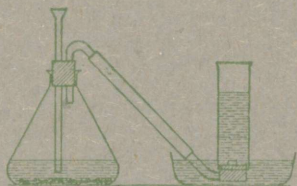


GUSTAV REIAL

# KIEMIA

VII KLASSILE



RK „PEDAGOOGILINE KIRJANDUS“ TALLINN



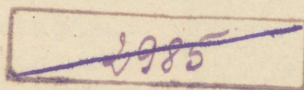
G. REIAL

SUNDEKSEMPLAR

# KEEMIA

VII KLASSILE

II TAIENDATUD TRUKK



*RK*

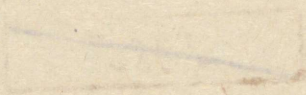
„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS“  
TALLINN 1946

2



25191

A= 16135



## ANORGAANILISEST KEEMIAST

### I. Keemilistest ainetest ja nende muutumisest.

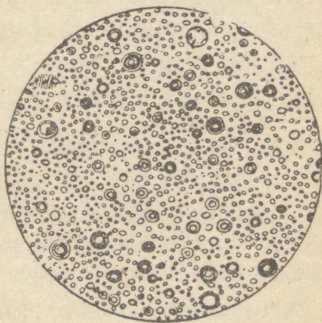
**Keemia.** Kõik meid ümbritseva looduse esemed koosnevad mitmesugustest ainetest. Raud, sool, suhkur, puu, vesi on a i n e d. Ained erinevad üksteisest värvuse, erikaalu, kõvaduse ja teiste omaduste poolest. Tähtsamaiks ainet iseloomustavaiks omadusteks loetakse neid, mida saab mõõta. Need on näit. erikaal, keemis- ja sulamistemperatuur.

Ainete hulk looduses on väga suur. Nad võivad mitmel viisil muunduda.

Keemia õpetab tundma aineid ja nende muundumist. Ta on seega teadus ainetest ja nende muundumisest.

**Segud ja puhtad ained.** Aine tundmaõppimiseks tuleb vaadelda teda puhtal kujul. Puhas vesi näiteks on läbipaistev, värvita ja maitseta. Lisame aga klaasitäiele veele natuke piima, muutub vesi sogaseks; paar tilka punast tinti värvib vee punakaks, natuke soola muudab ta maitset. Nii omandab vesi rea omadusi, mis pole iseloomustavad puhtale veele.

Vahel on kerge tähele panna,



Joonis 1.  
Piim mikroskoobi all.

et aine ei ole puhas, ühtlane. Graniidis eraldame otsekohe räni, põldpao ja vilgukivi osakesi. Mitte alati pole see nii. Piim näib meile ühtlase ainena. Laseme teda aga mõnda aega seista, kerkib pinnale koor. Seega pole piim ühtlane puhas aine. Mikroskoobis näemegi, et piim koosneb vedelikust, milles ujuvad võirasva terakesed.

Nii saame teha vahet ebaühtlaste ja ühtlaste ainete vahel. Aga kõik ühtlased ained pole kaugelgi puhtad ained. Vesi, milles on lahustatud soola või suhkrut, on läbipaistev, aga ta pole enam puhas vesi, sest tal on uued omadused.

Segust saadakse puhast ainet mitmel teel. Vedelikus hõljuvad osakesed langevad vedeliku seistes aja jooksul põhja — nad setivad, vedelik muutub puhtaks ja teda saab ettevaatlikult settelt ära valada. Niisamuti saame puhta vedeliku, kurnates ehk filtreerides teda läbi liimimata filtreerimispaberi (joonis 4) või läbi erilise kurna. Vedeliku eraldamiseks lahustunud aineist teda destilleeritakse (joonis 7): vedelik muudetakse auruks ja jahutatakse uuesti vedelikuks. Selles pole enam lahustunud aineid, need jäid destilleerimisnõu põhja.

**Füüsiline ja keemiline nähtus.** Ained muunduvad. Vesi külmub jääks ja sulab uuesti veeks. Ta tõuseb auruna pilvedesse, kust vihma näol langeb jällegi tagasi maa peale. Puu kõduneb, raud roostetab. Neid muudatusi nimetatakse looduslikeks nähtusteks.

Vaatleme mõningaid nähtusi ligemalt.

1) Laseme küünalt niikaua põleda, kuni leek on omandanud täiesti normaalse kuju. Kustutame nüüd küünla ja katsume teda uuesti süüdata, hoides põleva tiku natuke kõrgemal. Küünal süttib tõesti. Tuld võtsid tahist tõusvad steariiniaaurud.

2) Paneme küünlaotsa peeglile või mustale läikpaberile ja laseme teda natuke aega põleda. Kustutame nüüd küünla ja katame ta joogiklaasiga. Mõne aja pärast peeglit või paberit vaadeldes näeme sellel peenikesi valgeid kiuke. See on jahtunud ja hangunud steariiniaur.

Mis need katsed meile näitavad?

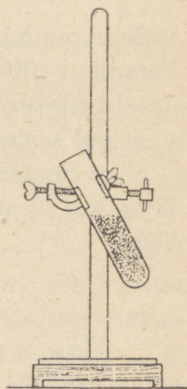
Küünla põledes sulab steariin (kindel ehk tahke keha muutub vedelaks), imendub tahti mööda üles, muutub auruks ja alles siis põleb. Steariini sulamine ja auruks muutumine on füüsilised nähtused, millede puhul keha muudab oma olekut, kuid põhiolemuselt jääb endiseks (sulanud steariin hangub tahkeks, niisamuti ka steariini aur). Füüsilised nähtused on ka vee külmumine, sulamine ja auramine. Põlemine aga, mille tulemuseks on uus aine — süsihappe-gaas, on keemiline nähtus. Niisamuti on raua roostetamine keemiline nähtus.

**Keemiline reaktsioon ja keemiline ühend.** Võtame ükskõik millises hulgas peenikest rauapuru ja väävlipulbrit. Nad erinevad teineteisest tunduvalt. Rauapuru on värvuselt hallikas, ta ei põle, magnet tõmbab teda külge. Väävlipulber on kollane, põleb sinaka leegiga ja eraldades terava lõhnaga gaasi, magnet teda külge ei tõmba. Lahjendatud soolhape ei mõju kummassegi ainesse.

Segame nad hästi läbi. Saame kollakashalli pulbri, milles üksikuid osakesi on raske palja silmaga eraldada. Ometi pole see uus aine, vaid kahe aine (raua ja väävli) segu. Luubi abil pulbrit vaadeldes näeme kollakaid väävli- ja halle rauaterakesi. Ka magneti abil saame rauapuru väävlist eraldada.

Nii on saadud mehaanilises segus mõlemad ained jäänud muutumata, tema aine on ebaühtlane.

Valmistame nüüd samadest ainetest segu, võttes 7 g rauapuru ja 4 g väävlipulbrit. Kuumutame segu katseklaasis. Kui ta hõõguma hakkab, eemaldame lambi. Hõõgumine jätkub ja pulber muutub ühtlaseks tahkeks massiks. Kui see on jahtunud, lööme katseklaasi katki ja uurime saadud

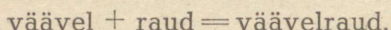


Joonis 2. Väävelraua saamine.

ainet lähemalt. Selleks hõõrume ta uhmris peeneks. Pulber erineb võetud segust. Värvuselt on ta peaaegu must, ta ei põle, magnet teda külge ei tõmba. Lahjendatud soolhappe tilgutamisel eraldub temast paha lõhnaga gaasi (väävelvesinikku).

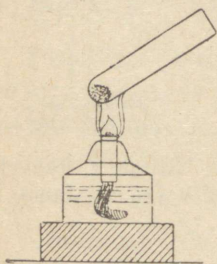
Nii saime uue aine.

Raua ja väavli kuumutamisel tekkis keemiline nähtus ehk keemiline reaktsioon. Kaks ainet (raud ja väävel) ühinesid uueks aineks — väävelraudaks, tekitades ühtlasi soojust. Mehaanilisest segust saime uute omadustega keemilise ühendi. Seda keemilist reaktsiooni võime lühendatult märkida nii:



Segu valmistamisel võib võtta segatavaid aineid vabalt, keemilise ühendi saamiseks aga peab võtma ühinevaid aineid kindlas kaalulises vahekorras (raud : väävel = 7 : 4), vastasel korral ei võta kõik lähteaine reaktsioonist osa.

Vesi on keemiline ühend (hapnik + vesinik), õhk aga on hapniku, lämmastiku ja mõnede teiste gaaside mehaaniline segu.



Joonis 3. Elavhõbedahapendi kuumutamine.

**Ühinemis- ja lagunemisreaktsioon.** Nii-sugust keemilist nähtust, mille puhul kaks või enam ainet ühinevad uueks aineks, nimetatakse keemiliseks ühinemiseks ehk ühinemisreaktsiooniks. Ühinemisreaktsiooni saadus on keemiline ühend ehk liitaine.

Tunneme veel teisi ühinemisreaktsioone. Süsinik ühineb põledes hapnikuga ja saame süsihappe-gaasi. Paukgaasi plahvatusel ühinevad vesinik ja hapnik veeks.

On aga ka teistsuguseid keemilisi reaktsioone.

Kuumutame katseklaasis punast elavhõbedahapendit. Klaasi seintele tekib peenikesi elavhõbedatilgakesi. Pistame katseklaasi hõõguva pirru.

See lõõb heledasti põlema. Klaasis on tekkinud põlemist soodustav gaas. See on meile tuttav hapnik.

Kuumutamisel lagunes elavhõbedahapend elavhõbedaks ja hapnikuks:

elavhõbedahapend = elavhõbe + hapnik.

Keemilist nähtust, mille puhul üks aine laguneb kaheks või enamaks aineks, nimetatakse lagunemisreaktsiooniks.

Ka lagunemisreaktsioone oleme juba varem tundma õppinud. Nii saab elektrivoolu abil lahutada vett vesinikuks ja hapnikuks:

vesi = vesinik + hapnik.

Vesinikku, hapnikku, elavhõbedat ei saa enam lahutada lihtsamaiks aineiks. Need on keemilised põhiained ehk lihtained. Lihtainete ühinemisel tekivad keemilised ühendid ehk liitained. Nii on vesi vesiniku ja hapniku ühend, süsihappe-gaas — süsiniku ja hapniku ühend. Nad mõlemad on liitained, neid saab lahutada lihtaineteks.

Palju liitaineid tekib loomade ja taimede kehas. Nende tähtsamaks koosteiniks on süsinik. Kuna nad on tekkinud organismide kaastegevusel, nende elundite ehitusmaterjalina, nimetatakse neid **orgaanilisteks** aineteks, nagu enamikku teisigi süsinikuühendeid. Nende lagunemisel tekib ikka süsihappe-gaasi. Sageli saab orgaanilist ainet ära tunda sellest, et ta kuumutamisel söestub.

Vastandiks orgaanilistele ainetele on **anorgaanilised** ained ehk mineraalained. Nende hulka kuuluvad kõik ained, mis ei sisalda süsinikku, aga ka lihtsamad süsinikku sisaldavad ained, näit. sooda, potas jne.

**Looduses, tööstuses, koduses elus**, igal pool võime märgata keemilisi nähtusi.

Graniit muutub pärast murenemist osalt saueks; raud roostetab; taimejäänused kõdunevad ja lõppenud loomad

roiskuvad. Taimed saavad maa seest mineraalaineid ja õhust süsihappe-gaasi ning valmistavad neist süsivesikuid, rasvasid, valkusid. Loomade seedimiselundeis töötatakse toiduained ümber lahustuvaiks. Sissehingatud õhust võtavad loomad hapnikku, mis kudedes ainete lagunemisprotsessis ühineb süsinikuga süsihappe-gaasiks. Piimahappebakterite mõjul läheb värske piim hapnema. Pärmiseeneke-  
sed panevad suhkrulahuse käärima — tekib alkohol ning süsihappe-gaas.

Kõigi nende nähtuste tundmine aitab meid mõista loodust, võimaldab ühtlasi juhtida ja rakendada keemilisi nähtusi nii, et nad tulevad kasuks inimühiskonnale. Täies ulatuses on see võimalik ainult sotsialistlikul maal. Kapitalistlikes riikides kasutatakse teaduse saavutusi ainult väikese kildkonna hüveks. Töötajaile ei anna aga teaduse edusammud seal mingeid kergendusi. Sageli jäävad kapitalistlikes maades kasutamata niisugused leiutused ja avastused, mis võiksid kuidagi takistada valitseva kihi rikastumist. Nõukogude Liidus leiab teaduse iga edusamm praktilist rakendamist ja muutub töötajate omanduseks. See annab töötajaile uusi vahendeid looduse vallutamisel ja aitab kaasa töötajate materiaalse ning kultuurse taseme tõstmiseks.

### Ulesandeid.

1. Mille poolest erineb keemiline nähtus füüsilisest?
2. Nimetada üks füüsiline ja üks keemiline nähtus.
3. Tuua üks lagunemis-, üks ühinemisreaktsiooni näide.
4. Kirjutada need reaktsioonid lühendatult.
5. Missugune reaktsioon on söe põlemine? Märkida ta lühendatult.
6. Nimetada mõned liht-, mõned liitained. Missugustest lihtainetest koosnevad viimased?
7. Nimetada mõned anorgaanilised, mõned orgaanilised ained.
8. Mis tähtsus on keemiliste nähtuste tundmisel?

9. Mispärast kapitalistlikes maades ei rakendata kõiki teaduse saavutusi?
10. Tuua mõni näide, kuidas teaduslik avastus või leiutus tuli kasuks ühiskonnale.

## Vesi.

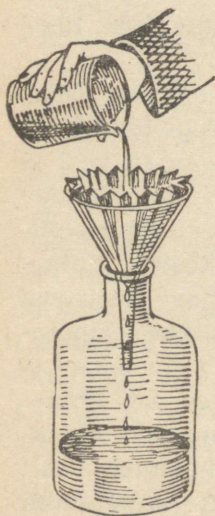
**Vesi looduses.** Vett leidub looduses igal pool. Maakera pinnast on vee all enam kui 70%. Vesi tungib sügavale maa sisse. Auruna hõljub ta õhus. Taimede ja loomade keha tähtsamaks koostaineks on vesi. Nii on taimede rohelistes osades vett kuni 95%, porgandis 86%, kartulis 76%, lihas 75%, munas 73%.

Temperatuuri langemisel null kraadini külmub vesi jääks. Seejuures ta ruumala suureneb. Kui temperatuur tõuseb üle nulli, sulab jää uuesti veeks. Soojuse mõjul aurab vesi ja tõuseb õhku. Veekogude pinnalt ja taimede ning loomade kehalt aurav vesi koondub kõrgel jahedates õhukihtides pilvedeks, mis koosnevad peenikestest veepiisakestest. Uhinedes suuremaiks piiskadeks langevad nad v i h m a n a tagasi maa peale. Äikesepilvede kõrgemais kihtides, kus temperatuur on alla 0°, külmuvad veepiisad r a h e t e r a d e k s. Talvel tekivad veeainest õhus jääkristallikesed, mis ühinevad l u m e r ä i t s a k a t e k s. Maapinnale langenud vihmavesi või jää ja lume sulamisel tekivad vesi koguneb osalt jõgedesse, järvedesse ja merre, kust ta uuesti auruna õhku tõuseb, osalt tungib ta aga sügavamale maa sisse. Jõudnud veekindlate aluskihtideni, valgub vesi neid mööda madalamatesse kohtadesse. Kui põhjavett kandev maakiht kuskil oruveerul maapinnale tuleb, siis võib seal vesi a l l i k a n a välja tungida. Maakihtides lahustab vesi neis leiduvaid mineraalaineid.

Pinnasest võtavad taimed juurte abil vett, mis lehtede kaudu uuesti välja aurab, sademetena maa peale tagasi langeb ning lõppeks jällegi auruna õhku tõuseb. Nii on

vesi looduses pidevas ringkäigus, täites seejuures asendamatu ülesandeid taimede ja loomade toitmisel. Saavad ju elusolendid kasutada toiteaineid ainult lahustunud olekus.

Looduslik vesi pole kunagi täiesti puhas. Temas leidub alati kõrvalisi aineid kas hõljuvas olekus või lahustunult. Esimesed muudavad vee sogaseks, lahustunud aineid aga märkame ainult siis, kui nad on värvilised või muudavad vee maitset.



Joonis 4.  
Filtreerimine.

1. Segame veega klaasis natuke savi ja peenikest liiva. Kumb neist sadestub kiiremini? Tekkinud setet vaadeldes näeme, et liiv on otse põhjas, savi aga tema peal. Millega seda seletada?

2. Paneme klaasi keedusoola ja savi segu. Segame vett, kuni soola enam pole märgata. Kurname nüüd vee läbi filterpaberi.

Saame väliselt selge, puhta vee. Savi on jäänud kurnamispaberile. Soolast pole aga siin jälgegi. Vett maitstes leiame, et ta on soolane.

Savi oli vees peenikeste osakestena — hõljuvas olekus. Teda saime veest eraldada kurnamise teel. Vees lahustunud sool läbis aga kurna koos veega.

Vee puhastamiseks temas hõljuvaist aineosakestest vett kurnatakse ehk filtreeritakse. Väiksemas ulatuses saab seda teha filterpaberi abil. Harilikult tarvitatakse aga liiva-, kruusa- või söekurna.

Kurnad puhastavad vee küll temas hõljuvaist aineosakestest, kuid mikroobid tungivad neist läbi. Seepärast desinfitseeritakse linnade veevärki juhitavat vett pärast kurnamist kloori või mõne muu mikroobe hävitava vahendi abil. Nii tehakse Leningradis, samuti ka Tallinnas, kus Ülemiste järve vesi lastakse läbi kurnade ja klooritakse, ja teistes suuremates linnades.

**Vesi lahustajana.** Vesi lahustab väga paljusid aineid. Mõned neist lahustuvad suuremal hulgal (sool, suhkur), teised vähesel määral (kips, lubi). On aga ka vees lahustumatuid aineid (klaas, portselan, metallid). Vett koos temas lahustunud ainega kutsutakse lahuseks. Merevesi on soolane, sest temas on lahustunud keedusoola. Kaevu- ja allikavees on mineraalaineid, kõigepealt lubja- ja magneesiumiühendeid, mida vesi on lahustanud maakihtides. Need vees lahustunud ained koos süsihappe-gaasiga teevad vee kargeks, kuid maitsvaks joogiveeks.

Aurukatelde toiteveeks pole allikavesi sobiv, sest temas lahustunud lubjaühendid sadestuvad katlaseintele katlakivina, mis takistab vee soojenemist katlas ja võib põhjustada katla lõhkemist.

