keemikute eest varjule jäänud elemendid. Aga oma käe-jala juures esineva tundmatu aine jätsid nad kahe silma vahele!

Kuidas see võis juhtuda? Uut gaasi leidus õhus mitte just vähe: üks liiter saja kohta!

Kui Cavendish sattus esmakordselt ta jälile, olid inimesed just äsja saanud teada, et on „kaks erilist õhku“: „elav“ õhk ja „surnud“ õhk. Siis olid ka hapnik ja lämmastik alles suured imeasjad. Seepärast ei omistanud keegi, isegi mitte Cavendish, suurt tähtsust tühisele gaasimullikesele, mis lämmastikuga täitsa



John William Rayleigh.

ei sarnanenud. Kuid miks ei märganud keemikud hiljem terveni šaja pika aasta kestel, et õhulämmastik on kahe gaasi segu?

Tuhandeid kordi olid nad õhku analüüsinud. Iga üliõpilane ja laborant, isegi keemiatehase kvalifitseerimata tööline mõistis seda teha. Keemikud arvutasid kuni sajandiku protsendini, kui palju on õhus hapnikku, kui palju lämmastikku . . . Nad määrasid täpselt kindlaks, et õhus sisaldub 0,03 protsenti süsihappe-

gaasi . . . Isegi vesinikku õnnestus neil õhust leida, kuigi seda oli vähem kui üks kümnetuhandik protsenti . . .

Üks kümnetuhandik protsenti! Aga üks protsent tundmatut gaasi jäeti nii kaua tähele panemata! Mispärast siis?

Seepärast, et see nähtamatu, lõhnata ja maitseta gaas ei andnud endast kuidagi märku. Märkamatul kaasnes see vagur gaas kõikjal lämmastikuga ja käitus nii tagasihoidlikult, nagu poleks teda üldse olemaski.

See uus element ei andnud mingisuguseid ühendeid teiste elementidega. Ta seisis eraldi kõigi teiste maailma ainete hulgas, mis muutusid alatasa, võtsid alatasa osa keemilistest protsessidest.

Element-erak, element-üksiklane.

Uus element oli igasuguste keemiliste mõjutuste suhtes täiesti ükskõikne. Ta oli absoluutselt tegevusetu, passiivne. Seepärast anti talle nimeks *argon*, mis tähendab kreeka keeles tegevusetu.

Ramsay segas teda kõige aktiivsemate, tugevasti mõjutavate ainetega.

Ta püüdis ühendada teda klooriga, lämmatava gaasiga, mis paneb roostetama metallid, pleegitab värvid, hävitab riide ja paberi, muutes nad põrmuks. Kuid argonisse ei mõjunud kloor üldse.

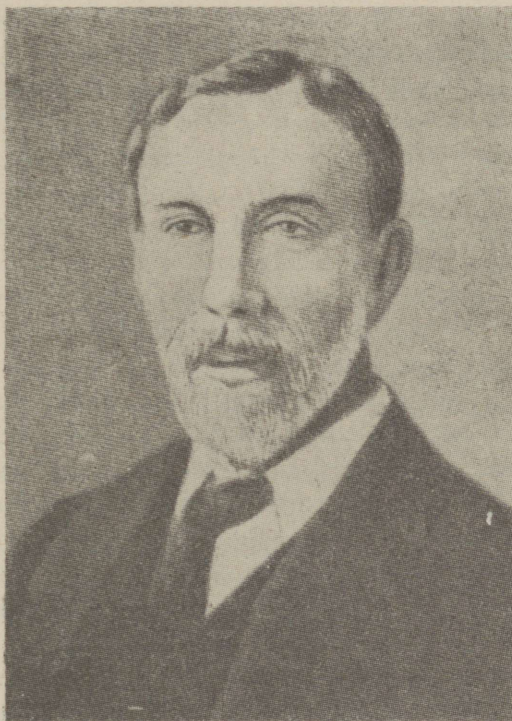
Temas katsuti süüdata fosforit. See mürgine aine söövitab käsi ja süttib õhu käes iseenesest, ühinedes hapnikuga. Kuid argon jäi ka fosfori suhtes ükskõikseks.

Ei tule, külma, elektrivoolu ega sööbivate hapetega polnud võimalik sundida argonit astuma keemilisse reaktsiooni. Kõik pörkas tema juurest tagasi, jätmata mingisuguseid jälgi, muutmata ühtki tema osakest.

Ramsay ja teised keemikud ei saanud kuidagi leppida säärase veidra, kõige vastu ükskõikse aine olemasoluga. Ta peaks ju ometi andma mõnedki ühendid! Isegi „väärismetalle“ — kulda ja platinat, mis ei roosteta õhus ega vees ega lahustu isegi hapetes, ka neid õnnestub ühendada mõningate ainetega! Kas argon on siis kõige ligipääsematum aine kogu maailmas?

Üha uuesti juhtisid Ramsay ja ta abilised argonisse mitmesuguseid keemilisi reaktiive. Nad proovisid läbi peaaegu kõik liht- ja paljud liitained. Pingelises töös möödusid kiiresti päevad, nädalad, kuud.

Kuid asjata — argon ei alistunud.



William Ramsay.

7. Gaas mineraalist.

Kord, pärast järjekordset ettekannet Kuninglikus Ühingus oma katseist argoniga, sai Ramsay geoloog H. Miers'ilt kirja. Miers ei viibinud ettekandel, kuid oli sellest nähtavasti kuulnud.

„Ma ei tea,“ kirjutas Miers, „kas olete katsunud ühendada argonit metall uraaniga. Kui mitte, siis võiksite minu arvates

proovida. Mõne aasta eest märkas ameerika geoloog W. Hillebrand, et uraani sisaldav mineraal kleveiit annab väävelhappes kuumutades väga palju gaasi. Hillebrand väidab, et see gaas on lämmastik. Aga võib-olla leidub seal ka argonit. Mulle näib, et seda tuleks kontrollida; ehk kuulub kleveiidi koosseisu uraani keemiline ühend argoniga?“

Miersi nõuanne näis Ramsayle asjalik. Aga kust saada kleveiiti? See on väga haruldane, kallis mineraal, mida leitakse ainult Norras. Igaks juhuks saatis Ramsay oma kaastöölise otsima Londoni äridest kleveiiti. Sellel oli õnne: ühelt mineraalidega kauplejalt sai ta 18 šillingi eest kaks untsi (umbes 60 grammi) kleveiiti.

Kohe heitis Ramsay assistent mineraali väävelhappesse ja kuumutas seda. Kleveiit hakkas mulle ajama, temast eraldus gaas; teiste katsetega tegeldes ei hakanud Ramsay seda kohe uurima, vaid käskis säilitada umbselt suletud nõus.

Möödus poolteist kuud.

Selle aja kestel tegi Ramsay veel mõned katsed argoni ühendite saamiseks, kuid tulemusteta. Viimaks katkes ta kannatus: ta mõistis, et ta on võimetu selle kangekaelse, imestamisväärset passiivse gaasi vastu. Aga enne kui tunnistada end lõplikult võidetuks, otsustas Ramsay lõpuks veel kontrollida kleveiidist saadud gaasi.

Kõigepealt tuli kindlaks teha, kas see gaas oli lämmastik, nagu väitis Hillebrand, või argon.

Ramsay assistent viilis magneesiumi puru, kuumutas punaseks ja juhtis sellest gaasi läbi. Kui gaas oleks olnud lämmastik, oleks püünis ta kinni pidanud: magneesium oleks ta absorbeerinud. Kuid gaas läbis püüinise peaaegu puutumatuna. Tähendab, Hillebrandil polnud õigus.

Siis siirdus Ramsay laboratooriumi juures olevasse pimikusse, et vaadata, missuguse spektri annab uuritav gaas. Ta võttis toru, mille otsadesse olid joodetud metallplaadid — elektroodid, ja pumpas sellest õhu välja. Siis laskis ta sinna sisse gaasi ja juhtis elektroodidesse voolu. Otsekohe hakkas gaas torus helendama.

Ramsay vaatas spektroskoopi.

Seal oli näha palju mitmevärvilisi heledaid jooni, nende seas üks õige ere kollane joon.

„Naatrium!“ mõtles Ramsay. „Nähtavasti oli magneesiumipuruse sattunud naatriumi. Tema eest ei saa kuidagi hoiduda...“

Et oleks kergem ses keerulises spektris orienteeruda, täitis Ramsay teise toru puhta argoniga ja laskis ka sellest voolu läbi. Nüüd nägi ta spektroskoobis mõlema toru spektrit ja neid oli võimalik võrrelda.

Mõlemal spektril ühtisid paljud jooned; ka puhta argoni spektris oli näha kollane joon, kuid tunduvalt nõrgem. Arvata-vasti oli ka teise torusse sattunud veidi kõikjale tikkuvat naatriumi.

Kuid millegipärast asetses teises torus kollane naatriumi joon mitte just samal kohal kui kleveidi gaasi kollane joon.

Ramsay korraldas spektroskoopi ja keeras piluga toru, et jooned ühtiksid. Kuid nad jäid oma kohale. Nad asusid peaaegu kõrvuti, kuid ei langenud siiski ühte.

„Meie spektroskoop on korrast ära,“ ütles Ramsay assistendile.

Ta süütas valguse, võttis aparaadi lahti ja puhastas hoolikalt klaase. Kuid see ei aidanud: pannud spektroskoobi uuesti kokku, nägi Ramsay jälle, et naatriumi kollased jooned kum-mastki torust asuvad lahus.

Kirchhoffi ja Bunseni päevist saadik teadsid keemikud ja füüsikud, et naatriumi jooned asuvad spektris rangelt kindlaks-määratud kohal. Kui võtaksime tuhat naatriumi proovi erisugustest kohtadest, siis, kus neid ka uuritaks, ikka annavad nad neidsamu kollaseid kiiri, ikka ühe ja sama joone spektroskoobis. Miks olid siis siin, Londoni ülikooli laboratooriumis, naatriumi jooned lahus?

Mõned minutid istus Ramsay liikumatult spektroskoobi ees, suunates oma pilgu gaasitorule, mis helendas külma, kuldse tulega. Õieti öelda polnud raske seletust leida. Ramsay oli ta

juba leidnud. Ta kartis vaid, et see seletus on liiga julge ja riskantne. Ta ei sõandanud uskuda sellist õnnestumist.

Tõepoolest, miks mitte oletada, et selles torus on peale argoni veel midagi muud?

Veel üks uus tundmatu element?

Otsekohe sähvas Ramsayle pähe ka nimetus tema jaoks — krüpton; kreeka keeles tähendab see salajane, varjatud.

Ramsay hakkas oma oletust kontrollima. Mitu tundi veetis ta pimikus, hoolimata ajast ja väsimusest; ta uuris kleveiidist saadud gaasi spektrit, võrreldes seda argoni, lämmastiku ja naatriumi spektriga. Kuid tema viletsavõitu spektroskoop ei sobinud sellise keeruka ülesande lahendamiseks. Lõpuks otsustas Ramsay pöörduda oma seltsimehe, füüsik Crookes'i poole, kes oli suur eriteadlane spektroskoopia alal. Ta saatis Crookes'ile toru „krüptoniga“ ja palus uurida selle spektrit.

See oli 22. märtsi õhtul 1895. aastal.

Aga teisel hommikul ilmus laboratooriumi kirjakandja.

Ramsay kutsuti pimikust välja ja anti talle telegramm.

„Krüpton on heelium,“ teatas Crookes. „Tulge siia, siis näete.“

Ramsay läks ja nägi: kleveiidi gaasi kollane joon langes täpselt ühte salapärase joonega päikese spektris, heeliumi joonega.

Nii leiti päikese aine maakeral.

8. Heelium maakeral.

Kui keeruline, kui loogeline oli tee selle avastuse juurde!

Algul oletasid astronoomid tundmatu elemendi olemasolu päikesel.

Siis hakkas Rayleigh, ilma et ta oleks üldse mõelnud päikese aimest, ühe vana teadusliku hüpoteesi kontrollimiseks mõõtma gaaside — vesiniku, hapniku, lämmastiku — kaalu.

Ta tahtis võimalikult täpselt teada, kui palju kaalub iga gaasi liiter, muud midagi!

Tänu Rayleigh' katseile tuletati meelde Cavendishi ammu unustatud eksperiment. Ning lõppude lõpuks leiti Rayleigh' ja Ramsay ühiste jõupingutuste varal õhus raske lisand — ime-lik gaas argon.

Üldse mitte mõeldes päikese ainest hakkas Ramsay uurima argoni omadusi ja leidis, et argon on erakordselt passiivne, kõige vastu ükskõikne aine.

Kui geoloog Miers juhtis ta haruldase mineraali kleveiidi jälile, lootis Ramsay ainult leida selles argoni esimese keemilise ühendi. Rohkemast ta ei mõelnudki.

Ta eraldas kleveiidist gaasi, millega Hillebrand oli jännanud juba viie aasta eest, ilma et oleks midagi aivanud. Ramsay nägi, et see pole ei lämmastik ega argon, kuid ka tema ei taibanud kohe, millega tal on tegemist.

Alles füüsik Crookes taipas esimesena, et uus gaas on sama element, mida astronoomid kahekümne seitsme aasta eest märkasid päikesel.

Tavalised, maised inimesed hoidsid nüüd käes seda külalist kaugelt tulikumalt taevakehalt.

Teda uuriti, prooviti, õpiti igakülgsest tundma. Millised imepärased omadused tal ilmnevad?

Paljud, olles üllatatud tema huvitavast avastamisloost, lootsid salaja, et ka ta ise osutub mingiks erakordseks aineks, mis ei sarnane ühegi teisega.

Kuid ei toimunud midagi imepärast. Peagi selgus, et heelium on samasugune „vääriskaas“ nagu argongi. Värvusetu ja läbi- paistev, lõhnata ja maitseta, avaldas temagi samasugust visa vastupanu igale katsele sundida teda keemiliselt ühinema teiste ainetega.

Ainult ühe omaduse poolest erines ta märgatavalt argonist: oma kaalult. Heelium osutus vesiniku järel kergeimaks aineks maailmas.

9. Uued leiud.

Neil suurtel teaduse võidukäigu päevil oleks peaaegu lõõnud vankuma harmooniline ehitis, mille püstitas veerandsada aastat tagasi Mendelejev.

Ramsay võis esitada Mendelejevile väljakutse tunnistada tema süsteem kõlbmatuks. Tal oli selleks kaaluvaid aluseid: uute elementide jaoks ei leidunud Mendelejevi tabelis kohta. Seal polnud sellist rida, kuhu oleksid võinud asuda argon ja heelium.

Kui aga neid siiski vastavalt nende aatomkaalule püüti väe- võimuga suruda teiste elementide tihedaisse, koondunud rida- desse, läks kogu tabel segi, seal tekkis vassing ja korratus.

Et leida väljapääsu tekkinud ebamugavast olukorrast, püü- sid mõned keemikud väita, et argon ja heelium polegi uued elemendid.

„Need on lihtsalt lämmastiku teisendid,“ väitsid nad. „Tun- neme ju muidki elemente, mis esinevad mitmesugusel kujul. Süsinik näiteks esineb kolmel kujul: tahmana, grafiidina ja kalli- hinnalise teemandina. Hapnikku leiame kahel kujul. Miks mitte oletada, et ka lämmastik võib esineda mitmesugusel kujul?“

Kuid Ramsay ise oli selle kohta hoopis teisel arvamusel.

„Me pole veel kõike avastanud,“ ütles ta. „Tuleb jätkata otsinguid, sest kindlasti leidub veelgi elemente, mis sarnanevad argoni ja heeliumiga. Kõik kokku moodustavad nad suure ele- mentide „perekonna“, uue rea, mis läheb tervikuna Mendelejevi tabelisse. Uued avastused ei lükka ümber perioodilist süsteemi, vaid vastupidi — see muutub veelgi täielikumaks, järelikult ka täpsemaks ja õigemaks.“

Ja koos oma abilistega asus Ramsay otsima uusi elemente — argoni ja heeliumi „sugulasi“.

Ta uuris läbi 150 haruldast mineraali ja 20 mitmesugust mineraalvett ning püüdis leida uute elementide jälgi isegi meteoriitides.

Lõppude lõpuks leidiski ta nad, kuid hoopis mujal: õhus.

Tavalises õhus avastas Ramsay peale argoni veel kolm uut elementi; ta andis neile nimeks neon, krüpton ja ksenon. Siit leidis ta ka heeliumi!

Ja kõik need viis omavahel sarnanevat elementi mahtusid suurepäraselt Mendelejevi tabelisse, moodustades seal uue rea. Nii tõestati lõplikult Mendelejevi seaduse õigsus.

Kuid miks ei õnnestunud Ramsayl leida õhus korraga kogu seda elementide viisikut? Miks märkas ta esialgu ainult argonit?

Seepärast, et argonit on õhus kaunis rohkesti — üks liiter saja kohta, kuid heeliumi, neoni, krüptonit ja ksenonit väga vähe. Igal sissehingamisel tõmbame oma kopsudesse umbes 5 cm³ argonit (see on umbes pool supilusika täit), neoni viissada korda vähem, heeliumi kaks tuhat korda, krüptonit kümme tuhat korda ja ksenonit sada tuhat korda vähem. Muidugi läbivad need gaasid meie kopsu, ilma et avaldaksid mingisugust toimet. Need kõige vastu ükskõiksed ained väldivad ju igasuguseid keemilisi muutusi.

Aja jooksul leidis tehnika kõigi nende haruldaste gaaside jaoks tulusa rakenduse.

Argoniga täidetakse nüüd elektripirne, et hõõguv niit ei põleks liiga ruttu läbi. Mitte ainult raskesti sulav metall, vaid isegi kergesti põlev nafta ei sütti selles loius, elutus gaasis kunagi!

Veel parem on kasutada seks otstarbeks krüptonit ja ksenonit. Nendega täidetud pirne võib nimetada igavesteks, nii kaua teenivad nad meid.

Ka neoni kasutatakse elektervalgustuseks. Kuid mitte tavalistes lampides. Kas olete näinud punaseid, helendavaid torukesi Moskva metroo jaamades? Need on täidetud neoniga. Kui neist lastakse voolu läbi, siis helendab gaas ilusa valgusega.

Kerge heelium aga kõlbab õhulaevade ehitajaile ja stratosfäärilendureile. Temaga täidetakse juhitavaid õhulaevu ja stratoostaate, et nad hõljuksid õhus. Heelium, tõsi küll, on kallim ja raskem kui vesinik, mida kasutatakse samaks otstarbeks. Kuid

vesinik on süttiv. Ainus säde — ja kogu suur õhulaev lõõmab nagu tõrvik. Aga heeliumiga täidetud õhulaeval pole karta tuleohtu: heeliumis nagu argoniski ei saa ka soovi korral tuld süüdata, isegi siis mitte, kui koguda kokku maailma kõige tuleohtlikumad ained.

10. Kas on võimalik elemente lahutada?

Argoni ja heeliumi avastamise eel näis paljudele teadlastele, et materia saladused on juba lõplikult selgitatud.

Mendelejevi tabel oli peaaegu tervenisti täidetud, enamik elementidest leitud, sadade tuhandete liitainetega toimuvad muutused hästi läbi uuritud. Näis, et nüüd on kõik selge.

Sada aastat enne seda, XVIII sajandi lõpul, tegid Scheele, Lavoisier ja teised uurijad alles esimesi katseid, et määrata kindlaks, mis millest koosneb.