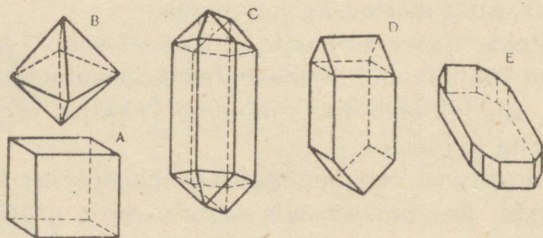
Aine lahustuvust vees mõõdetakse lahustuvuse koefitsiendiga. See on arv, mis näitab, mitu grammi ainet lahustub 100 grammis vees teatud temperatuuri juures.

20° temperatuuri puhul on suhkrul lahustuvuse koefitsient 200, keedusoolal — 36, salpeetril — 31, kipsil — 0,2. Tahkete ainete lahustuvus peaaegu alati suureneb vee temperatuuri tõustes. Ometi ei lahustu aineid vees piiramatul määral. Lõpuks muutub lahus küllastunuks; see tähendab, et antud temperatuuri juures vees enam ainet ei lahustu.

Lahused võivad olla vähem või enam kontsentreeritud vastavalt sellele, kui palju ainet on lahustajas lahustunud. Lahuse kontsentratsiooniks nimetatakse lahustunud aine hulka lahustajas mõõtühikuis. Harilikult väljendatakse lahustunud aine hulka kaaluprotsentides. Nii sisaldab 10-protsendiline keedusoola lahus 100 g kohta 10 g soola. Selle lahuse saamiseks kaalutakse 10 g soola ja lahustatakse see 90 g vees. Saadud lahuse kontsentratsioon on 10.

Kui küllastunud soolalahust jahutada, sadestub osa lahustunud soolast kristallidena. Kristallid tekivad mitte ainult küllastunud lahuse jahtumisel, vaid ka vee hulga

vähennemisel auramise tõttu. Kristallid on kindla geomeetria kujuga, loomulike tahkudega piiratud mineraaliosad. Igal ainel on temale omane, enamasti üks ja sama kristallivorm, keedusoolal näiteks kuup. Suurel hulgal tekkides on kristallid harilikult kujult puudulikud. Tahud pole alati täiuslikud tasapinnad, nende servad võivad olla hambulised või paindunud. Kristallid nagu segaksid üksteise kasvamist. Soodsates tingimustes võivad nad kasvada õige suurteks ja ilusateks.



Joonis 5. Kristallid:

A — keedusool, B — maarjas, C — salpeeter, D — kibesool, E — silmakivi.

Vaatamata tekkimistingimustest olenevatele ebakorrapärasustele on ühel ja samal kristallivormil tahkude vaheliste nurkade suurus muutumatu.

Valmistame küllastunud keedusoolalahuse, valame klaasi ja laseme mõni päev seista. Klaasi põhja hakkab kogunema keedusoolakristalle. Vee aurates suureneb kristallide arv ja üksikud kristallid „kasvavad“ suuremaks.

Valmistame maarjase (maarjajää) küllastunud lahuse ja riputame sellesse maarjase kristalli. Lahust seista lastes näeme, et kristall kasvab, säilitades oma kuju.

Kristalle tekib mitte ainult küllastunud lahuste jahenemisel või auramisel, vaid ka vedelate ainete üleminekul tahkesse olekusse (vee külmumisel jääks, sulanud mineraalide tardumisel). Nii tekkisid maakoore jahtumisel kristalsed kivimid ja mineraalide kristallid.

Kristallilisi mineraale on palju (keedusool, salpeeter, räni jt.). Teised ained, mis kristalle ei moodusta, on amorfseid (klaas, vaik, kautšuk jne.).

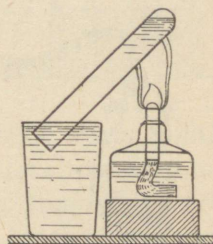
Vees lahustuvad ka vedelikud ja gaasid. Piiritus näiteks lahustub vees ükskõik missuguses hulgas, teised aga piiratud hulgal (eeter). Mõned vedelikud ei lahustu üldse vees (elavhõbe, bensiin).

Vastandina enamikule tahketest kehast suureneb enamasti gaaside lahustuvus vees temperatuuri langedes ja väheneb selle tõustes. Keetmisega saame eemaldada veest kõik temas lahustunud gaasid, need lahkuvad veest koos veeauruga.

Täidame katseklaasi värsket kaevu- või veevärgi-veega, suleme otsa sõrmega ja paneme ümberpööratult vee- klaasi. Kui nüüd katseklaasi piiritus- lambil soojendada, koguneb katse- klaasi ülemisse otsa vees lahustunud gaasi (peamiselt õhku).

Õhuhapniku lahustumine vees on looduses suure tähtsusega: hapnikku vajavad hingamiseks vees elavad loomad. Ka süsihappe-gaas lahustub vees. Teda tarvitavad rohelised veetaimed süsiniku sarnastamisel. Joogivees lahustunud gaasid (hapnik ja süsihappe-gaas) annavad talle värsket maitset. Nii sisaldavad karastavad joogid — limonaad ja selters — suuremal hulgal süsihappe-gaasi, mis juhitakse sinna tugeva rõhu all.

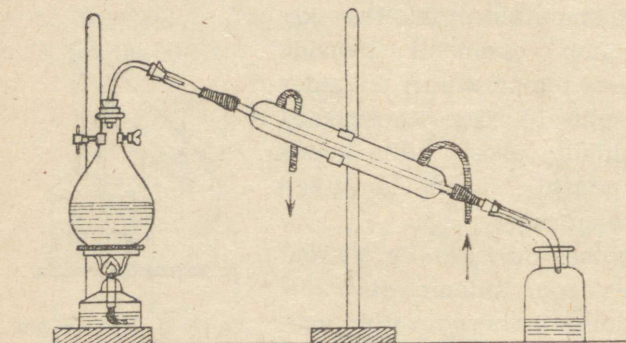
Gaaside lahustuvus sõltub gaasi rõhumisest: mida suurem on rõhumine, seda enam lahustub gaasi vees. Limonaadi valmistamisel lisatakse temale kõrge rõhu all süsihappe-gaasi. Kui pudel avada, väheneb rõhumine ja gaas tungib suure jõuga välja, pannes limonaadi vahutama.



Joonis 6. Vee soojendamisel eraldub sellest lahustunud gaase.

**Vee destilleerimine.** Täiesti puhta vee saamiseks ei jätku tema kurnamisest, vaid vett tuleb destilleerida.

Paneme keedupudelisise vett, millele on lisatud savi, liiva ja keedusoola. Suleme pudeli korgiga, mida läbib külma vette asetatud kolbi viiv toru. Keetmisel muutub vesi auruks ja tungib toru kaudu kolbi, kus jahtub ja tiheneb uuesti veeks. Veele lisatud ained, ka temas lahustunud keedusool, jäävad keedupudelisise, ja kolvis saame täiesti puhta vee.



Joonis 7.  
Vee destilleerimine.

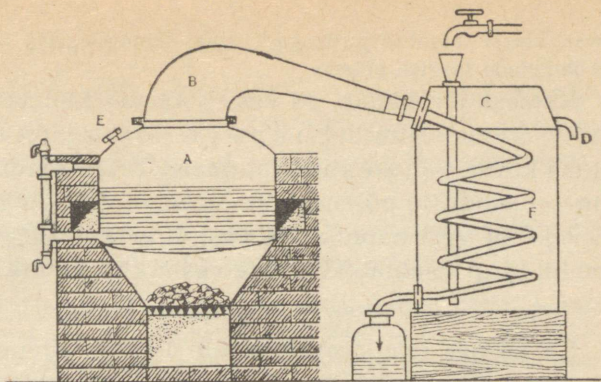
Suuremal hulgal destilleeritud vee saamiseks aetakse vesi kinnises destilleerimiskatlas keema ja juhitakse tekkiv aur läbi toru, mida ümbritseb külm voolav vesi. Nii tiheneb aur veeks ja koguneb selleks määratud nõusse. Vees lahustunud ained aga jäävad destilleerimiskatlasse.

Destilleeritud vesi ei maitse hästi ning polegi kohane joomiseks. Ta on väga tugev lahustaja ja võtab organismilt aineid, mis võib kutsuda esile häireid keha elutegevuses. Joogiveeks on kõige kohasem allikavesi, mis sisaldab lahustunult mitmesuguseid meie organismile vajalikke sooli, õhku ja süsihappegaasi.

Destilleeritud vett kasutatakse arstimite valmistamisel ja keemiatööstuses mitmesuguste lahuste saamiseks.

Vihma- ja lumevesi sarnanevad destilleeritud veega sellepolest, et nad on peaaegu vabad lahustunud aineist. Teki-

Joonis 8. Destilleerimis-  
katel.

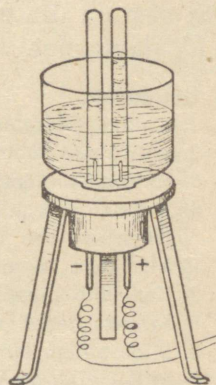


vad ju nemadki veeauru tihenemisel veeks. Päris puhtad pole vihma- ja lumevesi siiski: neis on õhust sinna sattunud tolmukübemekesi, nõge, pisikuid ja gaase. Joogiveeks pole nad kohased. Seevastu sobivad nad hästi pesemiseks, sest mineraalühendite puudumisel vahutab neis seep hästi („pehme“ vesi).

Vett kasutatakse joogiks, toitude valmistamisel ja tööstuses, eriti laialt keemiatööstuses ja aurukatelde toitevena.

**Vee koostis.** Et jõuda selgusele, kas vesi on liht- või liitaine, korraldame järgmise katse.

Valame joonisel kujutatud klaasnõusse vett (millele on lisatud natuke väävel- või soolhapet). Veenõu korgist põhja läbivatele plaatinast elektroodidele (see metall on siin hästi vastupidav) paneme veega täidetud katseklaasid. Nüüd ühendame traadid elektriallika poolustega. Varsti märkame, et katseklaasidesse hakkab kogunema gaasi. Uhte klaasi koguneb gaasi tunduvalt kiiremini: kaks korda rohkem kui teise. Kui üks klaasidest on gaasiga täitunud, katkestame voolu ja võtame selle katseklaasi välja. Hoiame kummuli keeratud klaasi suu juures põleva tiku või pirru. Gaas hakkab sinaka leegiga põlema. Sügava-



Joonis 9. Vee lahutamise elektrivoolu abil.

malt klaasi torgatud pird aga kustub. Pistame pirru teise klaasi. Pird lööb heleda leegiga põlema.

Katsest järeldame, et vesi koosneb kahest gaasist. Üks neist on meile tuntud hapnik. Mahu järgi on teda vees kaks korda vähem kui teist gaasi. Teine saadud gaas põleb, aga ei soodusta põlemist. Teda nimetatakse vesinikuks. Seega on vesi hapniku ja vesiniku keemiline ühend, mis mahu järgi sisaldab kaks osa vesinikku ja ühe osa hapnikku:

vesi = vesinik + hapnik.

Ka kõrges temperatuuris (üle 1000°) laguneb vesi hapnikuks ja vesinikuks. Seepärast ei tohi lennukitelt heidetavaid elektron-termiit-süütepomme kustutada veega. Nende põlemisel tekkivas kuni 3000 kraadini ulatuvas kuumuses laguneb vesi paukgaasiks, mis ohtu veel enam suurendab. Ainult paksu liivakihiga kattes saab neid pomme kustutada.

Ka suure tulikahju korral võib leegi kuumus tõusta kuni 2000 kraadini. Nõrk veejuga sellist tuld ei kustuta, vaid vee lagunemisel vabanev hapnik ja vesinik tugevdavad põlemist. Vilunud tuletõrjujad teavad seda ja alustavad kustutamist äärtelt, kus leegi kuumus pole nii kõrge.

Et vesi on liitaine, avastas prantsuse teadlane Lavoisier (lavuazjee) XVIII sajandi lõpul.

#### Ulesandeid.

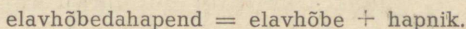
1. Kuidas määrame kartuli veesisalduse protsentides?
2. Kirjeldada lühidalt vee ringkäiku looduses.
3. Kuidas eraldame veest aineid, mis on temas hõljuvas olekus?
4. Kirjeldada vee kurnamist ja selleks kasutatavaid vahendeid.
5. Nimetada hea joogivee tähtsamaid omadusi.
6. Mis kasu on joogivee keetmisest?
7. Kas võib lugeda täiesti puhtaks läbipaistvat allikavett?
8. Milleks destilleeritakse vett? Kuidas seda tehakse?
9. Mida näitab lahustuvuse koefitsient?
10. Millal eraldub lahustunud aine lahusest?
11. Missugust lahust nimetatakse küllastunuks?
12. Nimetada vee koostained.
13. Mis tähtsus on veel looduses? tööstuses?

## Hapnik (Oxygenium — O).

Põlemiseks on tarvilik värske õhu takistamatu juurde-  
pääs. Seda osa õhust, mis edendab põlemist, nimetatakse  
h a p n i k u k s. Õhuhapnikku ei saa teistest õhu koosteosa-  
dest gaasina eraldada.

Puhast hapnikku võime saada tema keemilistest ühendi-  
test nende kuumutamisel või teiste ainete mõjul.

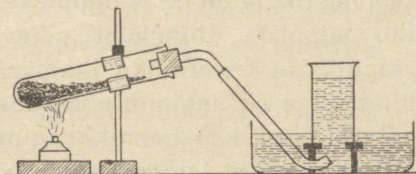
1. Kuumutame katseklaasis punast elavhõbedahapendit (HgO). Klaasi  
seintele tekib peenikesi elavhõbedatilgakesi. Pistame katseklaasi hõõ-  
guva pիրru. See lööb heledasti põlema. Klaasis on tekkinud põlemist  
soodustav gaas. Elavhõbedahapend lagunes elavhõbedaks ja hapnikuks:



2. Võtame umbes 10 grammi kloorhaput kaaliumi (Berthollet' soola),  
segame seda niisama palju pruunkivi pulbriga ja asetame segu suure-  
masse katseklaasi. Selle suleme korgiga, mida läbib klaastoru. Kuu-  
mutamisel eraldab kloorhapu kaalium hapnikku, mida toru kaudu  
juhime veega täidetud ja kummuli keeratud katseklaasidesse või pude-  
litesse.

M ä r k u s: Katse korraldamisel tuleb olla ettevaat-  
lik. Kui segu pole küllalt puhas ja temas leidub  
orgaanilisi aineid, võib ta plahvatada ja raskeid  
õnnetusi tekitada.

Joonis 10.  
Hapniku  
saamine.



3. Torkame ühte hapnikuga täidetud nõusse hõõ-  
guva sõe (traadi abil). See lööb heleda leegiga  
põlema.

4. Keerame peenikesest terastraadist spiraali, mille  
otsa kinnitame tükikese põlevat taela või hõõguva  
sõe, ja pistame selle suuremasse põhjata, hapnikuga  
täidetud klaaspudelisse. Süsi või tael löövad lõkkele.  
Uhtlasi hakkab põlema ka traat, pildudes ümberringi



Lusikake  
ainete põle-  
tamiseks  
hapnikus.

heledaid sädemeid. Raud ühineb põledes hapnikuga, tekitades rauahapendi:  
raud + hapnik = rauahapend.

5. Paneme raudlusikasse tükikese väävliit, süütame ta põlema ja torukame hapnikuga täidetud laia kaelaga pudelisse. Väävel põleb heleda leegiga, tekitades lämmatavat gaasi — väävlisapendit:

väävel + hapnik = väävlisapend.

Valame pudelisse vett ja loksutame hästi. Tekkinud lahus on maitsetult hapu. Tilgutame seda sinisele lakmuspaberile. See muutub punaseks.

6. Laseme üht hapnikupudelit natuke aega lahtiselt seista ja katsume siis hõõguva pürruga. Hapnik pole pudelist lahkunud.

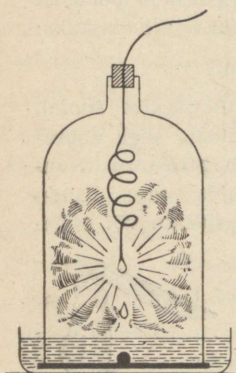
Hapnik on värvita, lõhnata ja maitseta gaas. Üks liiter hapnikku kaalub ümmarguselt 1,4 g. Seega on hapnik õhust natuke raskem.

Hapnik ühineb hõlpsasti teiste ainetega. Tema ühendeid nimetatakse hapenditeks ehk oksüüdidiks.

Hapnik on vajalik põlemiseks. Põlemine ongi aine ühinemine hapnikuga. Puhtas hapnikus põlevad kõik ained palju intensiivsemalt kui harilikus õhus, sest lämmastik, mida õhus leidub 79%, aeglustab hapniku ühinemist põleva ainega. Hapnik on vajalik ka hingamiseks, sest hingamine on aeglane põlemine.

Tehniliseks otstarbeks saadakse hapnikku suurel hulgal vedeldatud õhust. Väga madalal temperatuuril muutetakse õhk vedelaks. Vedela õhu aurates eraldub hapnik teatud temperatuuril puhtal kujul, nagu vesi muutub auruks vee keemistemperatuuril.

Atmosfääriõhk sisaldab hapnikku keskmiselt 21%. Peale selle on hapnikku aga paljudes liitainete koostises ja kõigis organismi kudedes. Uldkokkuvõttes on maakera koore, atmosfääri ja vee koosseisus 49% hapnikku.



Joonis 11. Rauda põlemine hapnikus.

Hapnikku antakse sisse hingata karmumürgituse puhul ja sõjagaasidest kannatanuile. Tema tagavara võtavad kaasa lendurid, kes lendavad suures kõrguses, kus õhk on hõre ega sisalda küllaldaselt hingamiseks vajalikku hapnikku.

Tehnikas tarvitatakse hapnikku koos atsetüleengaasiga metallide keevitamiseks ja lõikamiseks. Atsetüleen on vesiniku ja süsiniku ühend. Puhtas hapnikus põledes annab ta kuni 3000-kraadilise kuumuse. Keevitamisel kasutatakse erilist leektoru, milles hapnik seguneb atsetüleeniga. Nii-sugust keevitamist kutsutakse autogeenseks keevitamiseks.

Hapniku avastasid ja said esmakordselt puhtal kujul peaaegu samaaegselt (a. 1774) rootsi keemik Karl Scheele ja inglise õpetlane John Priestley.

**Osoon.** Tugeva elektrilaengu mõjul muutub hapnik oma teisendiks — o z o o n i k s. Ozoonil on omapärane terav lõhn, mida tunneme töötavate elektrimasinate juures. Pikse ajal tekib õhuhapnikust ozooni. Sellega ongi seletatav äikese-ilma värskendav mõju.

Osoon ühineb teiste ainetega energilisemalt kui hapnik. Ta pleegitab värve ja mõjub desinfitseerivalt. Ozooni tarvitataksegi pleegitamiseks ning õhu ja vee puhastamiseks pisikuist. Puhas osoon ärritab sissehingamisel nina ja kurgu limanahka. Suurel hulgal sissehingatudult võib ta põhjustada mürgitust.

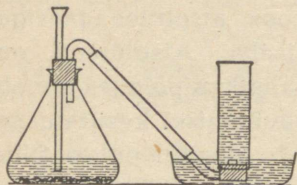
Pikkamööda muundub osoon jälle hapnikuks. Muundumist kiirendab kuumutamine.

#### **Ulesandeid.**

1. Kirjeldada hapniku saamist: a) elavhõbedahapendist, b) Berthollet' soolast.
2. Nimetada hapniku tähtsamaid omadusi.
3. Kirjutada lühidalt järgmised reaktsioonid:
  - a) söe põlemine;
  - b) vesiniku põlemine;
  - c) väävli põlemine;
  - d) raua põlemine.
4. Kuidas kasutatakse hapnikku?

## Vesinik (Hydrogenium — H).

Vesinik on vee koosteaine. Varem saime teda, lahutades elektrivoolu abil vett. Nüüd teeme selleks järgmise katse:



Joonis 12. Vesiniku saamine.

1. Võtame kahe kaelaga pudeli või laiasuulise keeduklaasi, mille korgist saab kaks toru läbi juhtida. Üks neist, lehtertoru, ulatub peaaegu nõu põhjani, teine on eralduva gaasi kogumiseks kogumiseks kõveraks painutatud.

Enne pudeli sulgemist paneme sellesse tsiingitükikesi. Nüüd valame pudelisse lahjendatud soolhapet (võib ka väevelhape olla). Kui toru otsa veenõusse juhime, näeme eralduvate mullikeste järgi peagi, et pudelis mingisugust gaasi tekib. Kogume seda katseklaasisse, nagu tegime hapnikugi puhul.

2. Viime ühe kummuli keeratud klaasi suu juurde põleva pirru. Vesinik põleb sinaka leegiga. Torkame pirru sügavamale. Tuli kustub.

Märkusi: a) Ei tohi vesinikku süüdata katseriista viimatoru otsa juures.

b) Süütamiskatse ajal hoida viimatoru ots vee all.

3. Kogume katseklaasi kaks viiendikku ruumiosa vesinikku ja täidame ülejäänud ruumi õhuga; keerame katseklaasi ümber rästi ja lähendame segule põleva tikku. Segu plahvatab tugeva pauguga (pauk-gaas).

4. Keerame vesinikuga täidetud katseklaasi ava ülespoole. Põleva tikuga katsetades näeme, et vesinik on klaasist haihtunud.

5. Kui on kasutada peenikese avaga toru, juhime selle kaudu vesinikku nõusse seebivahuga ja tekitame vahumullikesi. Nad tõusevad õhku.

6. Selgitame, kas vesinikul on värvust, lõhna või maitset.

Peatume natuke tehtud katseil.

Tsink tõrjus soolhapest, mis koosneb vesinikust ja mürgisest gaasist kloorist, vesiniku välja ja ühines klooriga klooritsingiks:

tsink + soolhape (kloorvesinik) = klooritsink + vesinik.

Vesinik on värvita, lõhnata ja maitseta gaas. Ta põleb ja

annab ühinedes hapnikuga vee. Põlemine vesinikus ei ole võimalik.

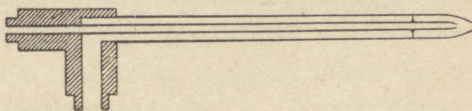
Vesinik on kergeim gaasidest: üks liiter vesinikku kaalub 0,09 g. Seega on ta 14,4 korda kergem õhust. Teda kasutati aerostaatide täitmiseks. Et ta aga kergesti võib plahvatada, eelistatakse selleks ohutut heeliumi, ehkki see on vesinikust natuke raskem ja tootmiselt palju kallim.

Vesiniku avastas inglise keemik Henry Cavendish aastal 1766. Hiljuti, aastal 1932, avastati vesiniku teisend — „raske vesinik“, mille ühend hapnikuga annab „raske vee“, mis tõepoolest on harilikust veest raskem. Teda leidub harilikus vees 1 g 4—5 liitri vee kohta.

Vesiniku ja hapniku segu plahvatab kokkupuutel tulega. Plahvatuse jõud on eriti tugev juhul, kui segus on vesinikku ja hapnikku mahult 2 : 1. Niisugust segu kutsutakse p a u k g a a s i k s.

Paukgaasi põlemisel tekib ligi 3000-kraadiline kuumus. Nii kõrgel temperatuuril sulab enamik metalle. Seepärast kasutatakse paukgaasi metallide keevitamisel. Selleks on aga tarvilik eriline põleti. See koosneb kahest teineteise sisse asetatud torust, mille kaudu keevituskohale juhitakse hapnik ja vesinik lahus. Gaasid segunevad alles põleti otsal.

Joonis 13. Paukgaasi põleti.



Tehniliseks otstarbeks saadakse vesinikku kas elektri-  
voolu abil või gaasidest, mis tekivad kivisöe kuivaetamisel.

Vesiniku tähtsamaks ühendiks on vesi, milles teda kaalu järgi on 11%. Vesinik + hapnik = vesi.

Teine vesiniku ühend on vesinikühlapend. See on värvitu vedelik, mis kergesti laguneb hapnikuks ja veeks:  
vesinikühlapend = vesi + hapnik.

Müügil on vesinikülihapiend kolmeprrotsendilise vesi-  
lahusena.

1. Katse. Valame katseklaasi kolmeprrotsendilist vesinikülihapiendi lahust ja lisame natuke pruunkivi pulbrit. Kui mõne aja pärast põleva pirru katseklaasi pistame, lööb pird heledalt leekima: vesinikülihapiendist on eraldunud hapnikku.

2. Peseme mõned tumedad juuksekarvad hästi puhtaks ja paneme vesinikülihapiendisse. Mõne tunni pärast näeme, et juuksed on muutunud heledaks.

Vesinikülihapiend on hea hapiendaja, seepärast tarvita-  
takse teda tekstiilesemetete pleegitamiseks.

Peale selle on ta desinfektsioonivahendiks: teda kasuta-  
takse kurgu loputamiseks, kuristamiseks ja haavade puhasta-  
tamiseks. Seks otstarbeks lisatakse klaasitäiele veele kaks  
teelusikatäit kolmeprrotsendilist vesinikülihapiendit. Vesinik-  
ülihapiendisse kastetud vatitükike on heaks vahendiks nina  
verejooksu sulgemisel.

#### **Ulesandeid.**

1. Kirjeldada vesiniku saamist elektrivoolu abil veest.
2. Kuidas saadakse veel vesinikku?
3. Nimetada vesiniku omadusi.
4. Mis vahe on vesiniku ja veeauru vahel?
5. Mis tekib vesiniku põlemisel? Kirjutada lühidalt vesiniku põlemine.
6. Kuidas kasutatakse vesinikku?
7. Mispärast vesinikku ei tarvitata valgustamiseks?
8. Kuidas kasutatakse vesinikülihapiendit?

#### **Aine ehitus.**

**Molekulid ja aatomid.** Vesi ja teised vedelad kehad või-  
vad aurustuda, nad muutuvad auruks — gaasiks. Gaasiks  
muutuda võivad ka kindlad ehk tahked kehad. Väike kogus  
naftaliini täidab oma lõhnaga kogu toa. Naftaliin võib olla  
ühes toanurgas, tema lõhna tunneme aga kogu toas. Järeli-  
kult liiguvad naftaliini osakesed ühest paigast teise. Niisama  
kiiresti levivad ruumis vedelate lõhnavate ainete osakesed.

Vaevalt oleme avanud lõhnaõli-, bensiini- või karboolipudeli, kui juba eemalt võib tunda nende ainete lõhna.

Inglise teadlane Dalton tegi järgmise katse.

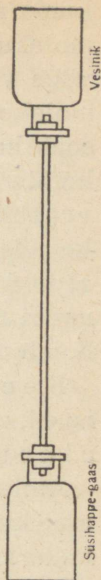
Ta võttis kaks pudelit, ühe vesinikuga, teise süsihappe-gaasiga, ühendas nad pika klaastoru abil ja asetaski nii, et raske süsihappe-gaas oli all, kerge vesinik üleval. Mõne tunni pärast pudelite sisu uurides leidis ta, et mõlemas pudelis oli ühtlane vesiniku ja süsihappe-gaasi segu. Vesinikust 22 korda raskema süsihappe-gaasi osakesed olid tunginud ülemisse ja kerge vesiniku osakesed alumisse pudelisse.

Paneme klaassilindrisse tükikese vasevitrioli (silmakivi), valame sellele ettevaatlikult vett ja jätame mõneks ajaks seisma. Varsti näeme, kuidas vasevitriol hakkab lahustuma ja vesi silindri põhjas sinakaks värvub. Pikema aja jooksul muutub kõik silindris olev vesi siniseks. Nii laguneb vasevitriol lahustumisel osakesteks, mis tungivad veeosakeste vahele.

Kui suruda vask- ja tsinkplaat poleeritud pindadega kõrge rõhu all vastamisi ja neid pikemat aega kuumutada, kuid mitte nende metallide sulamistemperatuurini, siis liituvad plaadid ja nende liitekohal tekib vase ja tsingi sulam. Seega on vaseosakesed tunginud tsingisse ja tsingiosakesed vasesse.

Temperatuuri tõusmisel kõik kehad paisuvad, jahtumisel aga väheneb nende ruumala.

Kõik see tõendab, et niihästi gaasid, vedelikud kui ka tahked ained koosnevad väikestest osakestest. Kõige väiksemaid aine osakesi, millel on siiski selle aine keemilised omadused, nimetatakse molekulideks. Molekulid on nii väikesed, et neid pole võimalik näha ka kõige täiusli-



Joonis 14.  
Daltoni katse.

kuma mikroskoobi abil. Ka ei saa ainet mehaanilisel teel molekulideks lõhkuda. Molekulid on lahutatud üksteisest väga väikese vahemaaga ja on alaliselt liikvel. Gaaside molekulide liikumise tõttu segunevad gaasid kiiresti ja neid saab hoida ainult täiesti kinnises nõus. Vedelikkude molekulid ei ole nii vabalt liikuvad nagu gaasidel, siiski pole ka vedelikel kindlat kuju ja nad võivad seguneda. Tahkete kehade molekulid seevastu on üksteisega palju kindlamini seotud. Katsudes katki tõmmata mõnest tahkest aineest koosnevat pulgakest, saame kujutluse selle jõu tugevusest, mis hoiab molekule üksteise lähedal.

Keemiliselt puhta aine molekulid on isekeskis täiesti sarnased; erinevate ainete molekulid on erinevad.

Molekul on antud aine kõige väiksem osake. Nii on vee molekul kõige väiksem kogus vett. Molekule saab ka lahutada, kuid siis tekivad täiesti uued ained, millel ei ole sarnasust võetud ainega. Kui lahutame näiteks elektrivoolu abil vee hapnikuks ja vesinikuks, siis lagunevad vee molekulid veel väiksemateks osakesteks. Need pole aga vee, vaid vesiniku ja hapniku osakesed. Neid molekuli koosteosakesi nimetatakse aatomiteks. Aatom on kreekakeelne sõna, tähendab — jagamatu, sest kuni uusima ajani ei õnnestunud teadlastel aatomit veelgi killustada. Aatomid on molekulis eriti tugevasti üksteisega seotud. Molekuli lahutamiseks aatomiteks tuleb rakendada väga tugevaid mõjutusi (elektrivoolu, kõrget kuumust).

Aatomid ja molekulid on parimaski mikroskoobis nähtamatud, nii lõpmatu väikesed on nad. Nende suurusest saame ligikaudsegi kujutluse järgmise katse põhjal.

Lahustame liitris vees 0,01 g kaaliumpermanganaati. Vesi muutub roosakaks. Uhes kuupsentimeetris on kaaliumpermanganaati (0,01:1000) 0,00001 g, ühes tilgas — (0,00001:20) 0,0000005 g. Aga selles tilgas on ikkagi veel määratul arvul



$\frac{1}{16}$  hapniku aatomkaalust, sest siis osutuvad ainete aatomkaalud enamasti lähedaseks täisarvudele.

### Tähtsamate elementide aatomkaalud.

Vesinik	1,008
Süsinik	12
Lämmastik	14
Hapnik	16
Naatrium	23
Magneesium	24,3
Fosfor	31
Väävel	32
Kloor	35,5
Kaalium	39
Kaltsium	40
Raud	56
Vask	63,6
Tsink	65,4
Hõbe	108
Tina	118,7
Kuld	197
Plaatina	195,2
Elavhõbe	200,6
Seatina	207,1

**Molekulkaal** on molekuli moodustavate aatomite kaalude summa. Hapniku molekulis, nagu teistegi gaaside molekulis on 2 aatomit; tema molekulkaal võrdub  $2 \cdot 16 = 32$ . Vee molekulkaal on  $2 \cdot 1,008 + 16 = 18,016$ , süsihappegaasil —  $12 + 2 \cdot 16 = 44$ .

**Elemendid.** Nüüd võime lühidalt öelda: aineid, mille molekulid koosnevad erinevaist aatomitest, nimetatakse liitaineks ehk keemilisteks ühenditeks; lihtainete molekulid koosnevad aga ühesugustest aatomitest.

Liitaineid moodustavaid lihtaineid kutsutakse elementideks. Elementid on seega liitainete koostained. Elementid võivad ka vabalt esineda, siis kannavad elementid lihtainete nimetust, näiteks hapnik, lämmastik, elavhõbe jt.

Looduses esineb juhtumeid, kus kaks või mitu lihtainet koosneb samast elementist. Nii on süsi, grafiit ja teemant kõik süsiniku aatomitest koosnevad lihtained. Süsi, grafiit ja teemant on süsiniku allotroopsed teisendid.

Juba vanad kreeka filosoofid olid arvamisel, et kogu loodus koosneb vähestest algainetest — elementidest. Empe dokles (V sajandil e. m. a.) pidas elementideks vett, õhku, tuld ja maad. Vett ja õhku loeti elementideks kaua aega (kuni XVIII sajandini).

Tõelistest keemilistest elementidest tunti enne XVIII sajandit ainult 11, 1800. aastal — 31, 1900. aastal 82 elementi.

Praegu tuntakse 89 erinevat aatomi liiki, 89 elementi (peale selle on vähemalt 3 elementi olemasolu tõenäoline). Nende aatomite mitmekesisel ühinemisel tekib loendamatu arv mitmesuguseid liitaineid.

Kõigist elementidest on tavalistes tingimustes 11 gaasid (neist levinumad hapnik, vesinik, lämmastik, kloor), 2 vedelikud (elavhõbe ja broom), teised on tahked kehad.

Elemente märgitakse keemias sümbolite ehk märkide abil. Selleks on harilikult elemendi ladinakeelse nime tuse esimene täht. Kui kahe või mitme elemendi nimetused algavad ühe ja sellesama tähega, siis märgitakse üks neist (või teised) kahe tähega.

#### Levinumaid elemente.

+ -ga märgitud elemente tunti juba enne XVIII sajandit.

Keemiline element	Ladinakeelne nimetus	Sümbol
Hapnik	Oxygénium	O
Vesinik	Hydrogénium	H

Keemiline element	Ladinakeelne nimetus	Sümbol
Lämmastik	Nitrogénium	N
Kloor	Chlorum	Cl
+ Süsinik	Carbóneum	C
Fosfor	Phosphorus	P
+ Väävel	Sulfur	S
Räni	Silícium	Si
Kaltsium	Calcium	Ca
Kaalium	Kalium	K
Naatrium	Natrium	Na
Magneesium	Magnésium	Mg
+ Vask	Cuprum	Cu
+ Raud	Ferrum	Fe
+ Elavhõbe	Hydrárgyrum	Hg
+ Hõbe	Argéntum	Ag
+ Kuld	Aurum	Au
Alumiinium	Alumínium	Al
+ Tina	Stannum	Sn
+ Tsink	Zincum	Zn

Elemente on kaks suurt rühma: metallid ja mitte-metallid ehk metalloidid.

Metallid on harilikul temperatuuril tahked kehad, välja arvatud elavhõbe. Neil on omapärane metalne läige, mille järgi neid saab eraldada teistest ainetest. Nad on head elektri- ja soojusejuhid. Metallid on taotavad ja venitavad. Metallidest saab valmistada sulameid.

Metalloididel ei ole nii selgesti väljendatud ühiseid omadusi, mispärast neid harilikult nimetatakse mitte-metallideks, rõhutades sellega, et nende peamiseks iseärasuseks on metallide omaduste puudumine. Keemiline sugulus nende vahel on siiski olemas.

Kuigi keemias nüüdisajal tuntud elementide üldarv on 89, esineb ainult väike osa neist looduses suuremal hulgal.

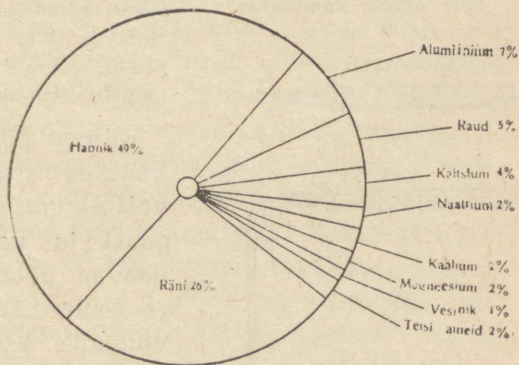
Ummarguselt 98% maakoore, vee ja õhu koostisest moodustavad järgmised üheksa elementi: hapnik, räni, alumiinium, raud, kaltsium, naatrium, kaalium, magneesium ja vesinik. Esikohal neist seisab h a p n i k. Ta on tähtsamate kivimite (graniit, lubjakivi, liivakivi, savi, liiv) koosteiniks, moodustab kaalu järgi  $\frac{8}{9}$  veest ja  $\frac{6}{13}$  õhust.

Järgmine element — r ä n i esineb savis, põldpaos, liivas ja paljudes teistes kivimites nende koosteinena.

A l u m i i n i u m kuulub savi, põldpao ja teiste mineraalide koostisse.

Nendest kolmest elemendist koosneb 82% maakoorest, veest ja õhust.

Mõningaid elemente leidub looduses väga vähe. R a a d i u m i näiteks, mida kasutatakse ravivahendina arstiteaduses, saadakse 10 tonnist uraanimaagist 1 g. Veel vähem leidub 1923. a. avastatud haruldast metalli h a f n i u m i.



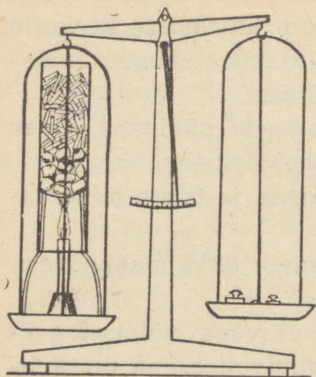
Joonis 15. Elemendid looduses.