Nüüd aga võis iga keemik anda sellele küsimusele täieliku ja täpse vastuse:

„Umbes kaheksakümmend elementi — nendest koosneb lõppkokkuvõttes kogu maailm. Neist keemikute poolt nii hästi läbiuuritud elementidest koosnevad tähed ja päike, maa ja inimesed, kivid ja taimed. Missugust ainet me ka lahutame, ikka leiame temas needsamad lihtsad koostusosad — elemendid. Ühes liitaines võib olla kaks, kolm, viis, kümme elementi, kuid alati ja kõikjal on nad ühed ja samad. Ei meteoriidis, mis on tulnud siia maailmaruumist, inimese kehas, vääris kivis ega lihtsas teeäärses savis ei leidu midagi muud peale nende kaheksakümne elemendi.“

Aga elemendid ise? Kas saab ka neid lahutada millekski veel lihtsamaks?

„Ei!“ kinnitasid teadlased XIX sajandi lõpul otsustavalt. „Pole midagi elemendist lihtsamat. Element on aine lihtsuse ülim piir. Ei looduses, laboratooriumis ega tööstuses — mitte kuskil ega kunagi pole keegi näinud, et elemendid laguneksid veel lihtsamaiks koostusosadeks.“

Muutuda, laguneda, kaduda võivad vaid liitkehad. Elemendid aga ei kao, ei lagune ega saa muutuda teisteks elementideks. Nad on igavesed ja muutumatud. Kui palju oli rauda, pliid ja heeliumi saja aasta eest, niisama palju on neid praegu ning just niisama palju on neid ka saja aasta pärast. Sest algaine ükski kübemeke ega aatom ei saa kaduda ega muutuda.

Iga element koosneb ühesuguseist aatomeist. Aatom on jagamatu. Ta on materia vähim osa. Mitmesuguste erinevate elementide aatomid võivad üksteisega mitmeti ühineda. Üks ja sama hapniku aatom võib olla aines, millest koosneb inimese peaju, mullas, maagis, ookeani vees ja äikesepilves. Ta võib teha tuhandeid rännakuid mööda maailma, võtta osa tuhandest keemilisist reaktsioonidest, kuid kaduda ega muutuda seejuures ta ei saa. Sest elementide aatomid on igavesed ja muutmatud.“

Nii õpetas keemiateadus XIX sajandi lõpul.

See oli väga harmooniline, väga veenev õpetus. Kõik suured elementide otsijad, kellest siin lugesite, pooldasid seda. Kuid nüüd tuleb teil lugeda sellest, kuidas tehti uued avastused, mis ei jätnud sellest õpetusest kivi kivi peale.

KUUES PEATÜKK.

NÄHTAMATUD KIIRED.

1. Wilhelm Röntgen'i avastus.

1896. aasta algul olid kõik maailma ülikoolid ja akadeemiad sattunud suurde erutusse kõmulisest uudisest: keegi Wilhelm Konrad Röntgen, vähetuntud nimega saksa professor, on avastanud mingid uued, tähelepanuväärsete omadustega kiired.

Nad olid inimese silmale nähtamatud, kuid mõjutasid fotoplaati ja nende abil oli võimalik teha ülesvõtteid isegi pilkases pimeduses. Peale selle võis kirte esinemist tunda veel järgmiselt: kui paigutati nende teele erilise keemilise ühendiga kaetud paber- või klaasekraan, siis hakkas see ekraan tugevasti helendama — fosforestseerima. Aga kõige huvitavam oli see, et uued kiired läbisid enamvähem vabalt igasuguseid esemeid, samuti nagu valgus läbis klaasi. Nad tungisid läbi tihedalt suletud ukse, läbi kindlate vaheseinte, läbi rõivaste ja inimkeha.

Kui tõkestati nende teed kämblaga, siis ilmusid helendaval ekraanil tumedad luude kujutused — sõrmi liigutava käe luustik!

Auväärsed isikud kinni nõõbitud kuubedes ja targeldatud maniskeis võisid näha ekraanil oma roideid, oma selgroogu, kogu oma luustiku varju, ühtlasi ka kella vestitaskus või münte püksitaskusse pistetud rahakotis.

Kohe leidis ka inimesi, kes mõistsid rakendada uusi kiiri praktiliseks otstarbeks. Näiteks kasutas üks ameerika arst juba neljandal päeval peale Röntgeni avastuse teatavaks saamist

neid kiiri selleks, et kindlaks teha, kas kuul on jäänud peatuma tema haavatud patsiendi kehasse.

Füüsikuid huvitas Röntgeni avastus veelgi enam kui arste. Füüsikud tahtsid teada, mis kiired need õieti on, kas nad sarnanevad oma loomult tavaliste valguskiirtega või mitte, kuidas nad tekivad ja mis kutsub neid esile.

Suust suhu käisid üksikasjad selle kohta, kuidas Röntgen tegi oma avastuse.

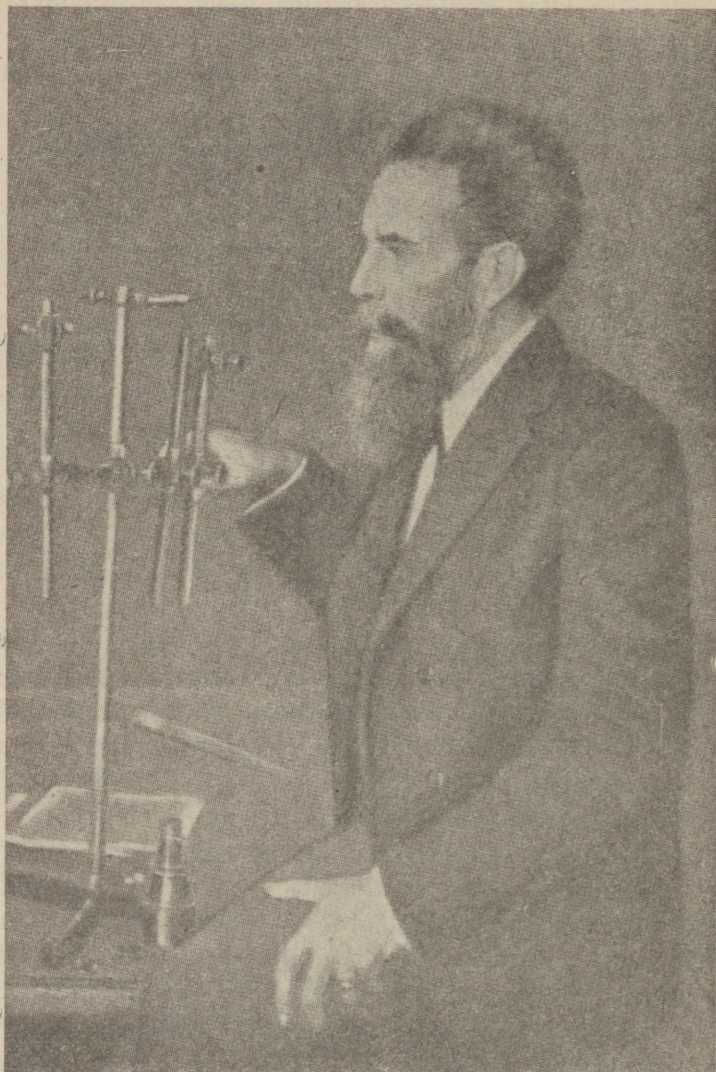
Ta uuris oma laboratooriumis nähtusi, mis toimuvad Crookes'i torus. See on klaastoru, millest õhk pumbatakse välja. Tema mõlemasse otsa on sissepoole joodetud metallist elektrodid. Kui juhtida neisse vool, siis tekib torus olevas hõrendatud õhus mõlema elektroodi vahel elektrilaengu tühjenemine. Seejuures helendavad õhk ja toru seinad külma valgusega.

Kord pani Röntgen Crookes'i toru lähedale musta paberisse mähitud pakikese ilmutamata fotoplaate. Kui ta hakkas neid hiljem ilmutama, siis osutus, et nad olid üle-säritatud. Seda juhtus korduvalt: uued, täiesti puutumatud, tihedalt musta paberiga kaetud plaadid riknesid paratamatult, kui nad olid Crookes'i toru läheduses.

Crookes'ise ja ka teised uurijad, kes tegelesid hõrendustorudega, märkasid juba ammu enne Röntgenit seda asjaolu, kuid ei omistanud sellele mingit tähtsust. Plaadid on üle-säritatud! Hea küll, hoiame neid edaspidi torust kaugemal, otsustasid nad. Aga Röntgen ei rahuldunud sellega — ta hakkas katsetama, uurima, milles asi seisab.

Kord töötas Röntgen Crookes'i toruga, mille ta oli katnud väljastpoolt paksu musta kartongiga. Kui ta laboratooriumist lähkudes kustutas valguse, märkas ta, et oli unustanud Crookes'i toruga ühendatud induktsioonimähise välja lülitamata. Tuld süütamata läks ta tagasi laua juurde, et oma hooletust parandada. Seal märkas ta korraga, et ühel naaberlaual helendab midagi kahvatu külma valgusega.

Seal, kust paistis valgus, oli laual platinabaariumtsüanüüriga kaetud paberileht. Nimetatud ainel on fosforestseerimis-



Wilhelm Konrad Röntgen.

võime: kui talle suunatakse kõrvalt tugev valgus, hakkab ta ise külma valgust kiirgama.

Kuid laboratooriumis oli ju pime! Crookes'i toru nõrk külm valgus ei võinud põhjustada helendava segu fosforestsentsi. Pealegi oli toru kaetud musta kartongiga. Mis sundis siis fosforestseerivat ekraani pimeduses helendama?

Hiljem küsiti Röntgenilt:

„Mis te mõtlesite, kui sattusite sellele saladuslikule nähtusele?“

„Ma ei mõtelnud, vaid katsetasin,“ vastas ta.

Ta katsetas. Visalt ja osavalt küsitles ta loodust ja avastas lõppude lõpuks uued kiired.