### Ulesandeid.

1. Kuidas nimetatakse aine kõige väiksemaid osakesi, millel on kõik selle aine keemilised omadused?
2. Mille poolest erinevad liitained molekulid lihtainetest?
3. Kuidas harilikult nimetatakse elementi, kui ta esineb iseseisva ainaena?
4. Mispärast tarvitatakse mõne elemendi sümboliks kahte tähte?

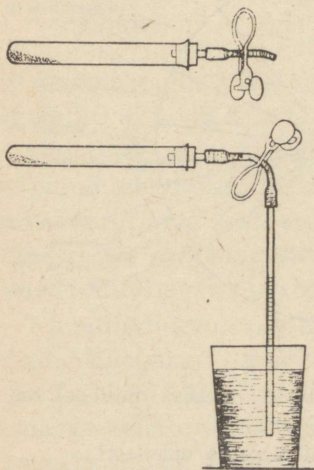
5. Missugusesse kahte suurde rühma võib jaotada kõiki aineid nende omaduste järgi?

6. Nimetada metallide tähtsamaid omadusi.



Joonis 16.

Küünla põlemisel tekki-  
vate ainete kaalumine.



Joonis 17.

Metallipuru kuumutami-  
ne kinnises katseklaasis.

### Aine kaalu jäävuse seadus.

Keemilised reaktsioonid annavad hoopis uute omadustega aineid, kuna reaktsiooniks võetud ained nagu kaoksid ära. Kerkib küsimus: kas muutub reaktsiooni puhul ainete kaal? Selle selgitamiseks korraldame mõned katsed.

1) Asetame kaalukaasile küünla ja riputame tema kohale lambiklaasi sööbenaatriumi ja lubjaga. Need ained seovad vett ja süsihappe-gaasi. Tasakaalustame kaalukaasid ja süütame küünla. Põlemisel tekib süsihappe-gaas ja veeaur tõusevad silindrisse, kus neid sööbenaatrium ja lubi endasse imevad. Peagi näeme, et kaalukauss, millel on küünal, langeb allapoole. Millega seda seletada?

Küünla põledes ühineb hapnik küünlas sisalduva süsiniku ja vesinikuga. Tekib süsihappe-gaasi ja veeauru. Loomulikult peavad põlemise saadused olema raskemad, kui oli põlev aine. On võimalik kindlaks teha põlemiseks kulunud hapniku kaalu. See võrdub täpselt põlemis-saadustega — (miinus) ärapõlenud küünla kaal.

2) Paneme katseklaasi natuke metallipuru ja suleme klaasi korgiga, mida läbib klaastoru. Selle otsas on näpiti-

saga kinnipigistatud kummitoru. Tasakaalustame kogu seadise kaaludel ja kuumutame metallipuru, kuni see muudab värvust: kuumutamisel metall ühines hapnikuga. Kaalume nüüd uuesti. Raskus on endine. Uhendame kummitoruga teise klaastoru, pistame selle otsa veenõusse ja avame näpitsa. Vesi tungib torusse. Kuumutamisel ühines osa klaasis olnud hapnikust metalliga. Tema asemele tungib katseklaasi torudes olevat õhku.

Ometi ei muutunud reaktsiooni kestel ainete kaal.

Järeldus: keemilise reaktsiooniga saadud ainete kaal võrdub reaktsioonist osa võtnud ainete kaaluga. Teiste sõnadega: keemilistes reaktsioonides ainet ei kao ega teki lisaks. See on keemiline põhiseadus ja teda kutsutakse aine kaalu jäävuse ehk aine säilivuse seaduseks.

Selle seaduse avastasid iseseisvalt (XVIII sajandil) vene teadlane Lomonossov ja prantsuse keemik Lavoisier. Hiljem korraldatud täpsemad katsed tõestasid seda seadust.

Aine säilivuse seadust kutsutakse tema avastajate järgi ka Lomonossov-Lavoisier' seaduseks.

Vene teadlane Mihhail Vassiljevitsš Lomonossov sündis 1711. aastal Holmogorõ linna lähedal praeguses Arhangel'ski oblastis kaluri pojana. Juba varakult hakkas ta koos isaga kalapüügil käima. Ohtuderikas kalurielu harjutas poissi tähelepanelikult vaatlema loodusnähtusi. Talvekuudel õppis ta hoolega lugemist, kirjutamist ja arvutamist. Kaluri pojana ei pääsenud ta Holmogorõ kooli. Ettevõtlikku ja andekat noormeest see ei heidutanud. Koos kalavooriga sõitis ta Moskvasse ja astus seal kooli, varjates oma talupoeglikku päritolu. Raske oli poisil nii õppida. Isa ei jõudnud talle ülalpidamiskuludeks rohkem saata kui kolm kopeikat päevas. Hoolimata puudusest ja aadlike kaasõpilaste pilgetest õppis Lomonossov hästi. Pärast kooli lõpetamist võimaldati tal kui andekal õpilasel astuda toleleagmesse kõrgemasse kooli — teaduste akadeemiasse, kuhu harilikult võeti vastu ainult aadliku päritoluga õpilasi. Ka akadeemias töötas Lomonossov väga edukalt ja teda saadeti koos kolme

parima lõpetajaga hariduse jätkamiseks välismaale. Neli aastat töötas Lomonossov välismaal parimate teadlaste juhtimisel, õppides esijoones matemaatikat ja keemiat. Pärast Venemaale tagasijõudmist sai Lomonossov akadeemia professoriks ja hiljem esimeseks vene akadeemikuks.

Lomonossov tegi rea tähtsaid avastusi teaduste alal. Tal on ühtlasi suuri teeneid vene kirjakeele kujundamisel. Tema algatusel avati a. 1755 Moskvas esimene vene ülikool.

Lomonossovi elulugu näitab, kui suurte raskustega tuli tsaariga Venemaal lihtsal tööinimesel võidelda hariduse omandamiseks. Ühtlasi õpime tema eluloost, kuidas kindel tahtmine ka raskeimates oludes aitab eesmärgile jõuda. Nõukogude Liidus soodustatakse igati andekate noorte õppimist ja luuakse neile selleks parimad tingimused.

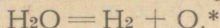
\* \* \*

Kõik keemilised nähtused alluvad aine säilivuse seadusele. Ühegi keemilise reaktsiooni puhul pole ilmnenud sellest osa võtnud ainete kaalu muutumist. Aine ei kao ega teki, ta vaid muundub. See on looduse tähtsaim seadus. Kui pealiskaudsel vaatlemisel näibki vahel ainet kaduvat või juurde tekkivat, siis tõestavad täpsemad tähelepanekud peagi, et esialgu jäid arvestamata mõned ained, mis reaktsioonist osa võtsid.

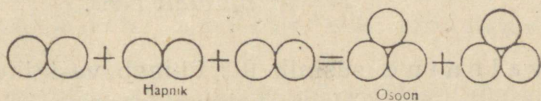
See looduse põhiseadus tõestab veelkordselt, et looduses midagi ei kao jäljetult ega teki mitte millestki. Materiat, millest koosneb maailm, pole loonud ega kujundanud mingi jumalus, vaid aine — materia oleleb igavesti ja kõik loodusnähtused on materia liikumise avaldused.

Selle seaduse põhjal saab iga keemilist reaktsiooni kujutada võrrandina, milles vasak pool näitab reaktsiooni lähteaineid ja parem pool — reaktsiooni tulemusena saadud aineid. Iga elemendi aatomite arv vasakul poolel võrdub sama elemendi aatomite arvuga paremal poolel. Ükski aatom ei teki ei millestki ega kao jäljetult.

Nii võime vee lahutamist märkida järgmiselt:



Süsiniku põlemise reaktsiooni võrrand on:  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ . Nüüd leiame seletuse ka niisugusele nähtusele nagu hapniku muundumine ozooniks ja vastupidi. Hapniku molekul koosneb kahest hapniku aatomist, ozooni molekulis on aga kolm hapniku aatomit. Hapniku muundumist ozooniks võime kujutada piltlikult järgmiselt:



Ozooni muundumisel hapnikuks lagunevad tema molekulid aatomiteks. Sellega ongi seletatav ozooni suur aktiivsus ühinemiseks teiste ainetega: vabad hapniku aatomid reageerivad energilisemalt kui hapniku molekulid.

**Elementide valents ja keemilised valemid.** Vesiniku ja kloori ühinedes ühineb üks vesiniku aatom ühe kloori aatomiga. Saame kloorivesiniku, mille molekul koosneb ühest vesiniku ja ühest kloori aatomist.

Vesiniku aatom üldse suudab siduda ainult ühe aatomi teiselt elemendilt, seepärast öeldakse, et vesinik on ühevalentne element. Samuti on ühevalentne see element, mille aatom ühineb ainult ühe vesiniku aatomiga. Kloorivesinikus on ka kloor ühevalentne element. Seda võib märkida nii:  $\text{H}-\text{Cl}$  (lühidalt  $\text{HCl}$ ).

Ühevalentsed on veel metallid naatrium ( $\text{Na}$ ), kaalium ( $\text{K}$ ). Üks naatriumi aatom ühineb samuti ühe kloori aatomiga keedusoola molekuliks ( $\text{NaCl}$ ).

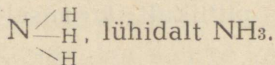
Kahevalentse elemendi aatom seob kaks vesiniku või mõne teise ühevalentse elemendi aatomit. Hapnik on kahevalentne, sest tema aatom ühineb ühevalentse vesiniku kahe aatomiga veeks. Seda võime märkida nii:  $\overset{\text{H}}{\text{H}} > \text{O}$  ehk  $\text{H}-\text{O}-\text{H}$  (lühidalt  $\text{H}_2\text{O}$ ).

\* Vaata valemite seletus viimasel leheküljel.

Kahevalentsed on veel metallid kaltsium (Ca), magneesium (Mg). Kaltsiumi aatom ühineb kahe kloori aatomiga kloorkaltsiumiks:  $\text{Ca} < \begin{smallmatrix} \text{Cl} \\ | \\ \text{Cl} \end{smallmatrix}$  (lühidalt  $\text{CaCl}_2$ ), kuid ta suudab siduda ainult ühe hapniku aatomi:  $\text{Ca}=\text{O}$  ehk  $\text{O}$  ( $\text{CaO}$ , kustumata lubi).



Kolmevalentse lämmastiku (N) ühend vesinikuga on ammoniaak:



Neljavalentne süsinik (C) ühineb vesinikuga soogaasiks:  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array} > \text{C} < \begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$  ehk  $\text{CH}_4$ , ja kahevalentse hapnikuga (O) süsihappe-gaasiks:  $\text{O}=\text{C}=\text{O}$  ( $\text{CO}_2$ ).

Elemendi valentsiks nimetatakse arvu, mis näitab, mitu vesiniku või teise ühevalentse elemendi aatomit seob endaga üks elemendi aatom.

Mõne elemendi valents on kõikuv. Süsinik näiteks on ühendites  $\text{CO}_2$  ja  $\text{CH}_4$  neljavalentne, ühendis  $\text{CO}$  (vingugaas) aga kahevalentne:  $\text{C}=\text{O}$  (ehk  $\begin{array}{c} \text{O} \\ | \\ \text{C} \end{array}$ ,  $\text{CO}$ ).

Teades elementide valentsi, saame täpselt üles märkida liitainete koostist valemina, nagu näidatud.

Niisamuti saame kujutada keemilisi reaktsioone võrranditena.

Sõe põlemine:  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ , vee lahutamine:  $\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{O}$  jne.

**Aine koostise püsivuse seadus.** Väävelraua saamisel ühinesid väävel ja raud kaalulises vahekorras 4:7.

Lagundades vett elektrivoolu abil ja kaaludes saadud gaaside hulka leiame, et vabanenud H ja O kaaluline vahekord on alati 1 : 8. Põlemisel ühineb vesinik hapnikuga samas kaalulises vahekorras. Kui võtta vesinikku rohkem, aga hapnikku muutmatul hulgal, jääb osa vesinikku vabaks.

Süsinik ühineb hapnikuga süsihappe-gaasiks vahekorras 3 : 8.

Mõned elemendid annavad ühinedes enam kui ühe liit-aine. Tunneme vesinikülihapendit  $H_2O_2$ . Siin on vesiniku ja hapniku kaaluline vahekord 1:16. Vingugaasis (CO) on hapnikku 4, süsinikku 3 kaaluosa.

Missuguseid liitaineid ka võtta, nende koostist uurides näeme, et liitaine elementide kaaluline suhe on muutmatu ja püsiv, ehk: liitaine koostis on püsiv.

Selle seaduse avastas inglise teadlane Dalton XIX sajandi algul.

#### Ulesandeid.

1. Kirjutada kloorvesiniku saamise valem.
2. Kirjutada kloorkaaliumi valem.
3. Kirjutada pauksaasi põlemise võrrand.
4. Kirjutada elavhõbedahapendi lagunemise võrrand. Määrata elavhõbeda valents selles ühendis.
5. Kirjutada valemina hapniku saamine Berthollet' soolast ( $KClO_3$ ).

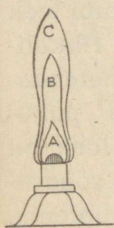
### Hapendumine.

**Põlemine.** Aine ühinemist hapnikuga nimetatakse hapendumiseks ehk oksüdeerumiseks. Kiire hapendumine ühenduses kõrge kuumuse tekkimisega on põlemine. Gaasi-

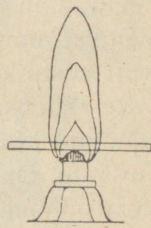
lised või gaasideks muutuvad ained põlevad leegiga (vesinik, steariin, piiritus, petrooleum), ained, mis põledes ei gaasistu, hõõguvad (süsi).

Piirituslambi leeki vaadeldes näeme temas üleval kollakat (B), all sinakat ja allpool sees tumedamat kihti (A). Leeki ümbritseb vaevalt märgatav kiht (C), mida ülemises osas on kergem tähele panna.

Pistame peenikese puutüki risti

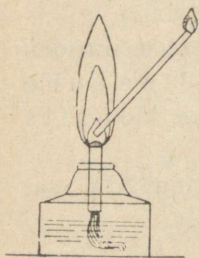


Joonis 18.  
Piiritus-  
lambi  
leek.



Joonis 19.  
Tikk piiri-  
tuslambi  
leegis.

läbi leegi alumise osa. Niipea kui ta tumenema hakkab, tõmbame ta tulest välja. Näeme, et tikk on söestunud kahes kohas, mis vastavad leegi väliskihile. Seega on leegi välimine osa kõige kuumem.



Joonis 20.  
Piirituse auru  
põlemine.

Juhime pintseti abil leegi alumisse tumedasse ossa klaastorukese. Kui toru ülemisele otsale läheneme põleva tikuga, tekib seal väike leegike: põlevad leegi seesmisest osast toru mööda väljuvad piirituse aurud, mis seal hapniku puudumisel põlemata jäid. Kui tõstame toru alumise otsa leegi ülemisse ossa, kustub tuli toru ülemises otsas.

Need katsed näitavad, et leegi seesmisel osal on piirituse aurud, mis põlevad välises kihis, kus on küllaldaselt hapnikku. Kõige välises kihis on kuumad põlemisproduktid.

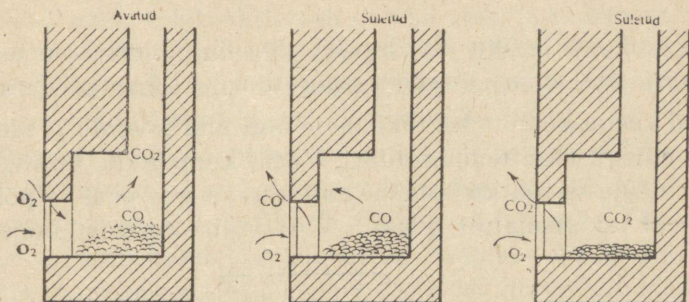
Küünlaleek erineb piirituslambi omast sellepoolest, et ta helendab. Millest see tuleb?

Hoiame küünlaleegi ülemises osas mõnda külma eset, näit. klaaspulgakest. Ta kattub söeosakestega, tahmaga. Helendavad söeosakesed annavadki küünlaleegile tema valguse.

Nüüd on selge, mis pärast küünla ja petrooleumlambi leek valgust annavad. Steariin ja petrooleum sisaldavad rikkalikult süsinikku, mis leegi keskmises osas eraldub helendavate söeosakestena. Küllaldase õhu juurdevoolu puhul põlevad kõik söeosakesed leegi välises osas ja leek on suitsuta. On aga õhu juurdevool puudulik, jääb osa söeosakesi põlemata ning leek suitseb (vabalt põlev petrooleum, õlid, puu). Piirituses on vähe süsinikku (53%), mistõttu tema leek ei suitse.

Puuduliku õhu juurdevoolu puhul tekib põlemisel *karbonyl* ehk *vingugaasi* (CO), mis on väga mürgine, sest ta

ühineb vere hemoglobiiniga ja takistab vere rikastumist hapnikuga. Juba 1% karmu toa õhus mõjub surmavalt. Seejärest tuleb ahju kütmisel olla ettevaatlik, et karmu tупpa ei tungiks. Kui ahju siiber sulgeda enne põlemise lõppemist,



Joonis 21. Vingu- ja süsihappe-gaasi tekkimine ahju kütmisel.

tungib ahjus tekkiv karm ukse vahelt tупpa. Vingugaas põleb sinaka leegiga. Kui seda enam süte kohal pole märgata, alles siis võib ahju sulgeda.

Ka valgustusgaas sisaldab vingugaasi. Tema tarvitamine nõuab ettevaatust. Kraani ei tule enne avada, kui tikutuli ava juurde on juhitud. Pärast gaasi tarvitamist suletakse kraan alati täielikult.

Selleks, et aine põlema hakkaks, peab ta temperatuur tõusma süttimistemperatuurini. Puit näit. süttib  $270^\circ$ , süsi  $350^\circ$ , bensiin  $350^\circ$ , vesinik  $600^\circ$  juures.

Kergesti aurustuvad



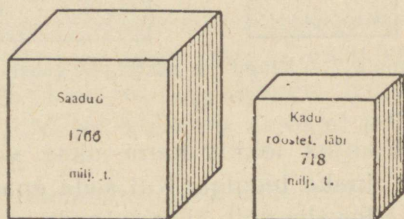
Joonis 22. Põlevate riiete kustutamine.

ained (bensiin, piiritus, eeter) on väga tuleohtlikud, sest et nende aurude segu õhuga kiiresti süttib ja võib kergesti plahvatada. Kuna nad aurustudes täidavad kogu ruumi, kus neid tarvitatakse, siis ei tohi niisuguses ruumist lahtist tuld teha.

Kui katkestada õhu juurdepääs või viia põleva aine temperatuur alla tema süttimistemperatuuri, lakkab põlemine.