Tagasihoidlik Röntgen nimetas nad x-kiirteks, toonitades sellega, et ta veel isegi täpselt ei tunne nende tõelist loomust. Ja kohe tõttasid kümned teised teadlased mitmesugustest maa-dest täiendama seda, mida Röntgen oli jätnud ütlemata. Teaduslikes ajakirjades ilmus arvutuid aruandeid katseist x-kiirtega — nende omadusist ja nende tekkimisest. Tõttamise ja erutuse õhinas näis mõningaile uurijaile, nagu oleksid nad avastanud veelgi uusi kiiri. Sadas teateid mitmesugustest „z-kiirtest“ ja „mustast valgusest“. „Kiirtepalavik“ nakatas kõik Euroopa ja Ameerika teaduslikud laboratooriumid.

2. Õnnelik viga.

Huvitava oletuse x-kiirte kohta esitas prantsuse teadlane Henri Poincaré.

Kui Poincaré sai ajakirja, milles Röntgen kirjeldas oma avastust, hämmastas teda üks peensus. Röntgen tähendas, et x-kiired lähtuvad just sellest Crookes'i toru osast, kuhu põrkab negatiivselt elektrodilt (katoodilt) positiivsele elektrodile (anoodile) kanduv elektriosakeste vool. See osa klaastoru seinast fosforestseerib eriti tugevasti.

„Või nii!“ mõtles Poincaré. „Röntgenikiired tekivad seal, kus toimub tugev fosforestseerimine. Võib-olla kiirgavad neid kõik tugevasti fosforestseerivad kehad ja mitte ainult Crookes'i toru, kui temast vool läbi juhitakse?“

Seda Poincaré mõtet hakkas kohe kontrollima tema kaasmaalane Charles Henry.

Külma kiirgust võib tekitada väga mitmel viisil. Juba vanast ajast tunnevad inimesed aineid, mis on võimelised kiirgama külma valgust, kui nad paigutada päikese või mõne teise tugeva valgusallika kiirte kätte. Mõned neist kehadest lakkavad helen-damast, niipea kui kustub primaarne valgus; teised aga helen-davad veel teatava aja peale seda. Selliste ainetega kaetakse kellade numbrilauad, et võiks öösel tuld süütamata aega teada saada.

Külma valgusega helendab ka mädanev puu. Kollane fosfor helendab roheka valgusega, sest õhu käes hapendub ta aegamööda.

Nagu näete, võivad fosforestseerimise põhjused olla mitmesugused. Ja Poincaré oletas, et fosforestseerimisel, ükskõik mis teda põhjustab, tekivad alati röntgenikiired.

Poincaré idee kontrollimiseks võttis Charles Henry tsinksulfiidi — aine, mis päikesekiirtega valgustamisel tugevasti fosforestseerib.

See oli väga lihtne katse.

Henry mähkis hariliku fotoplaadi musta paberisse, pani paberile tükikese tsinksulfiidi ja asetas selle kõik päikese kätte. Hiljem viis ta plaadi pimikusse ja ilmutas.

Kohal, kus lamas fosforestseeriv aine, oli plaadil tume laik.

Tähendab, Poincarél oli õigus? Täheandab, iga fosforestseeriv aine kiirgab tõepoolest x-kiiri, mis läbivad vabalt musta paberi?

Just nõnda arvas Henry.

Prantsuse Teaduste Akadeemia koosolekul 10. veebruaril 1896 loeti Henry teadaanne ette. Aga nädal hiljem, järgmisel Akadeemia koosolekul, avaldati teise prantsuse uurija, Nevenglovsky teadaanne, mis kinnitas täiel määral Henry järeldusi. Nevenglovsky katsetas mitte tsinksulfiidi, vaid kaltsiumsulfiidiga, kuid tulemused olid samad mis Henrylgi.

Nüüd ei möödunud ühtegi Prantsuse Akadeemia koosolekut, kus poleks teatatud röntgenikiirte saamisest fosforestseerivate ainete abil.

Katsete korraldamine oli kerge: ei lähe palju aega, et mähkida plaat musta paberisse, asetada selle peale tükike fosforestseerivat ainet, panna päikese kätte ja siis ilmutada. Ja füüsikud ruttasid nende katsetega, kartes, et teised jõuavad neist ette.

X-kiired ei paistnud enam nii mõistatuslikud kui varem. Neid kiirgab ju, nagu selgus, isegi tavaline helendava numbrilauaga kell.

„Pole vaja mingisuguseid hõrendustorusid, mis kergesti purunevad,“ ütles Akadeemia teadlane Troost. „Pole vaja keerulisi ja kalleid elektriaparaate. Asetage tükike fosforestseerivat ainet tugeva valguse kätte, ja ta hakkab andma x-kiiri.“

Kuid ta eksis. Nad eksisid kõik rängasti — nii Troost kui ka Henry ja Nevenglovsky. Õnneks osutas see viga teadusele ja inimkonnale hinnatamatu teene. Ja me võime isegi tänada neid uurijaid nende liigse rutakuse ja lohakuse eest tol ajal.

3. Kui pilved katsid päikese . . .

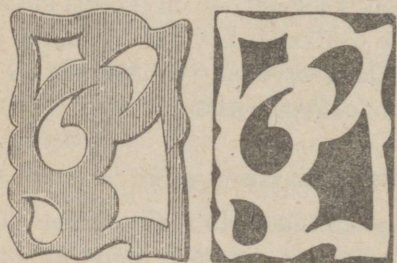
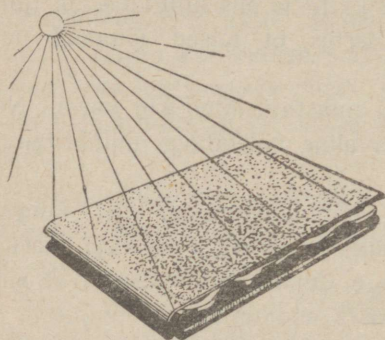
X-kiirte jahist võttis osa ka füüsik Henri Becquerel. Ta katsetas mitme fosforestseeriva ainega ja talle näis, et nad kõik annavad tugeva valgusega valgustamisel nähtamatuid kiiri, mis mõjutavad fotoplaati.

Kuid Becquerel ei olnud täiesti rahuldatud neist ähmastest mustadest laikudest, mida ta nägi ilmutatud plaatidel. Seepärast otsustas ta võtta edasisteks katseteks võimalikult tugevasti fosforestseeriva aine. Ta arvas, et niisugune aine kiirgab intensiivsemalt x-kiiri ja jätab fotoplaadile märksa selgemad jäljed.

Becquerel põlvnes teadlaste perekonnast. Fosforestsentsi küsimusega tegeles juba ta isa. Omal ajal uuris Becquerel-isa üht väga tugevasti fosforestseerivat ainet — uraani ja kaaliumi väävelhaput soola. Hiljem uuris ka Becquerel-poeg seda soola. Seda ühendit tahtiski ta nüüd kasutada x-kiirte saamiseks. Peale

selle korraldas Becquerel katseid ka teiste helendavate uraanühenditega.

Ja ta saavutaski oma sihi: päikesest valgustatud uraanisoolad andsid tõepoolest läbi musta paberi selgejoonelised fotograafilised jäljed.



Valgustatud plaadi tumedal taustal oli näha valge muster — metallist mustril jälgend.

Niisuguses vaimus seletas Becquerel oma katsete tulemusi Teaduste Akadeemia koosolekul.

Aga kord — see oli 2. märtsil 1896 — ilmus Becquerel Akadeemiasse imeliku uudisega.

Nelja päeva eest, s. o. 26. veebruaril, valmistas ta järjekordset katset uraanisoolaga. Musta paberisse mähitud plaadid, metallist muster, kõige peal soolakristallide kiht . . . Kuid tol päeval katsid pilved alatasa päikest . . . Becquerel otsustas

Becquerel talitas järgmiselt. Ta mähkis plaadi õige tihedasse musta paberisse. Paberile paigutas ta sisselõigatud mustri metallplaadi, metallile õhukese paberilehe ja sellele kihi uraanisoola. See kõik asetati päikese kätte.

Siis ilmutati plaat. Ja mis selgus? Valgustatud plaadi tumedal taustal oli näha valge muster — metallist mustril jälgend.

Nüüd oli selge: fosforesceerides kiirgas uraanisool nähtamatuid kiiri; x-kiired läbisid musta paberi ja mõjutasid fotoplaati; läbi tiheda metalli nad ei pääsenud — neis kohtades jäi plaat puutumata.

koristada kõik laekasse, võtmata isegi soola paberilt, et teisel päeval asuda kohe katse juurde.

Kuid 27-ndal polnud üldse päikest. Ei paistnud ta ka kahel järgmisel päeval.

Esimesel märtsil otsustas Becquerel igaks juhuks plaadi siiski ilmutada. Et sool oli kogu aeg pimedas ja pilvise ilma tõttu sai vaid mõne minuti nõrka päikesevalgust, siis fosforestseeris ta arvatavasti lühikest aega ja nõrgalt; vaevalt olid x-kiired üldse ilmunud, ja kui, siis vähemärgatavalt. Seepärast lootis ta plaadil leida vaid vaevalt nähtava tumenemise.

Oli aga otse vastupidi.

Niisugust sügavmusta värvust, niisugust teravat jäljendit — valge muster tumedal taustal — polnud need fosforestseerivad soolad veel kunagi andnud. Arusaamatu, seletamatu!

Ja mida kaugemale, seda segasemaks läks kogu asi.

Becquerel leidis, et uraanisool ka siis, kui teda ei paigutata päikese kätte, mõjutab läbi paberi fotoplaati niisama hästi nagu tugevasti valgustatud, heledalt fosforestseeriv sool.

Ta peitis soolaterakesed karpi, pani karbi kasti ja jättis seile viieteistkümneks päevaks kindlasti suletuks; toas, kus asus kast, valitses absoluutne, pilkane pimedus. Siin ei saanud enam olla juttu mingist fosforestsentsist, mingist soola helendamisest. Aga plaati mõjutas sool ikkagi.

Tähendab, ka selles pilkases pimeduses kiirgas ta ikka oma nähtamatuid, mustast paberist läbitungivaid kiiri.

Siis katsetas Becquerel niisuguse uraanisoolaga, mil pole üldse fosforestseerimisvõimet. See oli tavaline aine, millesse ei mõju ka kõige heledam valgus. Kuid siiski muutus plaat ka selle mõjul mustaks.

4. Kõige põhjuseks on uraan.

Nüüd hakkas Becquereli vaevama kahtlus.

Võib-olla eksis Poincaré ja fosforestsentsil ei ole midagi ühist nähtamatute kiirtega? Ehk on kõige põhjuseks uraan? Kuulub ta ju kõigi nende soolade koosseisu, mis tekitavad pime-

duses fotoplaadile suurepäraseid jäljendeid. Kas ei lähtu nähtamatud kiired temast?

Aga kuidas seletada siis Henry, Nevenglovsky ja Troosti katseid?

Ja kuidas seletada Becquereli enda esimesi katseid, kui ta ei töötanud veel uraanisooladega, vaid teiste ainetega? Kas need ained fosforestseerides ei saanud välja nähtamatuid kiiri? Kas nad ei mõjutanud fotoplaati läbi musta paberi?

Nii raske oli seda keerdsõlme lahti harutada.

Becquerel jättis ajutiseks kõrvale oma uraanisoolad ja hakkas tegelema uuesti tsinksulfiidi ja kaltsiumsulfiidiga — nendesamade fosforestseerivate ainetega, millega ta kuu aega tagasi alustas oma uurimisi.

Ta paigutas päikese kätte korraka mitu musta paberisse mähitud plaati, asetades igaühele neist tükikese mingit fosforestseerivat ainet. Seejärel viis ta nad ilmutada.

Tont võtaks! Mitte ühelgi plaadil polnud vähimatki musta laigukest.

Viivitamata kordas Becquerel katset. Jälle sama — plaadid jäid laitmatult puhtaks.

Siis proovis ta valgustada oma kristalle päikesevalguse asemel võimsa kunstliku valgusega. Ta süütas nende kohal tugeva magneesiumileegi, juhtis neile volta kaare pimestava valguse. Miski ei aidanud.

Et sundida kristalle tugevamini fosforestseerima, kuumutas Becquerel neist mõningaid, teisi aga jahutas jää ja soola segus. Nad helendasidki suurema jõuga: juba kaua polnud Becquerel näinud sellist intensiivset fosforestsentsi. Kuid plaate ei mõjutanud kristallid mitte kuidagi.

Becquerel pöördus abipalvega Troosti poole, sama akadeemiku poole, kes ütles, et tema fosforestseerivad kristallid võivad suurepäraselt asendada kõiki neid purunevaid Crookes'i torusid, elektripatareisisid jms. Lugupeetud kolleeg Troost nõustus meelsasti aitama. Kuid — milline skandaal! Nüüd ei tulnud ka temal midagi välja.

Aga uraanisoolad, mis kunagi ei fosforestseerinud ja olid kuu aega pimedas kastis, mõjutasid ikka ühte viisi musta paberisse mähitud plaate.

Möödusid nädalad, möödusid kuud.

Uraanisool oli pimedas toas ja kiirgas nähtamatuid kiiri päeval ja öösel.

Kontrolliti läbi kõik keemikuile tuntud uraaniühendid — happendid, happed, soolad. Neid uuriti kõvade kristallidena, pulbreina, vedelate lahustena ja vedeldatuina. Lõpuks katsetati ka puhta metalse uraaniga. Kõik nad tekitasid tõrkumatult jäljendid fotoplaadile, aga kõige tumedama jäljendi andis puhas uraan.

Polnud vaja enam kahelda: uraan ja kõik tema ühendid saadavad välja mingisuguseid nähtamatuid kiiri, mis erinevad röntgenikiirtest. Ja fosforestsents ei mängi siin mingit osa.

5. Veel üks mõistatus.

Tuletame nüüd meelde kogu sündmuste aheliku, mis viisid uraani kiirte avastamiseni. Niisiis:

Töötades Crookes'i toruga avastas Röntgen nähtamatud x-kiired. Need kiired tekkisid Crookes'i toru selles osas, kuhu põrkas läbi hõrendatud gaasi kanduv elektriosakeste vool. Sel kohal märgati alati tugevat fosforestsentsi.

Henri Poincaré avaldas arvamust, et x-kiired ei teki üksnes Crookes'i torus, vaid alati, kui mingi keha fosforestseerib.

Mõned uurijad korraldasid kiiresti katseid ja kinnitasid, et x-kiired tõepoolest tekivad iga fosforestseeriva aine helendamisel.

Otsides eriti tugevasti fosforestseerivat ainet, jõudis Becquerel uraanisoolade juurde.

Tulemusena selgus, et x-kiirte ja fosforestsentsi vahel pole tõeliselt mingit sidet, kuid see-eest avastati uued kiired — „uraani kiired“.

Nüüd on muidugi raske täpselt kindlaks teha, kuidas oli võimalik, et mitu katsetajat tegid ühe ja sama vea.

Võib-olla olid neile sattunud alaväärtuslikud plaadid.

Või oli juhuslikult kõigil halb ilmuti.

Või polnud must paber küllalt tihe, nii et tugeva päikesevalguse käes said plaadid kergelt üle-säritatud ilma x-kiirte osavõtuta.

Või lagunesid päikese kuumuse toimel väävlit sisaldavad fosforestseerivad soolad, ja lenduvad väävligaasid rikkusid läbi paberi tungides plaate.

Arvatavasti etendas siin iga nimetatud põhjus oma osa. Kui katse pole korraldatud küllalt hoolikalt ja läbimõeldult, siis on igasugused ootamata äpardused vältimatud. Ja tulemusena võib uurija sattuda valeteele.

Just nii juhtuski Charles Henry, Nevenglovsky, Troosti ja esialgu ka Becquereli endaga. Kui Becquerel ja Troost hiljem teostasid katseid suurema hoolega, siis osutus, et fosforestseerivad ained (kui nad ei sisalda uraani) ei mõjuta üldse fotoplaati.

Kuid see viga osutus kasulikuks. Tänu sellele avastas Becquerel „uraani kiired“, aga need viisid edaspidi veelgi tähelepanuväärsemaile avastustele.

Paljude omaduste poolest meenutasid „uraani kiired“ röntgenikiiri. Nii ühed kui teised olid nähtamatud. Nii ühed kui teised mõjutasid fotoplaati. Nii ühed kui teised elektriseerisid õhku. Kuid uraani kiired ei läbinud nii kergesti igasuguseid takistusi nagu röntgenikiired. Nad olid küll võimelised läbima tiheda musta paberi, millesse mähiti fotoplaadid, või õhukese alumiiniumilehe. Kuid tungida läbi inimese keha, läbi ukse, läbi õhukese seinaga — seda uraani kiired ei suutnud. Röntgenikiired läbisid aga ka need takistused.

Röntgenikiirte abil võis saada väga huvitavaid kujutusi. See oli nii efektne vaatepilt, et seda algul demonstreeriti kõikjal kui naljakat vigurit. Röntgenikiired olid „moes“. Isegi jõukate kodanike salongides seati külalisõhtuil üles Crookes'i toru ning näidati kõrgema seltskonna daamidele nende „kauneid“ skelette.

Uraani kiired polnud aga nii efektsed. Neid tundsid ainult eriteadlased-füüsikud. Kuid tõeliselt olid nad märksa suurem ime kui x-kiired.

X-kiired tekkisid elektriosakeste kiiretest löökidest vastu Crookes'i toru klaasi. Uraan ja tema ühendid aga saatsid välja nähtamatuid kiiri iseenesest — ilma mingi nähtava põhjusega. Neid ei valgustatud, ei kuumutatud, neist ei lastud läbi elektri-laenguid, aga sellegipärast kiirgasid nad päeval ja ööl, kuude ja aastate viisi mingisuguseid kiiri, mingisugust energiat.

Kiirte vool ei lakanud minutikski; ained aga, mis neid kiirgasid, jäid väliselt täiesti muutumatuks.

See oli tõeline ime — hämmastav, seletamatu.

Tänapäeval nimetame seda „imet“ r a d i o a k t i i v s u s e k s .

6. Sklodowska esimesed katsed.

Aastat neli enne uraani kiirte avastamist sõitis Pariisi edasi õppima noor poola neiu, nimega Maria Sklodowska. Ta oli pärit Varssavist, mis kuulus tol ajal Venemaale. Sklodowska tahtis saada teadlaseks, uurijaks. Kuid tsaari-Venemaal oli naistele raske omandada kõrgemat haridust, veel raskem — teha teaduslikku tööd. Seepärast sõitiski Sklodowska Prantsusmaale, Pariisi.

Siin pidi ta elama karmi, töörohket elu. Ta andis eratunde, aga kui neid polnud, koristas ta palgalisena laboratooriumi ja pesi laboratooriumi riistu Pariisi Sorbonne'i ülikoolis. Teenitud krosside eest üüris Sklodowska endale tillukese toakese kuuendal korral, otse katuse all. Tihti sõi ta nädalate viisi ainult kuiva toitu. Talvel kandis ta ahjukütteks üles raskaid söekorve. Aga sageli juhtus, et polnud raha süte ostmiseks, ja siis valitses Sklodowska ärklitoas kohutav külm: vesi pesukaasis jäätus ja noor üliõpilane pidi võtma vaibale lisaks kogu oma riiete tagavara, et kuidagi sooja saada.

Kuid kõigist puudustest ja kannatustest hoolimata õppis Sklodowska hästi ja lõpetas edukalt ülikooli.

Varsti pärast ülikooli lõpetamist abiellus Sklodowska prantsuse teadlasega, füüsikaproffessor Pierre Curie'ga. Kui saabus aeg oma esimese iseseisva teadusliku töö teema valimiseks, siis otsustas ta, pärast nõupidamist mehega, hakata tegelema uraani kiirte uurimisega.

Algaja uurija jaoks oli see kahtlematult raske teema.

Siin oli kõik alles saladus. Missugune on nende kiirte loomus? Millest sõltub nende tugevus? Kuidas tekivad nad uraani ühendeis? Kust tuleb selleks energia? Ja kas on ainult uraani võimeline niisuguseid kiiri andma?