Tuld veega kustutades takistame õhu juurdevoolu ja alandame põleva aine temperatuuri. Veest kergemaid, põlevaid õlisid ei saa veega kustutada: nad ujuvad vee peal ja põlevad seal takistamatult edasi. Vesi võib õnnetust koguni

Joonis 23. 1890.—1923. a. toodetud ja roostetamise läbi kaotsi läinud metalli hulk.



suurendada, sest ta kannab põlevat õli laiali. Põlevat õli, bensiini, peab lämmatama, takistades õhu juurdevoolu. Selleks raputatakse tulele liiva, tuhka või kaetakse tuli paksema märja riidega. Ka põlema süttinud riideid kustutatakse, visates neile paksem vaip.

**Pikaldane põlemine.** Ka mädanemine ja kõdunemine on hapendumine. Nende puhul ühineb aga aine hapnikuga aeglaselt ja soojust vabaneb vähe. Seepärast nimetatakse aine aeglast ühinemist hapnikuga ka pikaldaseks põlemiseks. Pikaldane põlemine on ka hingamine: keha kudedes ühineb hapnik süsinikuga, tekib süsihappegaasi ja vett ning vabaneb soojust.

Kõdunemisel vabanevat soojust kasutatakse lavades, kus varakevadel kasvatatakse aedvilja taimi. Lava põhja mullakihi alla pannakse paks kiht sõnnikut, mis kõdunedes soo-

jendab lavamulda altpoolt. See on eriti tähtis öösel, mil puudub soojendav päike.

Hapendumiseks nimetatakse harilikult ka raua r o o s t e t a m i s t, kuigi see pole raua ühinemine ainult hapnikuga: reaktsioonist võtab aktiivselt osa ka vesi, ja rooste on rauahapend (oksüüd), mis sisaldab ka vett ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ). Roostetamine toob määratud majanduslikku kahju, seepärast võitleb iga teadlik nõukogude töötaja tema vastu.

Selleks tuleb tööriistad, masinad või relvad pidada puhtad ja kuivad ning hoida nende poleeritud pindasid kriimustuste eest, kus harilikult algab roostetamine. Pikemaks ajaks seisma pandavad tööriistad kaetakse õliga. Kui võimalik, värvitakse metallesemeid õlivärviga või emailitakse, et takistada hapniku juurdepääsu. Niisamuti kaetakse metalle teiste metallidega, mis ei ühine hapnikuga (tinutamine, nikeldamine, hõbetamine, kuldamine).

#### Ülesandeid.

1. Missugused ained põlevad leegiga, leegita?
2. Kirjutada söe põlemise võrrand.
3. Mispärast piirituslambi leegi väliskihi temperatuur on kõrgem kui seesmisel?
4. Kumb sisaldab rohkem süsinikku, steariin või piiritus?
5. Millest tuleb küünlatule valgus?
6. Nimetada mõni madalam, kõrgem süttimistemperatuur.
7. Kuidas kustutada petrooleuminõus tekkinud tuld?

#### Õhk.

**Õhkkond.** Meid ümbritseb igalt poolt õ h k. Õhk on väga kerge ja liikuv. Kui maapinnast kõrgemale tõusta, jääb õhk ikka hõredamaks ja hõredamaks. Maakera ümber oleva õ h k k o n n a ehk a t m o s f ä ä r i kõrgus on umbes 300 km. Ka kõrgemal sellest on õhku, aga väga vähe. Meie ilmade muutused sünnivad aga ainult maapinna läheduses, umbes 11 km paksuses õhkkonna kihis.

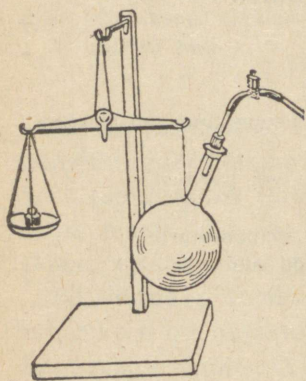
Hoolimata suurest kergusest on õhul siiski raskus (kaal). Seda näitab järgmine katse.

Imeme keedupudelist läbi toru nii palju õhku välja kui suudame, ja suleme näpitsa abil toru õhukindlalt. Nüüd tasakaalustame keedupudeli kaaludel. Näpitsa avamisel tungib õhk vihisedes keedupudelisse ja tasakaal muutub: pudel on läinud raskemaks, sest temasse tungis õhku.

Täpsemad mõõtmised näitavad, et 1 liiter õhku kaalub 1,3 grammi.

Õhk lahustub vees. Mida külmem on vesi, seda rohkem lahustab ta õhku. Külma vett sooja tuppä tuues või vett soojendades näeme veenõu seintele kogunevat õhümullikesi. Kui vett soojendada kuni keemiseni, kaotab ta kogu lahustunud õhu.

Vees lahustunud õhku tarvitavad hingamiseks kalad ja teised veeloomad.



Joonis 24.

Õhu kaalumise.

**Õhu koostis.** Teame, et õhk on lämmastiku ja hapniku segu. Nüüd teeme veel järgmise katse.

1. Valame lameda põhjaga klaasvanni või lameda põhjaga supitaldrikusse lubjaveet. Asetame vette põhjata laiasuulise pudeli. Selle korgi külge kinnitame traadi abil piiritusse kastetud puuvillatopi. Süütame puuvilla põlema ja torkame pudelisse, sulgedes selle suu korgiga õhukindlalt.

Põlemisel tekkiv süsihappe-gaas ühineb lubjaveega ja pudelisse jääb lämmastik, mida on ligikaudu  $\frac{4}{5}$  endisest mahust.

2. Pistame põleva pirru pudelisse. Ta kustub otsekohe.

3. Katsetame uue lubjaveega, kas saadud gaas pole süsihappe-gaas. Näeme, et õhk koosneb peamiselt hapnikust ja lämmastikust. Esimest sisaldab ta ligikaudu 21%, teist 78% mahu järgi. Vähemal määral on õhus veel süsi-

happe-gaasi (0,03—0,04%) ja mõningaid teisi gaase, mida nimetatakse inertseteks, sest nad ei anna keemilisi ühendeid teiste ainetega. Enam tuntud neist on heelium, mida kasutatakse õhupallide täitmiseks, sest ta on väga kerge (ainult kaks korda raskem vesinikust) ja pole tuleohtlik.

Õhus hõljub veel tolmuterakesi ja mikroorganisme, mille hulk on suur linnades ja tunduvalt väiksem haljas metsas.

#### Ulesandeid.

1. Kui palju kaalub 1 kuupmeeter õhku?
2. Mitu korda on õhk veest kergem?
3. Kuidas saab tõestada, et õhk sisaldab hapnikku?
4. Missugused lämmastiku ja hapniku omadused võimaldavad saada õhust lämmastikku?
5. Mispärast loetakse õhku hapniku ja lämmastiku seguks, aga mitte nende keemiliseks ühendiks?
6. Missuguseid tervisele kahjulikke lisandeid leidub õhus?

#### Lämmastik (Nitrogenium — N).

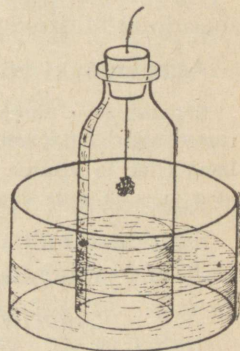
Lämmastik on tähtsam õhu koosteaaine. Kordame katset, mille korraldasime õhu koostise selgitamiseks.

Katsetame, kas lämmastikul on lõhna või maitset.

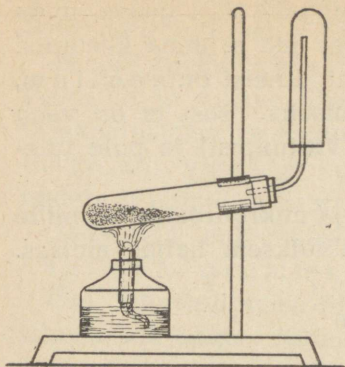
Jätame pudeli mõneks ajaks korgita seisma ja pistame siis põleva pirru pudelisse. Ta ei kustu.

Lämmastik on värvita, lõhnata ning maitseta gaas. Õhust on ta natuke kergem (1 liiter lämmastikku kaalub 1,25 g).

Harilikul temperatuuril lämmastik ei ühine teiste ainetega. Kõrgel temperatuuril annab ta väga mitmesuguseid ühendeid. Seejuures on tema aatomi valents muutlik.

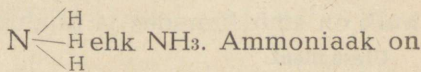


Joonis 25.  
Lämmastiku saamine.



Joonis 26. Ammoniaagi saamine.

Vesinikuga ühineb lämmastik elektrivoolu mõjul ammoniaagiks. Selles ühendis on seotud üks lämmastiku aatom ja 3 ühevalentset vesiniku aatomit. Niisiis on ammoniaagis lämmastiku aatom 3-valentne:



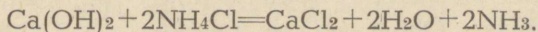
Ammoniaak on omapärase terava lõhnaga gaas, mis väga suurel hulgal lahustub vees: toatemperatuuril lahustub ühes liitris vees 1150 liitrit ammoniaaki. Ammoniaagilahust kutsutakse nuusk-

piirituseks ehk ammoniaakveeks. Ta värvib punase lakmuse siniseks, sest temas leidub ammoonium-hüdroksüüdi, millel on leelise omadused:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{OH}$  (ammoonium-hüdroksüüd).

Ammoniaaki võime saada ka järgmisel teel.

Segame 20 g rauapulbrit, 3 g seebikivi ja 1 g kaaliumsalpeetrit, hõõrume segu hästi peeneks ja kuumutame katseklaasis. Segust eralduvad lämmastik ja vesinik ühinevad ammoniaagiks  $\text{NH}_3$ . See on õhust kergem gaas ja seda saame koguda kummuli keeratud katseklaasi.

Suuremal hulgal saadakse ammoniaaki kustutatud lubja  $\text{Ca(OH)}_2$  ja salmiaagi  $\text{NH}_4\text{Cl}$  soojendamisel:



Ammoniaakvee vesilahuses esinevat aatomiterühma  $\text{NH}_4$  kutsutakse ammooniumiks. Ammooniumi ühend klooriga  $\text{NH}_4\text{Cl}$  on salmiaak, mida tarvitatakse metallide jootmisel, riide värvimisel, arstimate valmistamisel.

Süsihapu ammoonium  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  on küpsetuspulbrite tähtsaim koosteine.

Hapnikuga annab lämmastik mitu ühendit.

Kõrgepingelise elektrivoolu sädemete mõjul ühineb ta hapnikuga värvituks gaasiks (NO — lämmastikuhapend). Edasi liitub selle ühendiga veel hapnikku ja tekib lämmastik-kahelishapend NO<sub>2</sub>. See on punakaspruun mürgine gaas. Veega ühinedes annab ta lämmastikhappe ja lämmastikushappe:

$2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3$  (lämmastikhape) +  $\text{HNO}_2$  (lämmastikushape).

Saadud lahus on maitsetult hapukas ja värvib sinise lakmuspaberi punaseks.

Niisugust ühendit kutsutakse happeks. Happed on ka väävelhape ja soolhape.

Kuna lämmastikhapet suuremal hulgal saadakse salpeetrist, siis kutsutakse teda salpeeterhappeks. Tšiili salpeeter, millest salpeeterhapet saadakse, on lämmastiku, naatriumi ja hapniku ühend.

Lahjendamata salpeeterhape söövitab paljusid aineid, eriti looma- ja taimekudesid. Teda tarvitatakse arstiteaduses. Suurel määral kasutatakse lämmastikhapet lõhkeainete (nitrotselluloos, püroksüliin jt.) valmistamiseks.

Juba Esimeses Maailmasõjas tarvitati selleks otstarbeks kuni 400 000 t tšiili salpeetrit aastas.

Peale selle tarvitatakse lämmastikhapet kunstväetise-, värvi- ja plastilise massi tööstuses.

Lämmastik on elusate organismide tähtsamaks koosteaineks. Valkained raku protoplasmas sisaldavad suurel määral lämmastikku. Loomad pole suutelised valke valmistama, vaid saavad neid taimtoiduna taimedelt. Õhus on lämmastikku küll mahu järgi  $\frac{4}{5}$ , kuid enamik taimi ei saa seda kasutada. Ainult liblikõielised suudavad mügarbakterite kaasabil lämmastikku siduda. Need bakterid elavad liblikõieliste taimede juurte mügarikes. Lämmastik koguneb neis salpeetrina. Seda valmistavad bakterid rohkem, kui

mügaraid kandvaile taimedele tarvis läheb. Nii rikastavad liblikõielised mulda lämmastikuühenditega.

Teised taimed saavad kasutada ainult mullas olevaid või sinna väetise näol antavaid lämmastikuühendeid.

Orgaaniliste ainete lagunemisel tekib ammoniaaki, mida tunneme juba lõhnast. Laudasõnnikuga viiakse see põllule. Mullas annab ammoniaak uusi lämmastikuühendeid, mida taimed juurte abil saavad omastada.

Lisaks laudasõnnikuna antavale täisväetisele, mis sisaldab kõiki taimede kasvuks vajalikke aineid, tuleb põllule anda osaväetisena üksikuid puuduvaid aineid.

Tähtsamaid lämmastikväetisi on salpeeter. Lõuna-Ameerikas Tšiili vabariigis saadav naatriumsalpeeter sisaldab 15—16% lämmastikku. **Ta lahustub vees ja on seetõttu taimedele kergesti kättesaadav.**

Hinnatavaks lämmastikväetiseks on veel väävelhapu ammoonium ehk ammooniumsulfaat  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , mis sisaldab kuni 20% lämmastikku.

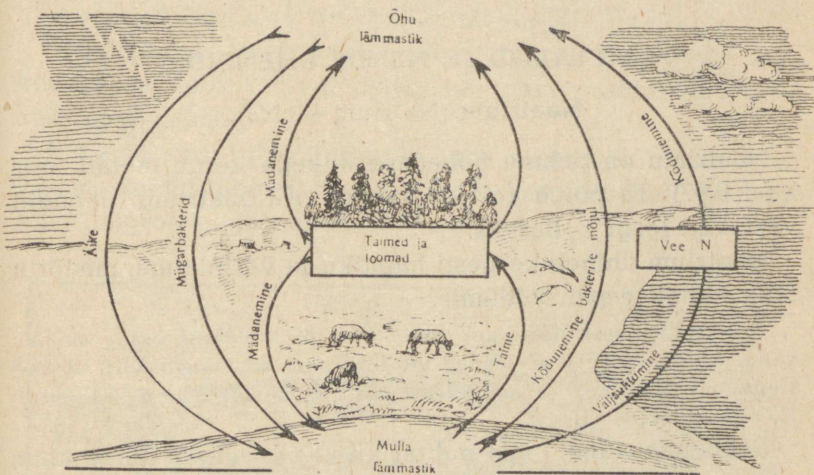
Keemiatööstuse arenedes on hakatud siduma õhulämmastikku teiste ainetega niisugusteks ühenditeks, mida taimed vahetult saavad omastada. Kõrgepingelise elektrivoolu mõjul tekkivast lämmastikuhapendist (NO) saadakse lämmastikhapet ( $\text{HNO}_3$ ), millest valmistatakse juba lämmastikväetisi.

Nõukogude Liidus saadakse lämmastikväetist lämmastiku sidumise teel õhust Berezniki, Stalinogorski ja teistes tehastes. Peale selle toodetakse teda koksikeemilisel teel veel Donbassis ja Kuzbassis. Lämmastikväetiste tööstust ei pidurdanud ka Suur Isamaasõda ja pärast sõja lõppu teeb ta veel suuremaid edusamme.

Lämmastikku puhtal kujul sai esmakordselt inglise keemik D. Rutherford XVIII sajandi lõpul.

Looduses on lämmastik alalises ringkäigus.

Taimed võtavad mullast ja osalt õhust lämmastikuühendeid ja töötavad need ümber orgaanilisteks aineteks. Loomad kasutavad taimede poolt valmistatud lämmastikku sisaldavaid valkaineid. Nende lagunemissaadused heidetakse looma kehast välja ja satuvad mulda. Lõppenud loo-



Joonis 27. Lämmastiku ringkäik looduses.

mad roiskuvad, taimed kõdunevad. Osa sel teel vabanevast lämmastikust jääb mullasse, kus ta uuesti taimede poolt omastatakse, osa tõuseb ammoniaagina õhku. Vihmaga tuuakse ammoniaak tagasi mulda. Õhu lämmastikku seovad mügarbakterid. Osa temast ühineb äikese ajal elektrisädemete mõjul hapnikuga, tungib koos vihmaveega mulda ja läheb taimedele toiduks. Välgud äikese ajal annavad tohutu hulga seotud lämmastikku (kogu Maakeral kuni 400 miljonit tonni aastas). Niiviisi seotud lämmastiku hulk ületab mitmekordselt kogu maailma lämmastikutoodangu.

## Ulesandeid.

1. Kuidas mõjutab põlemist ja hingamist õhus olev lämmastik?
2. Mis on salmiaak?
3. Kirjutada salpeeterhappe valem.
4. Millal kasutatakse nuuskiiritust arstimina?
5. Millest oleneb virtsa terav lõhn?
6. Kuidas antakse põllule rohelist väetist?
7. Nimetada tähtsamaid lämmastikväetisi.

## METALLID JA NENDE ÜHENDID.

### Naatrium (Natrium — Na).

Naatrium on pehme hõbedase läikega kerge metall (eri-kaal 0,97). Ta põleb kollase leegiga. Ka naatriumi ühendid värvivad leegi kollaseks.

Naatrium ühineb kergesti hapniku ja vesinikuga, mistõttu teda hoitakse petrooleumis.

Viskame tükikese naatriumi vette. Ta tõrjub veest osa vesinikku välja ja ühineb ise järelejäänud vesiniku ning hapnikuga (OH). Reaktsioon on tormiline, tema tulemusena tekib sööbenaatrium:  $H_2O + Na = NaOH + H$ .

Sööbenaatriumi, mis puhtal kujul on valge tahke aine, nimetatakse seebikiviks, sest ta on meie tähtsaima pesemisvahendi—seebi lähteaineks. Seebikivi mõjub paljudesse ainetesse sööbivalt. Ta „sööb“ riide, paberi ja naha läbi. Paljaste näppude vahel teda hoida ei või.

Seebikivi on tugev hapete siduja.

Kui seebikivi lahust rasvale lisada ja soojendada, lahustab ta rasva, ühinedes rasvahapetega ja andes nendega seebi.

Seebikivi vesilahusel on leelise (puutuhavee) maitse, ta tundub sõrmede vahel libedana ja värvib punase lakmuse siniseks.

Niisuguseid ühendeid nimetatakse alusteks. Sööbenaatrium on seega alus.