Maria Sklodowska laskus julgelt sellesse mõistatuste labürinti.

Eelkõige oli vaja õppida uraani kiiri kähku kindlaks tegema ja täpselt mõõtma nende tugevust. Fotoaparaatidega töötamine oli liiga tülikas. Muidugi oleks Sklodowska võinud võrrelda mitmesuguseid kiirte jäljendeid plaatidel ja mustade laikude tiheduse järgi määrata, millal kiirgus oli tugevam, millal nõrgem. Kuid suurt täpsust ei saanud siin loota. Hoopis parem oleks olnud mõõta uraani kiirte tugevust mingi füüsikaaparaadi abil — nagu mõõdetakse temperatuuri termomeetriga ja voolutugevust ampermeetriga.

Niisuguse aparaadi ehitas Sklodowskale ta mees Pierre Curie. Curie kasutas selleks harilikku tasapinnalist kondensaatorit, mis koosneb kahest, õhukihiga teineteisest lahutatud metallplaadist. Alumine plaat laeti elektriga akumulaatorpatareist, ülemine aga ühendati maaga. Niisuguses olekus oli ahelik lülitamata, sest õhk, nagu teada, ei juhi elektrit.

Aga niipea kui alumisele plaadile puistati kiht uraanisoola, tungis vool otsekohe läbi kondensaatori õhukihi: uraani kiirte mõjul muutus õhk elektrijuhiks.

Ja mida tugevam oli kiirtevool, seda paremini juhtis õhk elektrit, seda enam kasvas voolutugevus ahelikus.

Tõsi küll, isegi võimsaima kiirguse korral ei ületanud voolutugevus mõnd miljardikku amprit. Kuid ikkagi sai seda mõõta erilise Curie' poolt konstrueeritud seadme abil.

Niipea kui uuritav aine puistati kondensaatori alumisele plaadile, näitas ülemise plaadiga ühendatud elektromeeter otsekohe, kas saadab aine välja uraani kiiri või mitte. Ja siinsamas võis ka laitmatu täpsusega mõõta selle kiirguse tugevust.

Saanud niisuguse sobiva aparadi, hakkas Sklodowska aegaviimatult otsima, kas on veel teisi aineid, mis ilma mingi mõjustuseta saadavad välja nähtamatuid kiiri nagu uraaniühendid.

Ta kogus kõikjalt suure hulga igasuguseid keemilisi aineid. Ühest laboratooriumist sai ta kõikide tuntud elementide puhtaid soolasid ja hapendeid; teisest anti talle mõned haruldased soolad — nii haruldased, et nad olid kullast märksa kallimad; aga mineraloogiamuuseum ohverdas hulga mineraalide proove, mis olid kogutud kõigist maakera osadest.

Kõik need ained paigutas Sklodowska kondensaatori plaadile ja jälgis elektromeetri osutit.

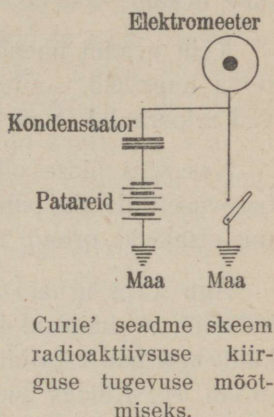
Väga kaua polnud tal õnne: elektromeetri osuti ei muutnud oma asendit, kuigi kondensaatori alumisel plaadil oli vaheldunud juba mõnikümmend mitmesugust ainet. Kuid kangekaelselt uuris Sklodowska oma kollektsiooni edasi ja nägi viimaks ometi elektromeetri signaali: osuti kaldus nullist kõrvale.

Sel hetkel oli plaadil metalli tooriumi ühend.

Esimene võit! Tähendab, mitte üksnes uraan ja tema ühendid ei saada välja nähtamatuid kiiri, vaid ka toorium ja tema ühendid samuti. Aga kõik teised ained — raua, plii, mangani, süsiniku, fosfori ühendid? Kõik teised maailmas leiduvad arvutud ained, kas nemad on ka võimelised kiirgama niisuguseid kiiri? Ei, Curie elektromeeter andis sellele täiesti selge eitava vastuse.

Siis pöördus Sklodowska uuesti uraaniühendite juurde.

Ta mõõtis uraani enda, tema hapendite, soolade, hapete, aga ühtlasi kõikide uraani sisaldavate mineraalide kiirgamistuge-



vust. Kõik nad tõstsid erinevalt õhu elektrijuhtivust — ühed enam, teised vähem, sõltuvalt neis leiduvast uraanihulgast. Kui aine sisaldas 50% uraani, siis oli tema kiirte tugevus täpselt kaks korda nõrgem kui puhtal, sajabrotsendilisel uraanil. Sisaldas aine uraani vaid 25%, kiirgas ta neli korda nõrgemini, jne.

Kõik uraani ühendid allusid rangelt sellele seadusele — kõik tema hapendid, soolad, happed, samuti ka kõik uraani sisaldavad mineraalid. Nad kiirgasid nõrgemini kui metalne uraan ise.

Kas võis üldse olla niisugust uraaniühendit, mis kiirgamistugevuselt ületaks puhta uraani? Nähtavasti mitte, sest pole ainet, mis sisaldaks uraani rohkem kui 100%.

Aga kaks uraani sisaldavat mineraali — uraanpigimaak ja kalkoliit — käitusid kondensaatori alumisel plaadil väga imelikult: nad põhjustasid ahelikus palju suurema voolutugevuse kui uraan ise! Kuidas see võis juhtuda?

Kas ei peitunud neis mineraalides veel mõni teine kiirgav element? Kuid missugune? Teised elemendid peale tooriumi ja uraani teatavasti ei saada kiiri välja. Aga tooriumi kiired ei erine tugevuselt kuigi palju uraani omadest.

Kontrollimiseks otsustas Sklodowska teha kalkoliiti kunstlikult: ta valmistas seda laboratooriumis keemilistest ühenditest. Koostiselt oli kunstlik mineraal täiesti sama kui looduslik mineraal. Uraani sisaldas ta täpselt niisama palju kui looduslik kalkoliit. Kui aga see kunstlik mineraal tambiti pulbriks ja puisitati kondensaatori plaadile, siis selgus, et ta kiirgus oli viis ja pool korda nõrgem loodusliku mineraali kiirgusest.

Tähendab, looduslikus kalkoliidis ja uraanpigimaagis oli tõe-poolest mingi aktiivne lisand — miski, mis ületas uraani võibolla isegi mitmekordselt.

Asi võttis niisuguse pöörde, et Pierre Curie pidas vajalikuks loobuda ajutiselt oma isiklikest teaduslikest uurimistöödest ja võtta aktiivselt osa oma naise tööst.

7. Poloonium ja raadium.

Nagu väsimatu kütt otsib ääretus taigas jälgi mööda haruldast looma, nii jälitas Curie' abielupaar seda kättesaamatut „midagi“ uraanpigimaagi tükikeses.

Nad läksid kobamisi uurija vaistu ja Curie' aparaadi juhtimisel. Nad toimisid umbes nagu Bunsen, kui ta otsis „helesinist ainet“ Dürkheimi mineraalveest. Ainult selle vahega, et Bunsenile olid tähisteks spektri sinised kiired, Curie'ele aga nähtamatud kiired, mida see tundmatu aine välja saatis.

Saabus päev, mil Pierre ja Marie Curie otsustasid lõpuks teatada, et see „miski“ on ikkagi olemas, et ta on neil juba käes. Nad andsid talle ka nime, kuigi nad seni polnud veel tabanud muud kui tundmatu aine kahvatu varju, nõrga vastukaja.

Samm-sammult lahutasid Pierre ja Marie Curie selle lisandi kõikidest teistest elementidest, mis kuuluvad uraanpigimaagi koostisse.

Et selgitada, kuidas nad töötasid, toome lihtsa näite.

Kujutlege, et kaotasite liivasele teele kotikese soola. Kotisuu läks lahti ja sool segunes liivaga. Kuidas neid teineteisest lahutada? Visake segu vette ja soojendage. Sool lahustub, aga liiv jääb järele. Kurnake lahus läbi riide, aurutage, ja te saate jälle puhta, liivavaba soola.

Umbes sama teeb ka keemik, kui tal on vaja eraldada puhtal kujul üht ainet mitme aine ühendist või ühendite segust. Siin on aga tee palju loogilisem ja operatsioonid märksa keerukamad. Keemik lahustab antud ühendi või segu happes, leelises või vees, eraldab tekkinud sadestise kurnamise teel, lahustab selle happes, aurutab lahusest vee, jne. Nii vabastab keemik aine järk-järgult ühest, teisest ja kolmandast koostisosast. Jääk muutub üha rikkamaks selle aine poolest, mida vajatakse. Lõpuks kõrvaldatakse viimne lisand ja järele jääb sajaprotsendiline ehk keemiliselt puhas otsitav aine.

Nii toimides katsusid ka Pierre ja Marie Curie saada uraanpigimaagist mõistatuslikku ainet. See oli uskumatult raske, sest teda leidis maagis nähtavasti õige vähe ja kellelgi polnud aimu,

missugused on ta omadused. Curie'd teadsid ainult seda, et tundmatu aine saadab välja õige tugevajõulisi kiiri. Selle jälje järgi toimuski otsimine.

Pierre ja Marie Curie lahustasid maagi happes ja lasksid läbi lahuse tuttavat gaasi — väävelvesinikku. Lahuses settis tume väävlismetallide sade. Kogu plii, mis oli maagis, samuti ka arseen ja vismut — kõik settisid. Läbipaistvasse lahusesse jäid uraan, toorium, baarium ja veel teised maagi koostusosad. Kuid tundmatu aine? Kus oli tema — kas sadestunud või lahusesse jäänud elementide hulgas?

Curie'd panid kondensaatori plaadile nii lahust kui ka sadestist. Viimane andis tugevamaid kiiri. Tähendab, aktiivne aine oli sadestises ja sealt tuli teda otsida.

Kõrvaldades järk-järgult kõik teised ained, said Curie'd koguse ainet, mis kiirgas 400 korda võimsamini kui uraan. Selles koguses oli väga palju kõigile keemikuile hästi tuntud metalli — vismutit, ja äärmiselt väike osake tundmatut ainet. Pierre ja Marie Curie'l ei õnnestunud veel teda täiesti vismutist lahutada, kuid nad ei kahelnud enam, et see neil kunagi siiski õnnestub.

1898. aasta juulis saatsid Pierre ja Marie Curie Prantsuse Teaduste Akadeemiale aruande oma tööst. Nad väitsid, et nad on avastanud vismutile sarnaneva uue elemendi, mis on võimeline kiirgama erakordselt tugevaid nähtamatuid kiiri. Kui see leiab kinnitust, kirjutasid nad, siis nimetatagu uus element Marie Curie' kodumaa nime järgi polooniumiks (Poola prantsuskeelne nimi on Pologne).

Viis kuud hiljem loeti Akadeemias ette Curie' abielupaari uus teadaanne.

Nad olid avastanud uraanpigimaagis veel ühe uue elemendi, mis levitab veelgi võimsamaid kiiri. Keemilistelt omadustelt sarnaneb see element baariumiga. Juba on saadud koguseid, mis kiirgavad 900 korda tugevamini kui puhas metalne uraan.

Selle uue kiirgava elemendi nimetasid Curie'd raadiumiks, mis on tuletatud ladinakeelsest sõnast „radius“ (kiir).



Marie Skłodowska-Curie.

8. Nõel heinakuhjas.

Niisiis avastas Sklodowska koos oma mehega kaks uut keemilist elementi. Hea algus noore uurija kohta!

Kuid seni polnud tema käsutuses veel puhtaid elemente, vaid nende lõpmata väikesed lisandid vismutis ja baariumis. Oli vaja nad eraldada puhtal kujul. Ja see polnud kergem kui otsida peenikest nõela päratu suurest heinakuhjast.

Raadium eraldus baariumist siiski hõlpsamini kui poloonium vismutist. Seepärast otsustasid Curie'd alustada raadiumiga. Kuid nende uraanpigimaagi tagavara oli liiga väike. Et saada vähegi vastuvõetav hulk raadiumi, selleks oli vaja vähemalt üks tonn maaki. See nõudis raha, kuid raha neil ei olnud: nad teostasid uurimisi ju omal kulul, riik neid selles ei abistanud.

Uraanpigimaaki toodeti Joachimsthalis — tolleaegses Austrias. Seal eraldati maagist vaid uraan, kuna muu osa heideti kõrvale. Poloonium ja raadium pidid leiduma just neis jäätmes. Curie'd pöördusid palvega Austria Teaduste Akadeemia poole. Ja Austria „helde“ valitsus lubas suurmeelselt anda neile õpetatud prantslasile ilma tasuta terve tonni neid mitte kellelegi vajalikke jäätmeid.

Nüüd oli toorainet küllaldaselt. Vajati veel vaid ruumi selle töötlemiseks. Tööstusliku Füüsika ja Keemia Kõrgema Kooli õues oli vana, mahajäetud kuur. Selles koolis oli Pierre Curie õpetajaks. Ja kooli direktor lubas suurmeelselt Curie'del töötada selles kuuris.

Siin istus Marie Curie kaks aastat. Töö, mis Bunsenile tehti kunagi suures ja hästi varustatud tehases kuue nädala jooksul, selle töö teostas Marie Curie sangarlikult üksi oma kuuris-laboratooriumis. Ta käsutuses polnud ei masinaid, vabrikukatlaid ega aparate, olid ainult klaasid, kolvid ja pudelid ning omaenda käed — see oli kõik.

Kaks pikka aastat lahustas ta maaki, aurustas lahuseid, sadestas neist kristalle, valas vedelikke sifooniga, filtreeris sadestisi, lahustas neid uuesti, sadestas jälle ja segas metallvardaga tundide viisi hinnalist vedelikku. Ta töötas visalt, tegi nurisemata



Pierre Curie.

musta tööd — inimese entusiasmiga, kes teab, et ta läheneb kõrgele sihile.

Siia tuli talle loengutest vabal ajal abiks ka Pierre. Siia toodi ta tütar Irène, kes sündis aasta enne raadiumi avastamist ¹⁾. Kogu Maria Sklodowska elu möödus siin keset destilleeritud vee pudeleid ja märgade kristallide hunnikuid.

¹⁾ Hulk aastaid hiljem — 1934. aastal, mil suri ta ema — leiutas Irène Curie kunstliku radioaktiivsuse ja muutis teiskordselt Curie' nime surematuks.

Terake terakese järel koguti tundmatut elementi. Varsti olid Curie'd koguse omanikud, mille radioaktiivsus ületas uraani oma 5000 korda. Ja mida enam suurenes raadiumi hulk tema segus baariumiga, seda enam tõusis preparaadi radioaktiivsus: 10 000, 50 000, 100 000 korda . . . Kui õnnestus lõpuks saada täitsa puhast raadiumi, siis osutus, et tema kiirgus on mitu miljonit korda tugevam kui uraani oma.

Paraku sisaldas aga terve tonn maaki ainult kolm kümnekümmend grammi raadiumi.

9. Revolutsioon teaduses.

Kiired, mida saatis välja raadium, olid oma loomult uraani kiirtega sarnased. Vahe seisis vaid kiirguse tugevuses, intensiivsuses. Kuid miljoneid kordi suurem võimsus muutis kogu pildi.

Kui kellegi õrn käsi silitab kergelt teie pead, siis tunnete seda survet hellitusena. Kuid suurendage survet miljon korda — ja sellest jätkub, et lõmastada inimene. Näete, mis tähendab vahe mõõdetes.

Iga raadiumipreparaadi iga väike kristallike saatis välja terveid energiavooge.

Et tekitada uraani kiirtega fotoplaadile jäljendeid, selleks kulus tunde. Aga raadiumi kiired andsid kujutuse silmapilkselt. Nende löökide mõjul hakkasid fosforestseerivad ekraanid helendama mitte nõrgemini kui röntgenikiirte puhul. Veel enam: raadiumi kiired sundisid fosforestseerima isegi niisuguseid aineid, mis tavaliselt pole võimelised helendama külma valgusega.

Curie'd oma kuuris märkasid, kuidas helendasid õhtuti klaas, paber, riie — kõik, mis sattus võimsa radioaktiivse kiirguse teele.

Raadiumi sisaldavad kristallid helendasid ka ise nii tugevasti, et nende valgusel võis koguni lugeda. Nad eraldasid ka soojust — iga grammi raadiumi kohta umbes 140 kalorit tunnis. Peale selle mõjutasid nad ka inimorganismi. Pierre Curie katsetas seda iseendaga: ta asetaski oma käe mõneks tunniks raadiumi nähtamatu kiirguse mõju alla — ja käele tekkis põletushaav.

Kui Curie'd esinesid teadaandega oma uue elemendi omaduste kohta, ei tahtnud neid algul keegi uskuda.

Ja kas võiski uskuda? Ilma igasuguse energia juurdevooluta väljastpoolt eraldab raadium nähtamatute kiirte vooge. Kust see kõik tuleb? Või pole energia jäävuse seadus, mis võitmatult valitseb kogu maailmas, selles vanas viletsas ehitises Pariisi Füüsika kooli õuel kehtiv?

See oli liiga uskumatu, liiga vasturääkiv inimkonna saja-aastasele kogemusele

Sellegipärast jäi fakt faktiks: Pariisis, Curie'de laboratooriumis saatsid tibatillukesed raadiumitükikesed päeval ja ööl pillavalt välja suuri energiahulki — energiat mitte millestki.

Mitte millestki!

Teaduse alussambad löid vankuma.

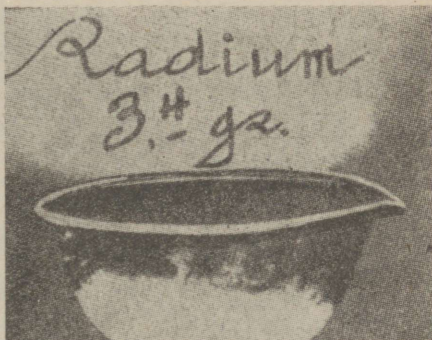
Viivitamatult hakkasid kümned maailma parimad uurijad tegelema radioaktiivsete ainetega. Londonis,

New-Yorgis, Berliinis, Peterburis, Montrealis, Viinis uuriti õhinal neid aineid, püüdes lahendada iseenesest toimuva energiakiirgamise saladust.

Ja lühikese aja kestel tehti hulk vapustavaid avastusi.

Osutus, et raadium saadab välja kolme liiki nähtamatuid kiiri. Kreeka tähestiku järgi nimetati nad alfa-, beeta- ja gammakiirteks. Gammakiired sarnanevad röntgenikiirtega: nad on lähedad tavalistele nähtavatele valguskiirtele ja erinevad neist ainult lainepikkuselt. Alfa- ja beeta kiired aga on elektriliselt laetud **m a t e e r i a o s a k e s e d**.