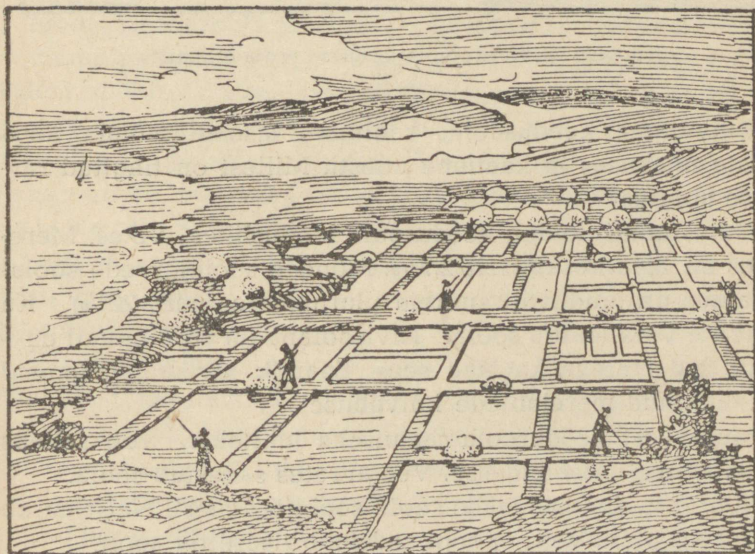
Paneme lahjendatud soolhappesse punase lakmuspaberi ja tilgutame sinna seebikivi vesilahust. Lakmuse värvus läheb ikka heledamaks ja muutub lõppeks lillaks. Kui nüüd lahust maitseme, tundub ta soolasena. Aurutame vee ära. Saame keedusoola:  $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ .

Teine naatriumi ühend on süsihapu naatrium ehk peesooda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), mida tarvitatakse seebikivi ja klaasi valmistamiseks, puuvillase ja linase riide pleegitamisel.

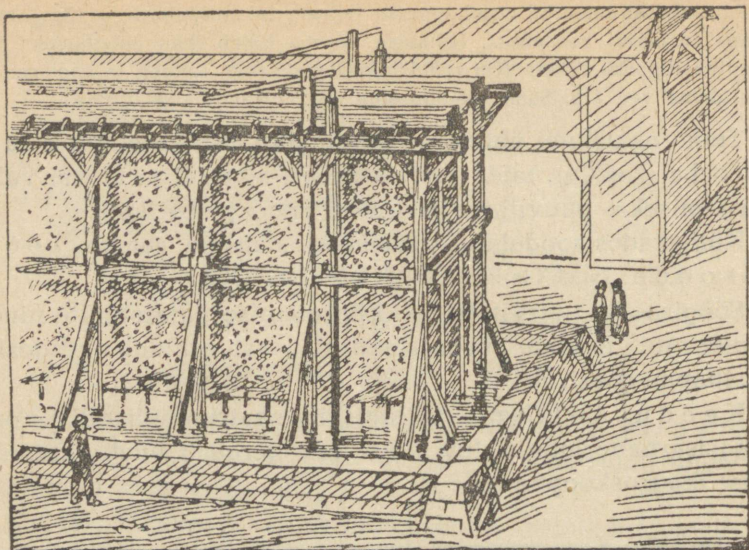
Küllastades soodalahust süsihappe-gaasiga, saame söögisooda:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3$ .

Söögisoodat tarvitatakse küpsetamisel ja arstimite ning kihisevate jookide valmistamisel: tast eraldub kergesti süsihappe-gaasi.

Keedusool ( $\text{NaCl}$ ) on tähtsaim naatriumiühend. Ta on klaasisarnane läbipaistev aine, mis kergesti imeb õhuniiskust (hügroskoopne aine).



Joonis 28. Keedusoola saamine mereveest.



Joonis 29. Keedusoola saamine soola-allikaist.

Kuivatame keedusoola, kaalume, laseme mõnda aega seista niiskuses ja kaalume uuesti. Millest on tingitud raskuse muutus?

Lahustunult leidub keedusoola looduslikes vetes. Merevees on teda keskmiselt 2,7%. Mõnede soolajärvede soolasisaldus on tunduvalt suurem (Surnumeres näit. 22%). Ka allikate vees leidub soola. Kivisoolana on teda kohati pakside lademetena ka maa sees. Enamik kivisoolalademeid on tekkinud merelahtede kuivamisel.

Mereveest keedusoola saamiseks juhitakse vett selleks valmistatud basseinidesse. Vee aurates sadestub soola.

Suurel hulgal saadakse soola soolajärvedest. Neist aurab suvel nii palju vett, et sool sadestub (isesettiv sool).

Soola-allikaist soola saamiseks lastakse vett läbi haovirnade alla niriseda. Seejuures aurab osa vett ära. Järelejää-

nud vesi koguneb haoriitade all olevasse basseini, kust ta uuesti üles pumbatakse. Seda korduvalt tehes võib soolasisaldust tõsta kuni 25%. Niiviisi saadud soolalahusest keedetakse sool lamedatel soolapannidel välja.

Nõukogude Liidus leidub keedusoola tohutul määral. Teda saadakse iseseetivalt Baskuntšaki ja Eltoni järvest, aurutatakse Solikamskis ja kaevatakse kivisoolana Artemovskis, Iletskis ja kauges Jakuutias.

Inimesele ja loomadele on keedusool vajalik toitaine. Teda kasutatakse toiduainete alalhoidmiseks, sest ta takistab pisikute ja seenekeste arenemist.

Suur tähtsus on keedusoolal tööstuses. Ta on lähteaineks sooda saamisel, temast saadakse seebikivi seebitööstustele, teda tarvitatakse õlide puhastamisel ehk rafineerimisel, ta on vajalik paberitööstuses ja annab glasuuri savitööstuses.

**Sooda.** Keedusoola järel on teine tähtsam naatriumiühend süsihapu naatrium ehk  $\text{p e s u s o o d a } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . See valem näitab, et pesusooda (süsihapu naatriumi) molekul on seotud 10 vee molekuliga (nn. kristallvesi). Pesusooda on kristalne läbipaistev aine, mis õhu käes seistes pinnalt valgeks muutub, sest ta annab ära osa temaga ühinenud kristallveest. Soodat saadakse Nõukogude Liidus Kaspia merest ja valmistatakse keedusoolast. Sooda lahustub kergesti vees, lahusel on leelise omadused ja ta värvib punase lakmuspaberi siniseks.

Kui soodalahuses rasvast lappi keeta, läheb see puhtaks. Seepärast kasutatakse soodat majapidamises eriti rasvaste esemete ja nõude pesemisel. Sooda sadestab allika- ja kaevuvees lahustunud lubjasooli. Seda sooda omadust kasutatakse kareda pesuvee pehmeks muutmiseks.

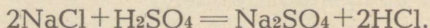
Tööstuses tarvitatakse soodat seebikivi, klaasi ja paberi valmistamisel, puuvillase ning linase riide pleegitamisel.

Küllastades soodalahust süsihappe-gaasiga, saame

s ö ö g i s o o d a :  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3$  (söögi-  
sooda).

Söögisoodat tarvitatakse küpsetamisel ja arstimate ning kihisevate jookide valmistamisel: tast eraldub kergesti süsi-  
happe-gaasi.

**Glaubrisool.** Väävelhappe ja naatriumi ühinemisel tekib  
väävelhappu naatrium ehk g l a u b r i s o o l :



Vesilahuses tekkinud glaubrisoola molekul sisaldab ka  
kristallvett:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

Glaubrisool on läbipaistev kristalne aine. Teda saadakse  
mineraalallikate veest ja ka maa seest soolalademeist. Nõu-  
kogude Liidus leidub glaubrisoola määratul hulgal Kara-  
Bogazi lahes. Glaubrisoola tarvitatakse arstimate ja kloori  
valmistamisel.

**Salpeeter.** Ühendit  $\text{NaNO}_3$  nimetatakse naatriumsalpeet-  
riks, harilikult ka t š i i l i s a l p e e t r i k s, sest teda leidub  
suurte lademetena Tšiilis. Ta on tähtsaim mineraalväetis,  
andes põllule taime kasvamiseks vajalikke lämmastiku-  
ühendeid.

Keemiliselt saame naatriumsalpeetrit lämmastikhappe ja  
sööbenaatriumi reageerimisel:  $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 +$   
 $+ \text{H}_2\text{O}$ . Seega on naatriumsalpeeter lämmastikhappu naat-  
rium (lämmastikhappe naatriumsool).

### **Kaalium** (Kalium — K)

Kaalium sarnaneb väliselt naatriumiga. Tema suure tungi  
pärast ühineda hapniku ja vesinikuga hoitakse teda petroo-  
leumis. Erikaal 0,86.

Kui tükike kaaliumi vette visata, tekib sama reaktsioon,  
mida nägime naatriumi puhul:  $\text{K} + \text{H}_2\text{O} = \text{KOH} + \text{H}$ , saame  
sööbekaaliumi.

Söökbe kaaliumi ehk kaaliumi seebikivi vesilahusel on samad omadused mis sööbenaatriumilgi. Nad mõlemad maitsevad leelisena, tunduvad sõrmede vahel libedana ja värvivad punase lakmuse siniseks. Peale metalli sisaldavad nad veel hapniku ja vesiniku ühendit, mis jäi järele veest vesiniku väljatõrjumisel ja mida seepärast kutsutakse vesijäägiks (OH).

Söökbekaalium ja sööbenaatrium on alused.

Kokkuvõttes võime öelda:

Niisuguseid ühendeid, millede vesilahused maitsevad leelisena, tunduvad sõrmede vahel libedana ja värvivad punase lakmuse siniseks, nimetatakse alusteks. Neis on metall ühinenud hüdroksüülrühmaga (OH).

Vaadeldes veel kord aluste valemeid: NaOH, KOH, võime lühidalt öelda: alus on metalli ja hüdroksüüli ühend.

Aluse vesilahust nimetatakse leeliseks ehk alkaaliks.

Söökbekaalium ja sööbenaatrium lahustuvad vees hästi.

Aluse ja happe vastastikusel reageerimisel tekib sool.

Eespool nägime keedusoola tekkimist. Niisamuti tekib kaaliumi seebikivi vesilahuse ja soolhappe vastastikusel reageerimisel kloorkaalium:  $\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ .

Alused sisaldavad peale metalli veel vesijäägi.

Soolad sisaldavad metalli ja metalloidi.

Kaaliumi ühendeist tunneme kloorhaput kaaliumi ehk Berthollet' soola  $\text{KClO}_3$ , mida kasutasime hapniku saamiseks.

Berthollet' soola tarvitatakse lõhkeainete ja arstimite valmistamiseks.

Exhib. only. Tallinn

Lõhkeainena on ta väga kardetav, sest ta plahvatab väiksemagi hõõrdumise või põrutuse puhul.

Kaalium on taimedele vajalik toitaine. Tema ühendeid leidub mullas, kuid mitte alati piisaval määral. Kunstväetisena antakse teda põllule kainiidi ja kaalisoolana. Kaaliumi sisaldab ka laudasõnnik ja puutuhk, eriti kasepuu oma, mida seepärast kogutakse ja kasutatakse põllurammuna.

Aianduses tarvitatakse nitrofoska sisaldab peale kaaliumi veel fosforhapet, lupja ja ammoniaaki. Seega on ta taimetele täisväetiseks.

Kaaliumsalpeetrit ( $\text{KNO}_3$ ) saadakse tšiili salpeetrist, mõjutades seda kloorkaaliumiga:



Kaaliumsalpeeter on lämmastikhapu kaalium (lämmastikhappe kaaliumsool).

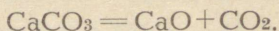
Looduses leitakse teda Indias, Egiptuses ja Ungaris. Kaaliumsalpeetrit tarvitatakse püssirohu valmistamiseks, milleks segatakse 75 kaaluosa salpeetrit 15 kaaluosa söepulbri ja 10 kaaluosa väävlipulbriga.

### Kaltsium (Calcium — Ca).

Ehedana kaltsium looduses ei esine. Küll leidub aga suures hulgal tema ühendeid. Tuntuimad neist on lubjakivi ja kips.

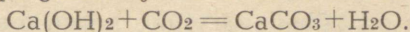
Lubjakivi (marmor, paas, kriit) on süsihapu kaltsium ( $\text{CaCO}_3$ ), kips — väävelhapu kaltsium ( $\text{CaSO}_4$ ).

Lubjakivi kuumutamisel lubjaahjus lahkub temast süsihappegaas ja tekib põletatud ehk kustumata lubi:



Kui kustutamata lubjale valada vett, tekib kõrge kuumus ja saame kustutatud lubja:  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ .

Vee ja liivaga segatult kasutatakse kustutatud lupja sideainena müüride tegemisel. Kuivades võtab krohv õhust süsihappe-gaasi ja muutub uuesti lubjakiviks:



Vee ja lubja segu — l u b j a p i i m a tarvitatakse seinte lupjamiseks. Hävitades pisikuid, on ta seejuures desinfektiooni-vahendiks.

Kips sisaldab väävelhapu kaltsiumiga seotult vett ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Kuumutamisel see eraldub. Saame põletatud kipsi, mida tarvitatakse kujude ja seesmiste seinailustuste valmistamiseks.

Kõrges kuumuses muutub kips ehituskipsiks, mis kõvastub küll aeglaselt, aga annab väga tiheda ja vastupidava massi.

#### Ulesandeid.

1. Nimetada naatriumi, kaaliumi, kloori ühiseid omadusi.
2. Nimetada tähtsamaid naatriumi, kaaliumi, kaltsiumi ühendeid.
3. Nende kasutamisest.
4. Nimetada happe omadusi.
5. Mida nimetatakse aluseks?
6. Kuidas tekib sool?
7. Nimetada naatriumi, kaaliumi, kaltsiumi sooli.
8. Mille poolest erineb naatriumi seebikivi kaaliumi seebikivist?
9. Sooda ja söögisooda erinevused.
10. Mille poolest erineb kips lubjast?
11. Mis vahe on lubja põletamisel ja kipsi põletamisel?
12. Mis põhjustab müürilubja kõvastumist?
13. Millel põhjeneb kipsi kõvastumine?
14. Mispärast on vanad müürid väga tugevad?

#### Alumiinium (Aluminium — Al).

Metallidest leidub alumiiniumi looduses kõige rohkem. Maakooses sisaldub teda 7<sup>0</sup>%. Alumiinium kuulub põldpaos, savide ja boksiitide koostisse. Peamiseks maagiks, millest saadakse alumiiniumi, ongi b o k s i i t. See on vett sisaldav alumiiniumi hapend ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Nõukogude Liit on rikas boksiitidest. Eriti palju boksiiti leidub Leningradi oblastis, Uuralis ja Siberis. Alumiiniumi saadakse boksiidist tugeva elektrivoolu abil.

Alumiinium on hõbedavärviline kerge metall. Tema erikaal on 2,7 ja sulamistemperatuur 660°. Puhas alumiinium on pehme, teda saab õhukeseks plekiks taguda ja traadiks venitada. Ta juhib hästi elektrivoolu. Õhus kattub alumiinium õhukese hapendikorruga, mis kaitseb metalli edasise hapendumise eest. Happeis ja alustes lahustub ta kergesti. See piirab puhta alumiiniumi tarvitamist tööstuses. Temast valmistatakse köögiriistu, masinate, auto- ja lennukiosi, elektrijuhtmeid.

Alumiiniumi sulamid on kõvemad ja vastupidavamad. Tähtsaim neist — duralumiinium<sup>1</sup> — on alumiiniumi ja magneesiumi sulam vähese vase- ja mangaani-lisandiga. Oma kerguse ja vastupidavuse tõttu on duralumiinium asendamatuks metalliks auto- ja lennukitööstuses.

Alumiiniumi õpiti tundma võrdlemisi hiljuti. Esimest korda sai puhast alumiiniumi keemik Wöhler aastal 1827 ja Pariisi maailmanäitusel aastal 1855 näidati alumiiniumi haruldusena. 1941. a. toodeti aga alumiiniumi juba 1 200 000 t (sellest Nõukogude Liidus 90 000 t), ja praegu loetakse teda täie õigusega tuleviku metalliks. Stalinliku 4. viisaastaku plaani järgi tõuseb alumiiniumi tootmine Nõukogude Liidus 1950. a. kahekordseks, võrreldes 1941. aastaga.

Teiste metallide oksüüdidega segatult võtab alumiinium neilt põledes hapniku ja taandab metalli. Kui alumiiniumipulbri ja raua oksüüdi segu süüdata magneesiumilindiga, taandab alumiinium raua:



Seejuures tekib kõrge kuumus (kuni 3000°), milles raud

---

<sup>1</sup> *dura* — ladina keeles kõva.

sulab. Seda segu nimetatakse termiidiks. Termiiti kasutatakse keevitamisel ning temaga täidetakse süütepomme.

#### Ulesandeid.

1. Mispärast alumiinium õhu käes peaaegu ei muutu?
2. Missugused alumiiniumi omadused teevad ta kasutatavaks a) auto- ja lennukitööstuses, b) elektrotehnikas, c) sõjatööstuses?
3. Nimetada tähtsamaid alumiiniumi sulameid ja nende omadusi.

### Raud (Ferrum — Fe).

**Raud looduses.** Raud on levinumaid metalle. Seni uuritud maakerakoore koostises leidub rauda 5%. Oletuste järgi koosneb maakera sisemus peamiselt rauast. Raud on vajalik taimedes leherohelise tekkimiseks. Selleks saavad taimed rauasooli mullast. Taimede kaudu saab ka looma organism rauda, mis on hemoglobiini oluliseks koostaineks. Ehedalt leidub rauda väga harva, peamiselt meteoriitides ja Gröönimaal basaldis (basalt on tumeda värvusega kivim). Nagu enamik teisi metalle, esineb ka raud looduses ühinevalt teiste ainetega. Neid looduses esinevaid ühendeid, mida kasutatakse metallide saamiseks, nimetatakse maaki-  
d e k s.

Tähtsamad rauamaagid on:

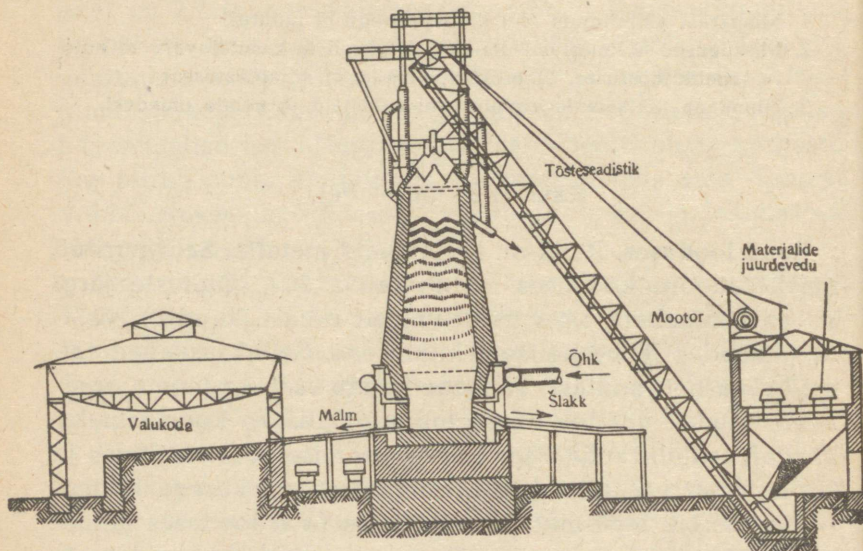
magnetiliste omadustega must magnetrauamaak ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), mis kohati moodustab terveid mägesid (Uuralis ja Skandinaavias);

punane rauamaak ehk hematiit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), mida kut-  
sutakse punaseks seepärast, et temaga mööda vööpamata  
portselani tõmmates saame punase joone;

pruun rauamaak ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) annab pruuni joone;

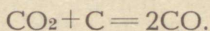
kollakaspruun rauapagu ehk sideriit ( $\text{FeCO}_3$ , süsi-  
hapu raud).

**Malmi ja terase tootmine.** Et rauamaakidest rauda saada, seks kuumutatakse neid söega või koksiga. Neis sisalduv süsi ühineb rauamaagi hapnikuga ja taandab maagist metalli. See teostub kõrgahjus.



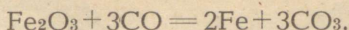
Joonis 30. Kõrgahi.

Kõrgahjud on kuni 35 meetri kõrgused tulekindlast materjalist ehitised. Kõrgahju puistatakse ülalt kihiti kord koksi, kord maaki. Maagile lisatakse veel lubjakivi ja liiva. Sulades hõlbustavad need metalli eraldumist maagist. Pärast ahju täitmist süüdatakse koks alt põlema ja tugevate pumpane abil juhitakse pressitud õhk ahju. Nii tekib kõrge kuumusega koksituli. Söe või koksi põledes tekib süsihappegaasi ( $\text{CO}_2$ ), mis hõõguvaist sütest läbi tungides muutub süsinikuhaependiks:



Tungides läbi kuuma rauamaagi-kihi, ühineb süsiniku-

hapend selle hapnikuga ja taandab maagist raua:



Tekkivas kõrges kuumuses sulab raud, osa sütt lahustub sulas rauas; liiv ja lubjakivi ühinevad maagi lisanditega räbuks ehk šlakiks, mis kergemana jääb sula metalli pinnale. Kõrgahju alumises osas oleva avause kaudu lastakse sula metalli aeg-ajalt välja ja juhitakse savirennisid mööda vormidesse.

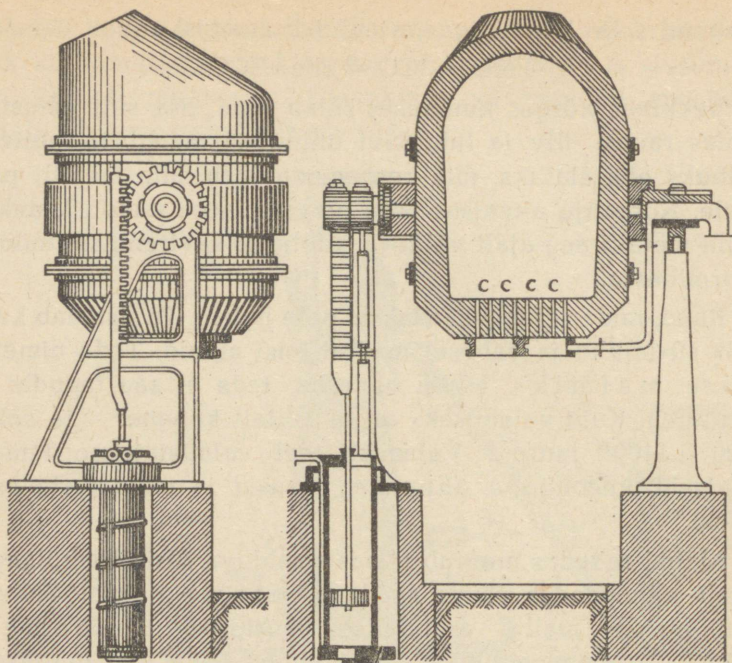
Raud, mida sel teel saadakse, pole puhas. Ta sisaldab kuni 5% süsinikku ja vähesel määral teisi aineid. Teda nimetatakse malmiks. Malm on rabe; teda ei saa taguda: ta puruneb. Kuid valamiseks on ta küllalt kohane — ta sulab 900°—1100° juures. Valamise teel valmistatakse temast padasid, keedupotte, ahju-uksi, torusid ja muid tarbe-esemeid.

Malmi rabeledus muutub temas sisalduva süsiniku-hulgaga. Seda vähendades võime saada taotava raua. Selleks sulatatakse malm, asetatakse suurtesse Bessemeri pirnidesse, milledes sula malmist õhku läbi juhitakse.

Bessemeri pirni ehk konvertori leiutas inglise tehnik Bessemer (1813—1898).

Pirnikujulise konvertori põhjas olevasse õhukambrisse juhitakse suruõhku, mis avauste (CCC) kaudu tungib konvertorisse. Konvertor täidetakse sula malmiga, pannakse hammasrataste abil pöörlema ja juhitakse malmist õhku läbi. Süsinik ühineb õhu-hapnikuga süsihappe-gaasiks ja malm muutub teraseks või rauaks.

Bessemeri-menetluse puhul jääb terasesse osalt õhku, mis vähendab metalli väärtust. Martääni-menetlusel sulatakse malm koos vanaraua või rauahapendiga. Süsinik ühineb rauarooste või rauahapendi hapnikuga, ja tekib soovitatavate omadustega raud või teras. Martääni-menetluse leiutas prantsuse tööstur Pierre Martin (1824—1915).



Joonis 31. Bessemeri pirn.

**Separauas** on süsiniku protsent alla 0,5. Separaud on taotav ja venitav. Seepärast on ta eriti kohane tagumise teel raudasjade valmistamiseks. Temast tehakse traati, plekki, rööpaid.

**Terases** on süsinikku kuni 2%. Ta on rauast kõvem ja teda saab valada. Tema tähtsamaks erinevuseks rauast on see, et teda saab karastada.

Võtame tüki terastraati. See on väga vetruv ehk elastne. Kuumutame teda tules ja kastame siis külma vette. Katsume teda nüüd painutada. Ta murdub. Proovime ta kõvadust. Ta kriimustab klaasi.

Kuumutame seda traati veel kord ja laseme aeglaselt jahtuda. Ta on nüüd pehmeks muutunud. Ka pole ta enam elastne: painutamisel ei lähe ta oma endisse seisu tagasi.

Karastamiseks kuumutatakse terast üle  $700^{\circ}$ . Et ta karastamise tagajärjel muutub hapraks, kuumutatakse teda pärast karastamist uuesti  $200^{\circ}$  kuni  $400^{\circ}$  ja jahutatakse. Mida kõrgema kraadini terast pärast karastamist kuumutada, seda pehmemaks ta muutub. Karastatud uurivedru näiteks saab tarviliku vetruvuse, kui teda kuumutada kuni  $290^{\circ}$  ja lasta siis aeglaselt jahtuda.

Lisades terasele teisi metalle, saadakse tööstuses kasutatavaid eriteraseid. Masinaehituses tarvitatakse nikkelterast, mis on harilikust terasest vetruvam ja vastupidavam. Instrumentaalterasele lisatakse kroomi. See annab terasele vajaliku kõvaduse. Kroomnikkelterasest valmistatakse laevasoomust, soomust-läbistavate mürskude kestadid jne.

Rauamaadusi. Raud pole püsiv metall. Niiskes õhus raud roostetab: ta kattub roostekarva vett sisaldava rauahapendi —  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  kihiga. Roostetamine ei piirdu ainult pealmise kihiga, vaid sööbib aja jooksul ikka sügavamale. Kaitseks roostetamise eest kaetakse raua niisuguste ainetega, mis takistavad hapniku ja niiskuse juurdepääsu. Selleks võib tarvitada õlivärvi või mõnd roostetamise vastu püsivat metalli, nagu tsink, tina, kroom, nikkel.

Raua erikaal on 7,8. Ta sulamispunkt on  $1400^{\circ}$  ja  $1600^{\circ}$  vahel, olenedes süsiniku-sisaldusest. Teras sulab  $1200^{\circ}$ — $1400^{\circ}$  temperatuuril.

**Mustmetallurgia.** Rauamaagist malmi ja terase tootmist nimetatakse mustmetallurgiks. Nõukogude Liit on rikas rauamaakide poolest ja mustmetallurgia seisab siin kõrgel tasemel. Tähtsamad mustmetallurgia rajoonid on Uural, Lõuna-tööstusrajoon (Ukraina ja Krimm) ja Kesk-tööstusrajoon (Gorki ja Tuula oblast).

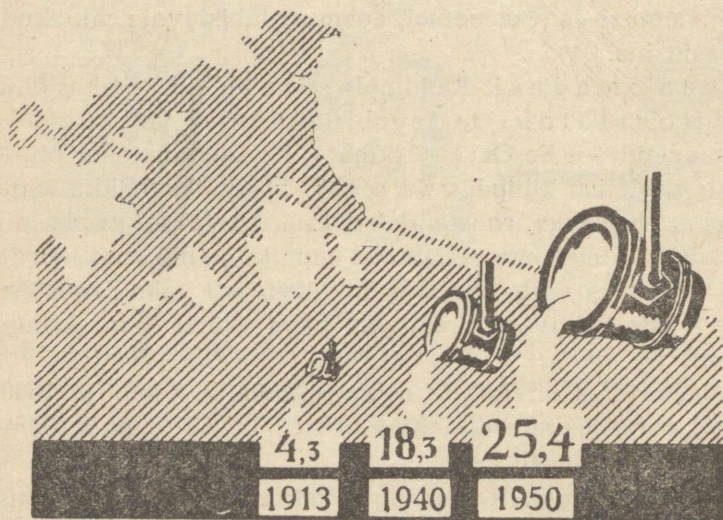
Lõunarajooni varustab söe ja maakidega Donetsi basseini (Donbass). Keskrajoon saab maake ja sütt teistest rajooni-

dest. Uural on lõpmatu rikas maakidest. Kivisütt tuuakse siia Kuznetski basseinist (Kuzbass).

Nõukogude Liidu rauamaakide tagavarad ulatuvad praeguste arvestuste järgi üle 300 miljardi tonni.

Mustmetallurgia, andes metalli rasketööstusele, on tööstuse arenemise tähtsaimaks aluseks. Seepärast pandi juba eelmistel viisaastakutel erilist rõhku mustmetallurgia arendamisele ja anti temale tähtis koht ka esimesel pärast sõja-aegsel viisaastakul. Neljandal viisaastakul 1946.—1950. a. tõuseb raua, malmi ja terase toodang 63 miljonile tonnile.

Mustmetallurgia arenemist näitlikustab alljärgnev diagramm.

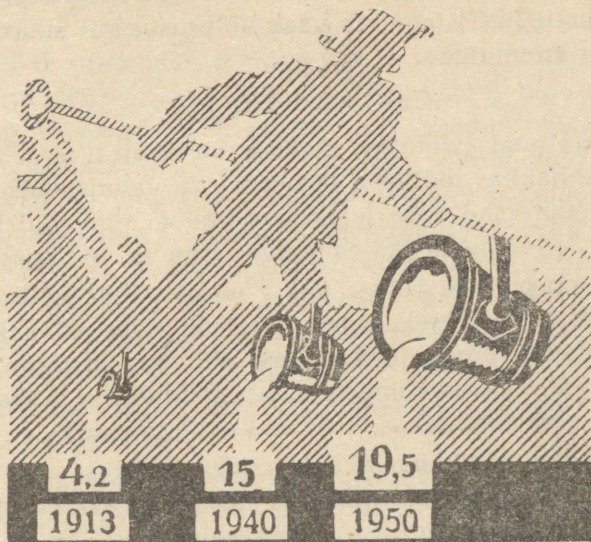


Joonis 32. Terase toodang miljonites tonnides.

#### Ülesandeid.

1. Mispärast maagist saadakse algul malm, aga mitte raud?
2. Kuidas saadakse malmist rauda, kuidas terast?
3. Nimetada malmi, terase ja raua erinevusi.

4. Missugust metalli kasutatakse katusepleki, veenõude valmistamiseks?
5. Milles seisneb karastamine?
6. Mis on roostetamine?



Joonis 33. Malmi toodang miljonites tonnides.

### Värvilisi metalle.

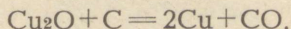
Vastandina rauale kutsutakse teisi metalle värviliste k s. Nende maagid on palju väiksema metallisisaldusega kui rauamaagid. Seepärast nõuab värviliste metallide tootmine palju tööd ja nad on rauast kallimad.

Tööstuses on värvilised metallid vajalikud oma mitmesuguste eriomaduste pärast: alumiinium on kaalult kerge, vask ja hõbe on head elektrijuhid, kuld ja plaatina on püsivad hapniku ja hapete mõju vastu.

Värvilisi metalle vajatakse eriti niisuguseil kiiresti arenevail tööstusaladel, nagu peenmasinate ehitus, auto- ja lennukitööstus.

## Vask (Cuprum — Cu).

Vaske leidub looduses ehedalt võrdlemisi harva. Teda saadakse maakidest. Punasest vase maagist ehk kupriidist ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) taandub vask hõlpsasti, kui maaki sütega segatult kuumutada:



Sellega ongi seletatav, et vask on esimesi metalle, mida inimene hakkas töötlemata tarberiistade valmistamiseks. Esimesed suuremad vase leiukohad vanal ajal olid Küprose saarel. Sellest tema ladinakeelne nimetus — Cuprum.

Vask on punane pehme läikiv metall. Teda võib traadiks venitada ja õhukeseks leheks taguda. Vase erikaal on 8,9, sulamistemperatuur  $1080^\circ$ . Vask on väga hea soojuse- ja elektri juht. Temast valmistatakse keedunõusid ja teda tarvitatakse elektrotehnikas, eriti elektri juhtmetena.

Kuiv õhuhapnik harilikes tingimustes vasega ei ühine. Niiskes õhus tekib vase pinnale süsihappu vask ehk paatina, mis kaitseb vaske edasise hapendumise eest. Happeis vask lahustub, tekitades mürgiseid sooli. Seepärast ei tohi happeid sisaldavaid toiduaineid jätta vaskanumaisse, samuti ka suhkrut sisaldavaid toite, sest neist võib käärimisel tekkida happeid. Harilikult kaetakse vasest kööginõud seestpoolt tinaga.

Kõvemad kui puhas vask on tema sulamid. Neist on tähtsamad valgevask ja pronks. Valgevask on vase ja tsingi sulam, pronks aga vase ja tina sulam. Pronks oli esimesi metallide sulameid, mida inimene õppis tarvitama. Ta on vasest tunduvalt kõvem ja seepärast tööriistade valmistamiseks kohasem. Inimkonna kultuuriajaloo järgneb kivi-ajale pronksiaeg.

Tähtsamad vase leiukohad Nõukogude Liidus on Uuralis, Kaukaasias ja Kazahstanis.

## Hõbe (Argentum — Ag).

Hõbedat leitakse looduses ehedalt ja maakidena. Viimasest on tähtsam hõbedaläik (AgS).

Puhas hõbe on pehme valge läikiv metall. Tema erikaal on 10,5 ja ta sulab  $960^{\circ}$  temperatuuril. Metallide hulgas on hõbe parim elektri- ja soojusejuht. Tema taotavus ja venitavus on nii suur, et temast võib saada hõbedalehti 0,0025 mm paksusega ja traati 0,001 mm läbimõõduga. Puhas hõbe on väga pehme. Tema sulamid on palju kõvemad. Seejärel ei valmistata hõbedast tarbeasju mitte puhtast metallist, vaid sellele lisatakse vaske. Tuhandikes väljendatud hõbedahulka sulamis nimetatakse selle prooviks. Sage-damad proovid on 750—900. See tähendab, et sulami 1000 kaaluosa kohta tuleb 750—900 kaaluosa hõbedat.

Hõbedat tarvitatakse tarbe- ja ehteasjade valmistamiseks ja rahade löömiseks.

Hõbe on vastupidavamaid metalle õhule ja niiskusele. Harilikul temperatuuril ta hapnikuga ei ühine. Hõbedat lämmastikhappes lahustades saadakse hõbedanitraat ehk põrgukivi ( $\text{AgNO}_3$ ), mida tarvitatakse soolatüügaste ja kasvajate põletamiseks.

Hõbedanitraadile soolhapet valades saame kloorhõbeda ( $\text{AgCl}$ ), broomkaaliumiga annab ta broomhõbeda ( $\text{AgBr}$ ). Mõlemad on valgustundlikud ja broomhõbedat tarvitatakse fotoplaatide ja -paberi katmiseks.

## Elavhõbe (Hydrargyrum — Hg).

Elavhõbe on ainus vedel metall harilikul temperatuuril. Looduses leidub teda ehedalt tilkadena, peamiselt aga ühenduses väävliga kinnaverina ( $\text{HgS}$ ). Kinnaverist saadakse elavhõbedat põletades: väävel ühineb hapnikuga  $\text{SO}_2$ -ks ja elavhõbe vabaneb.

Enamik metalle lahustub elavhõbedas, andes amalgaami. Seepärast kasutatakse elavhõbedat metallide eraldamiseks teistest mineraalidest. Tina ja hõbeda amalgaami tarvatakse peeglite tegemisel hõbetamiseks. Elavhõbedat kasutatakse termomeetris ja baromeetris.

Elavhõbeda kuumutamisel ühineb ta hapnikuga elavhõbedahapendiks ( $\text{HgO}$ ), mis suuremal kuumutamisel uuesti laguneb elavhõbedaks ja hapnikuks.

Elavhõbeda erikaal on 13,6, temperatuuril  $-39,5^\circ$  muutub elavhõbe tahkeks.

Elavhõbeda ühendid on mürgised. Neist tarvitatakse kalomeli ( $\text{HgCl}$ ) ja sublimaati ( $\text{HgCl}_2$ ) arstimitena. Viimane on heaks desinfitseerimisvahendiks.

Nõukogude Liidus leitakse elavhõbedat Ferghanas ja Altais.

### **Kuld** (Aurum — Au).

Teistest metallidest erineva ilusa värvuse ja läike tõttu on kuld juba vanast ajast olnud otsitavamaid metalle. Ta esineb looduses ainult ehedalt kvartsi sisaldavais kivimeis ja nende murenemisel tekkivas liivas. Mägedest alla voolavad jõed viivad kaasa ka kulda sisaldavat liiva. Nii satub kuld jõgede liivasse. Algelisemal viisil eraldatakse teda sellest veega uhtumise teel. Kuld on raske aine. Tema erikaal on 19,3. Kvartsi erikaal on aga ainult 2,6. See suur vahe erikaaludes võimaldab võrdlemisi kergesti eraldada kulda liivast, uhtudes kullaliiva veega. Suurema erikaalu tõttu langevad kullaterakesed renni põhja või jäävad renni asetatud tõkete taha peatuma, liiva viib aga veevool minema. Väikesi kullaterakesi on aga raske niiviisi kätte saada. Selleks on teisi paremaid vahendeid kui vesi: kullaliiva segatakse elavhõbedaga. Kuld lahustub elavhõbedas. Liiv kõrvaldatakse lahusest mehaaniliselt teel. Amalgaami kuumutamisel aurab elavhõbe ära, jättes järele kulla.