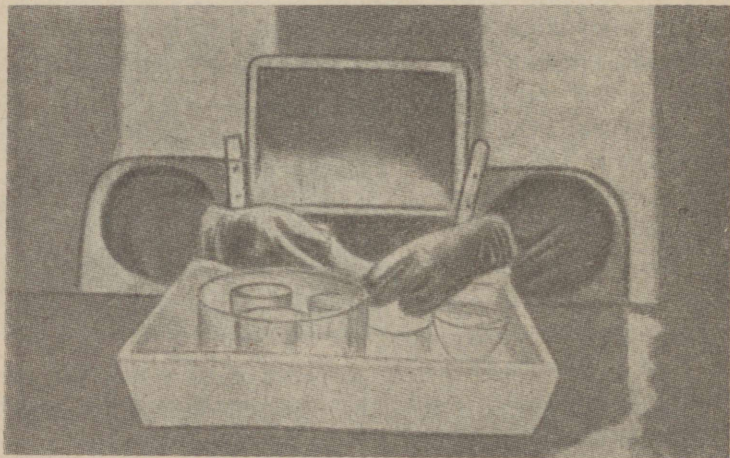
Niisiis ei kiirga raadium mitte ainult energiat. Ta laguneb ise seejuures. Tõsi küll, see lagunemine toimub väga aegamööda,



Siin nõus on 3,4 g raadiumi. See on hiigelsuur varandus: selline raadiumihulk maksab mitusada tuhat kuld-rubla. Joonisel on näha, kui tugevasti helendab kogu raadiumipreparaadi mass.

nii et kulub 1600 aastat, enne kui üks gramm raadiumi on vähenenud poole võrra. Kuid põhimõtteliselt see asja ei muuda. Tähtis on fakt ise: materia, millest koosneb see element, laguneb ja lagunemisel vabaneb energia.

Peagi avastati, et raadium lagunedes muutub lõpuks pliiks ja heeliumiks. Kuid heelium on ju element. Ja plii on samuti element. Järelikult võib üks element muutuda teiseks! Kõik see,



Raadiumi nähtamatu kiirgus tekitab inimese kehal sügavaid põletushaavu. Seepärast võetakse nüüdisajal raadiumipreparaatidega töötades tarvitusele erilised ettevaatusabinõud.

mida peeti sajandite kestel lapsikuks, sonimiseks, sobivaks vaid keskaja võhiklikele alkeemikuile, muutus nüüd teaduslikuks tööks.

Paljud teadlased ja teised haritud inimesed keeldusid lihtsalt seda uskumast. Neile näis, et uute avastuste tunnustamise puhul kaotavad väärtuse kõik varem kogutud teadmised.

Materia, mida peeti igaveseks, laguneb . . . Elemendid, mis pidid jääma sajandist sajandisse muutumatuks, muutuvad teisteks elementideks . . . Aatomid, mis tunnustati jagamatuiks ja lõhkumatuiks, jagunevad mingisugusteks vähemateks koostusosadeks — alfa- ja beeta-osakesteks . . . Ja need materiaosakesed osutuvad elektriliselt laetuks . . .

Tõesti oli põhjust hämmastuda.

Kuid eesrindlikud teadusinimesed ei hoidnud kramplikult kinni vanadest, iganenud vaadetest. Nad lähevad kindlalt edasi ja ehitavad kukutatud teooriate varemeile uue võimsama teaduse, mis seletab veel täielikumalt mateeria ja energia muutusi, varustab inimest veel paremini looduse jõudude alistamiseks.

Järelsõna.

Marie ja Pierre Curie olid viimased suurte elementideotsijate reas.

Tõsi küll, pärast polooniumi ja raadiumi leiti veel mõned haruldased elemendid, mis sarnanevad oma naabritega perioodilises süsteemis. Kuid need uued leiud ei toonud midagi ootamatut.

Tänapäeval on Mendelejevi tabel, arvestamata kaht-kolme tähtsusetut lünka, juba täidetud. 1940. a. keemikuile ei ole maakeral enam tundmatuid elemente, ja võib-olla mitte üksnes maakeral, vaid isegi kogu maailmkonnas. Me teame nüüd, et maailmas on elemente üldse umbes 92. Neist vähestest elementidest oskavad keemikud loodust jäljendades ning teda sageli isegi ületades luua sadasid tuhandeid või koguni miljoneid väga mitmesuguseid liitaineid.

Kuid tänapäeva teadusele pole element enam aine jagatavuse ülimaldaks piiriks. Curie'de suurest avastusest saadik on kõigile selge, et võib minna veelgi edasi — võib lahutada ka elemente endid.

Milleks?

Algmateriaks — nendeks algosakesteks, millest koosnevad kõikide elementide aatomid.

Kas mäletate, kuidas Mendelejev tõestas, et kõikide elementide vahel on seos, sugulus?

Siis ei tuntud veel selle suguluse põhjust. Aga nüüd on see põhjus teada. Osutub, et kõigi elementide, nii kerge vesiniku, „laisa“ argoni, „tormilise“ naatriumi, „õilsa“ kulla kui ka raadiumi aatomid koosnevad eranditult ühtedest ja neist samast

dest vähimaist osakestest. Neid osakesi nimetatakse prootoni-
teks, elektronideks, alfa-osakesteks, neutroniteks.

Meie aja teadlased oskavad neid algosakesi aatomeist „välja
kangutada“ ja nendest isegi uusi kombinatsioone koostada. Sel
teel on võimalik muuta kunstlikult üks element teiseks: lämmas-
tiku aatomeist valmistavad füüsikud vesinikku, alumiiniumist
süsinikku, elavhõbedast kulda. Tõsi küll, praegu ei osata veel
valmistada kunstlikke elemente suures koguses. Ainult miljardi-
kud grammid — selliste kogustega tuleb seni leppida elementide
purustamisel ja muundamisel.

Kuid see on alles algus. Mateeriariigi võti on meil nüüd
käes. Ja võib-olla pole enam kaugel aeg, kus me oskame igast
savist luua ükskõik milliseid elemente ja liitaineid.

Suurel sotsialismimaal võrsub uus võimas teadus, mis ei
tunne neid raskusi ega takistusi, mis seisid minevikus teadlaste
teel. Meie maa teadlased ei tarvitse kulutada oma parimaid
aastaid mustaks tööks poodnike-peremeeste huvides, nagu pidi
omal ajal tegema Scheele. Neid ei ümbritse kõrgid ja rikkad
logelejad, nagu Davyt, või julmad ametnikud, kes kiusasid taga
Dmitri Ivanovitš Mendelejevit. Neil pole vaja paluda nagu armu-
andi luba vana kuuri kasutamiseks teaduslikuks tööks, nagu
pidid tegema Curie'd.

Suuri paleesarnaseid institute ja rikkalikult sisustatud
laboratooriume ehitab sotsialismimaa oma teadlasile. Ja mitte
enam üksikud sangarid, vaid sajad ja tuhanded rahva seast
tõusnud andekad uurijad peavad nüüd suurt võitlust looduse
saladuste tunnetamiseks ja tema alistamiseks.

Homse päeva teaduse, kommunistlikku ühiskonda teenindava
teaduse saavutused ületavad mitmekordselt kõik selle, mis on
saavutatud minevikus.

Ei ole piiri inimese võimul looduse üle — materia ja ener-
gia üle!

SISUKORD.

	Lk.
Mis millest koosneb?	3
I peatükk. Tuliõhk	5
1. Karl Scheele, apteegiõpilane	5
2. Miks kustub tuli?	7
3. Surnud õhk ja elav õhk	11
4. Tabamatu flogiston	15
5. Antoine Lavoisier ja tema liitlane	18
6. Elementide nimestiku puhastamine	22
II peatükk. Keemia ja elektri liit	25
1. Volta samm	25
2. Humphry Davy lapsepõlv ja noorus	28
3. Albemarle'i tänava Instituudis	31
4. Sööbekaalium ja sööbenaatrium	34
5. Lilla leegi saladus	36
6. „Suurepärase katse“	39
7. Metall, mis ei vaju vette ja põleb jääl	42
8. Kuus tormilist nädalat	45
9. Ootamatu vaheaeg	48
10. Kaltsium, magneesium ja teised	50
11. „Sir“ Humphry Davy	54
III peatükk. Helesinine ja punane aine	57
1. Viiskümmend seitse — ja mitte ühtegi rohkem	57
2. Robert Bunsen ja Gustav Kirchhoff	60
3. Tule värvus	63
4. Miks püüdis Isaac Newton valguselaigukesi?	66
5. Fraunhofer'i jooned	70
6. Spektraalanalüüs	73
7. Otsingud päevavalgel tulega	76
8. Päikese valgus ja Drummond'i valgus	79
9. Päikese keemia	83
10. Tseesium ja rubiidium	86
11. Jällegi „tormilised“ elemendid	90
12. Ette rutates	91
13. Päikese element	92
IV peatükk. Mendelejev'i seadus	95
1. Keemiline labürint	95
2. Aatomkaal	99
3. Rivistatud elemendid	102

	Lk.
4. Keemia või hiromantia?	105
5. Ennustused täituvad	108
6. „Valgete laikude“ lõpp	111
7. Tsaari ja kapitalistide kütkes	113
V peatükk. Väärisgaasid	115
1. Üks tuhandik grammi	115
2. Raske ja kerge lämmastik	117
3. „Vaadake vanu ajakirju“	118
4. Henry Cavendishi katse	119
5. Millest koosneb õhk?	121
6. Element-erak	122
7. Gaas mineraalist	125
8. Heelium maakeral	128
9. Uued leiud	130
10. Kas on võimalik elemente lahutada?	132
VI peatükk. Nähtamatud kiired	134
1. Wilhelm Röntgen'i avastus	134
2. Õnnelik viga	137
3. Kui pilved katsid päikese	139
4. Kõige põhjuseks on uraan	141
5. Veel üks mõistatus	143
6. Sklodowska esimesed katsed	145
7. Poloonium ja raadium	149
8. Nõel heinakuhjas	152
9. Revolutsioon teaduses	154
Järelsõna	157

Vastutav toimetaja A. Pärn.

Tehniline toimetaja V. Jäger.

Ladumisele antud 1. VII 46. Trükkimisele antud 27. IX 46. Paberi kaust 61×86. $\frac{1}{16}$. Trükipoognaid 10 + lisa $\frac{1}{8}$. Autoripoognaid 7,53. Arvestuspoognaid 8,6. MB 05101. Laotihedus trpg. 36 900. Tiraaž 5200. Trükikoja tellimus nr. 622. Trükikoda „Noor-Eesti“, Tartu, Kastani 38.

Hind rbl. 8.—

И. Нечаев, Рассказы об элементах.

На эстонском языке. Эгосиздат „Научная Литература“, Тарту.

HIND RBL. 8.-

A

16170

12294

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00204267 1