Kulda saab hõlpsasti taguda ja traadiks venitada. Lehtkuld võib olla nii õhuke (alla 0,0001 mm), et vastu valgust hoidmisel paistab temast läbi sinakasrohelisi kiiri. 1 cm<sup>3</sup> kulda võib välja venitada 40 km pikkuseks traadiks.

Et kuld on väga pehme metall ja seetõttu kiiresti kulub, siis sulandatakse teda hõbeda või vasega. Hõbeda sulamid on helekollased, vase sulamid aga punakad. Kullasisaldust sulamites väljendatakse samuti prooviga. Kullast ehteasjade proov on 580—900.

Õhus kuld ei muutu. Puhtad happed temasse ei mõju. Ta lahustub ainult kuningvees.

Kulda tarvitatakse ehteasjade valmistamiseks. Varem löödi kullast ka raha. Praegu on ta paljudes kapitalistlikes riikides rahasüsteemi aluseks.

Tähtsamad kulla leiukohad on Nõukogude Liidus, Aafrikas ja Austraalias. Nõukogude Liidus leitakse kulda Uuralis ja Leena jõe ääres.

### **Plaatina** (Platina — Pt).

Plaatina on hõbedase läikega, kõrge erikaaluga (21,5) ja sulamistemperatuuriga (1775°) hästi taotav metall. Looduses esineb ta terakestena peamiselt jõgede liivas. Tema tähtsamad leiukohad on Uuralis.

Õhus plaatina ei muutu. Hapetest mõjub temasse ainult kuningvesi.

Kõrge sulamistemperatuuri ja happekindluse tõttu tarvitatakse plaatinat tööstuses ja keemialaboratooriumides tule ning happekindlate nõude valmistamiseks.

#### **Ulesandeid.**

1. Mispärast ei esine kuld ja plaatina maakidena?
2. Nimetada vase sulameid.
3. Mis tähendab hõbeeseme proov 750?

4. Kuidas mõjub õhk vasesse, hõbedasse, kullasse, platinasse?
5. Nimetada happe- ja kuumusekindlaim metall.
6. Mitu korda on plaatina raskem alumiiniumist?
7. Kuidas saadakse amalgaamidest metalle?
8. Järjestada vask, hõbe, kuld, elavhõbe, plaatina nende erikaalude põhjal.

### **Tsink** (Zincum — Zn).

Tähtsamaks tsingimaagiks on tsingiläik ( $ZnS$ ), mis kõrges kuumuses ühineb hapnikuga tsinkhapendiks ( $ZnO$ ). Kinnises retordis kuumutades saadakse sellest tsink.

Tsink on valge, läikiv kristalse ehitusega metall. Tema erikaal on 7,4 ja ta sulab  $420^{\circ}$  temperatuuril.

Kuivas õhus tsink ei muutu. Niiske õhu käes tuhmub ta, kattudes õhukese süsihapu tsingi ( $ZnCO_3$ ) kihiga, mis kaitseb teda suuremate muudatuste eest.

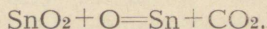
Lahjades hapetes lahustub tsink, tõrjudes välja vesiniku. Seepärast tarvitatakse tsinki ja happeid vesiniku saamiseks.

Tsingist tehakse veetorusid, veenõusid, klišeid. Tsingiga kaetakse raudplekki, et kaitsta teda roostetamise eest.

Tsinkhapend ehk **t s i n k v a l g e** on hea õlivärv. Niiskes õhus muutub ta pudedaks süsihapuks tsingiks, mispärast teda väliseks värviks ei tarvitata.

### **Tina** (Stannum — Sn).

Tina leidub looduses ehedalt ja ühendeis. Tähtsamaks tinamaagiks on tinakivi ( $SnO_2$ ), millest saadakse tina sütega kuumutades:



Tina on hõbedaläikeline, hästi taotav ja venitatav metall. Keemiliselt on ta püsiv: õhuhapnik ja niiskus hariliku tem-

peratuuri juures temasse ei mõju. Tina amalgaami tarvita-  
takse peeglite hõbetamiseks.

Tina erikaal on 7,3, sulamispunkt  $232^{\circ}$ . Tina tarvitatakse mitmesuguste sulamite valmistamiseks ja metallide jootmiseks. Temaga kaetakse ehk tinutatakse vask- ja raudnõusid.

Õhukest „tinapaberit“ — stannioli tarvitatakse šokolaadi ja kompvekkide pakkimiseks.

### **Seatina** (Plumbum — Pb).

Seatina (ehk plii) esineb looduses harva ehedalt. Tema maakidest on tähtsam *seatina* läik (PbS), mida leitakse Kazahstanis.

Seatina on pehme metall. Teda võib noaga lõigata ja koguni küünega kriimustada. Kui tükk seatina läikivaks kaapida ja seisma jätta, muutub ta läikiv pind varsti tuhiks: õhuhapnikuga ühinemisel tekib seatinahapend (PbO). Seatina erikaal on 11,7, sulamispunkt  $326^{\circ}$ .

Seatinast valmistatakse haavleid, ta on tähtsam metall trükitähtede valamisel. Kergesti painduva metallina on ta sobiv elektrijuhtmete kestadeks ja veetorudeks. Kareda vee mõjul kattub ta pinnalt vees lahustumatu ühendiga. Seatina ühendid on mürgised, mispärast teda ei saa kasutada toidunõude valmistamiseks. Kuna ta hapetes ei lahustu, tarvitatakse teda happekindlate nõude valmistamiseks keemialaboratooriumide jaoks.

#### **Ulesandeid.**

1. Milleks kasutatakse tsinki, tina, seatina?
2. Missugune neist kolmest metallist sulab kõige madalamal temperatuuril?
3. Millega tinutatakse vasest keedunõusid? Mispärast?
4. Kuidas saadakse tsiingi abil vesinikku?

## Metallide üldisi omadusi.

**Metallide füüsilised omadused.** Harilikul temperatuuril on metallid tahked kehad, ainult elavhõbe esineb vedelikuna. Neil kõigil on omapärane metallne läige, mis tuleb metalli pinnalt peegelduvast valgusest. Metallid on head soojuse- ja elektrijuhid. Mida paremini metall peegeldab valgust, seda parem elektri- ja soojusejuht on ta. Nii on hõbe, vask ja kuld parimad valguse peegeldajad ning ühtlasi ka parimad soojuse- ja valgusejuhid.

Metallid on taotavad ja venitatavad. Tagudes võib metallile soovitatavat kuju anda, teda õhukeseks plekiks taguda või peenikeseks traadiks venitada.

Erikaalu järgi on metalle kergeid ja raskeid. Kergete metallide hulka kuuluvad naatrium, kaalium, kaltsium, alumiinium ja mõned teised. Nende erikaal on alla 5.

Sulanud olekus lahustuvad paljud metallid vastamisi ja tekib ühetaoline aine — sulam. Sulamil on enamasti teistsugused omadused kui metallidel, millest ta koosneb. Nii sulab tina  $232^{\circ}$  temperatuuril, tina ja seatina sulami sulamistemperatuur aga on  $190^{\circ}$ . Paljudel sulamitel on suur praktiline tähtsus. Olgu siin nimetatud pronksi, duralumiiniumi ja kroom- ning nikkelerast. Malm ning teras on raua ja süsiniku sulamid.

**Metallide keemilisi omadusi.** Enamik metalle on keemiliselt aktiivsed. Nad annavad ühendeid hapnikuga ja teiste elementidega.

Aktiivsuse põhjal võib metalle niiviisi järjestada, et nende aktiivsus iga järgmise metalliga väheneb. See tähendab, et iga eelmine metall tõrjub järgneva metalli tema soola vesilahusest välja. Metallide aktiivsuse rida on järgmine: kaalium, naatrium, kaltsium, magneesium, alumiinium, tsink, raud, nikkell, tina, seatina, vask, elavhõbe, hõbe,

plaatina, kuld. Nii näiteks kattub raudnael vasekihiga, kui lasta ta vasevitrioli lahusesse: vask tõrjutakse raua poolt lahusest välja.

Kõik metallid eespool püstkriipsu tõrjuvad vesiniku hapest välja, andes nendega sooli. Need metallid ei esine looduses ehedal, vabal kujul, küll aga leidub kriipsust paremal seisvaid metalle — vaske, elavhõbedat, hõbedat, platinat, kulda ehedalt.

Paljude metallide hapendid annavad veega ühinedes aluseid ehk vesihapendeid. Nii tunneme naatriumi vesihapendit ehk sööbenaatriumi NaOH, kaaliumi vesihapendit — KOH, kaltsiumi vesihapendit —  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

**Metallide tähtsusest.** Metallide mehaanilised omadused — kõvadus, taotavus, venitatavus, elektri- ja soojusejuhtivus — teevad nad ääretult tähtsaks inimkonna elus. Alles metallide tarvituselevõtmisel avanes inimesele tee edasiseks arenguks.

Metallidest valmistatakse masinaid, tööriistu, relvi, side- ja liiklusvahendeid ning igapäevaseks eluks vajalikke tarbeesemeid.

Tähtsaim metallidest on raud. Masinatööstus rajaneb peamiselt rauale. Ka transpordivahendite valmistamiseks vajatakse esijoones rauda. Tööriistade lõiketerad ja tähtsamad osad koosnevad mitmesugustest teraseliikidest. Aluminiium annab materjali kergemate masinaosade valmistamiseks, eriti aga lennukite ehitamiseks. Ligi pool kogu vase toodangust tarvitatakse ära elektrotehnikas. Naatriumi ühendeist on toiduainetetööstuses väga suur tähtsus keedusoolal. Naatriumi ja kaaliumi soolasid tarvatakse laias ulatuses põlluväetisena.

Nii ei leia me ühtegi ala inimkonna elus, mis tuleks läbi metallideta või nende ühenditeta. Malmi, terase ja valts-

raua tootmist nimetatakse mustmetallurgiaks, alumiiniumi, vase, tina, seatina, tsingi jt. tootmine aga on värviline metallurgia.

Metallideta pole praegusaja tööstus üldse mõeldav. Seepärast on metallide tootmine ja töötlemine ühe või teise riigi tööstusliku taseme kindlamaks mõõdupuuks. Stalinliku viisaastaku (1946—50) plaan määrab metallide toodangu taseme 1950. a. järgmiselt: malmi 19,5 milj. tonni, terast 25,4 milj. tonni, valtsmetalli 17,8 milj. t. Värviliste metallide toodang tõuseb 2—4-kordseks, võrreldes 1940. aastaga.

### Mittemetallid ja nende ühendid.

Mittemetallidest (metalloididest) oleme tutvunud juba hapniku, vesiniku, lämmastikuga. Siin õpime tundma teisigi tähtsamaid metalloide.

#### Fosfor (Phosphorus — P).

Ehedana fosforit looduses ei leidu. Keemilise ühendina on teda mineraal apatiidis ja fosforiidis. Organismides kuulub ta valkude koosseisu. Taimed võtavad fosforit tema ühendeist maa seest. Loomad omakorda saavad fosforit taimedelt ja ta läheb suuremal määral luude ehitamiseks.

Puhtalt esineb fosforit kahel erineval kujul: valge ja punane fosfor. Valge fosfor on mürgine. Õhuga kokku puutudes süttib ta kergesti. Seepärast saab teda hoida ainult vee sees. Nahale sattudes tekitab põlev fosfor väga aeglaselt paranevaid haavandeid. Pimedas ta helendab. Valget fosforit tarvitatakse roti- ja putukamürkide valmistamisel.

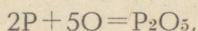
Punane fosfor ei süti nii kergesti. Pimedas ta ei helenda.

Koos teiste ainetega tarvitatakse teda tikutoosi süütepinna katmiseks.

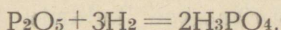
Fosfori erikaal on 1,8.

Kuna fosfori põledes tekib paks suits, kasutatakse teda sõjas suitsukatte tegemiseks. Suureulatuslikult kasutatakse teda süütepommides. Fosfor-süütepommi saab tugeva veejoaga kustutada, aga vee aurates sütib fosfor uuesti. See pärast tuleb pomm pärast kustutamist katta liivaga.

Fosfori põledes tekib fosforhape:



mis kergesti veegi ühineb, andes fosforhappe:



Fosforhape värvib sinise lakmuspaberi punaseks. Metallidega ühinedes annab ta fosforhappe sooli, mida nimetatakse fosfaatideks. Nende hulka kuuluvad ka väetusainete valmistamiseks kasutatavad fosforiidid, koostiselt peamiselt  $Ca_3(PO_4)_2$ . Enamik fosforiite on tekkinud loomade ja taimede sadestunud jäänustest.

Nõukogude Liidu suuremad fosforiidilademed on Hibini tundras, mis asub Imandra järve ääres. Nõukogude Eestis saadakse fosforiiti suuremal määral Maardu kaevanduses Tallinna lähedal.

Fosforiiti kasutatakse jahvatatult põlluväetisena. Kuna fosforiidis sisalduv fosfor lahustub aeglaselt, on tema mõju väetisena pikemaajaline. Väävelhappe mõjul saadakse fosforiidist superfosfaati  $Ca(H_2PO_4)_2$ , mille fosforiühendid on kergemini lahustuvad.

Tsaariaegsel Venemaal oli superfosfaadi-tööstus alles algamas. Nõukogude Liidus arendatakse eriti superfosfaadi valmistamist ja 1942. a. saadi superfosfaati 3 600 000 tonni.

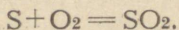
Täisväetisena põllule antav laudasõnnik sisaldab küllaldaselt määral fosforiühendeid.

## Väävel (Sulfur — S).

Väävliit saadakse puhtal kujul vulkaanide ümbruses Itaalias ja Ameerikas.

Ühendeis metallidega leidub väävliit püriidis ( $\text{FeS}_2$ ), sea-tinaläigus (Pbs), tsingiläigus ( $\text{ZnS}$ ).

Väävel on tahke, rabe aine, iseloomustava kollase värvusega. Erikaal 2,1. Väävli põledes tekib lämmatava lõhnaga mürgine gaas — v ä ä v l i s h a p e n d:



Taimedele ja loomadele on väävlishapend ehk väävlishappe-gaas tugevaks mürgiks. Eriti kiiresti hävitab ta hallitusseeni. Teda tarvitatakse keldrite puhastamiseks, kui sinna on tekkinud hallitust. Selleks põletatakse keldris väävliit, sulgedes ukсед ja aknad ning jättes nii mõneks tunniks.

Võtame mõne lilleõie, asetame tema kõrvale plekitükikesele natuke väävliit, süütame selle põlema ja katame need suurema klaasiga. Varsti näeme, et lilleõis muutub kahvatuks ja lõppeks kaotab oma värvuse. Väävlishapend mõjub pleekivalt taime värvidesse. Seda omadust kasutatakse siidi, villa ja tselluloosi pleegitamiseks.

Väävlishapendi lahus vees on v ä ä v l i s h a p e ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ). Tema haput naatriumsoola kasutatakse tselluloosi saamiseks.

V ä ä v e l h a p e. Väävlishapend võib ühineda hapnikuga. Saame väävelhapendi:  $\text{SO}_2 + \text{O} = \text{SO}_3$ . Väävelhapend ühineb veega väävelhappeks:  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ . See on õlisarnane vedelik, mis kergesti ühineb veega. Ta imeb endasse ka veeauru. Seda omadust kasutatakse kahekordsete akende vahe kuivana hoidmiseks. Selleks asetatakse akna vahele pooleni väävelhappega täidetud klaasid.

Tilgutame paar tilka väävelhapet puulaastule: puu muutub varsti mustaks — ta söestub. Ka suhkur söestub väävelhappes. Suhkur on süsivesinik. Sama koosseis on ka puus leiduval tselluloosil. Väävelhape võtab neilt vee, jättes järele söe. Sellest söestumine.

Väävelhapet veele lisades võime märgata, et vesi muutub kuumaks. Soojuse eraldumise põhjuseks on väävelhappe intensiivne ühinemine veega.

Väävelhappe lahjendamisel ei tohi millalgi valada sellesse vett. Väävelhappe ja vee ühinemisel vabaneb nii palju soojust, et vesi muutub auruks, mis plahvatusena väävelhappe laiali pritsib. Väävelhapet lahjendades tuleb alati valada väävelhapet vette.

Väävelhapet tarvitatakse väga palju tööstuses. Tema abil saadakse teisi happeid, nagu lämmastikhapet, soolhapet, mitmesuguseid sooli, väetusaineid, kunstsiidi.

Paljud metallid, nagu raud, tsink, vask, lahustuvad väävelhappes, tõrjudes temast välja vesiniku ja andes sooli:



Neid väävelhappe ühendeid nimetatakse väävelhapudeks sooladeks ehk sulfaatideks. Ammooniumsulfaat on, parim lämmastikväetis. Rauasulfaati ehk rauavitrioli kasutatakse rauamulla-värvide valmistamiseks.

### **Kloor** (Chlorum — Cl).

Kloor on kollakasroheline terava lõhnaga raske (õhust 2,5 korda raskem) gaas. Vabalt teda looduses ei leidu. Tema ühendid metallidega on aga väga levinud. Tähtsaim neist on keedusool ehk kloornaatrium (NaCl), millest saadakse kloori elektrivoolu abil. Keedusoola leidub lahustunult mere-, järve- ja allikavees, kust teda aurutamise teel saadakse. Peale selle on keedusoola paksude lademetena maa sees kivisoola näol.

Kloor ühineb liitainete vesinikuga. Kui panna tükike tärpentinisse kastetud filtreerimispaberit kloorinõusse, tekib plahvatus. Kloor ühines tärpentinini (koosneb vesinikust ja süsinikust) vesinikuga ja süsinik eraldus tahmana. Kui kloor

ühineb vee vesinikuga, vabaneb hapnik veest üksikute aatomitena. Niisugune hapnik reageerib tekkimise m o m e n d i l palju aktiivsemalt kui siis, kui tema aatomid on ühinenud molekulideks. Hapnikuga ühinedes muutuvad värvilised ained värvituks. Sellega on seletatav kloori pleegitav mõju. Kloori tarvitataksegi tööstuses riide ja paberi pleegitamiseks. Peale selle on tal suur tähtsus keemiatööstuses arstimite ja värvide valmistamisel. Veevärkides lisatakse joogiveele kloori vee desinfitseerimiseks.

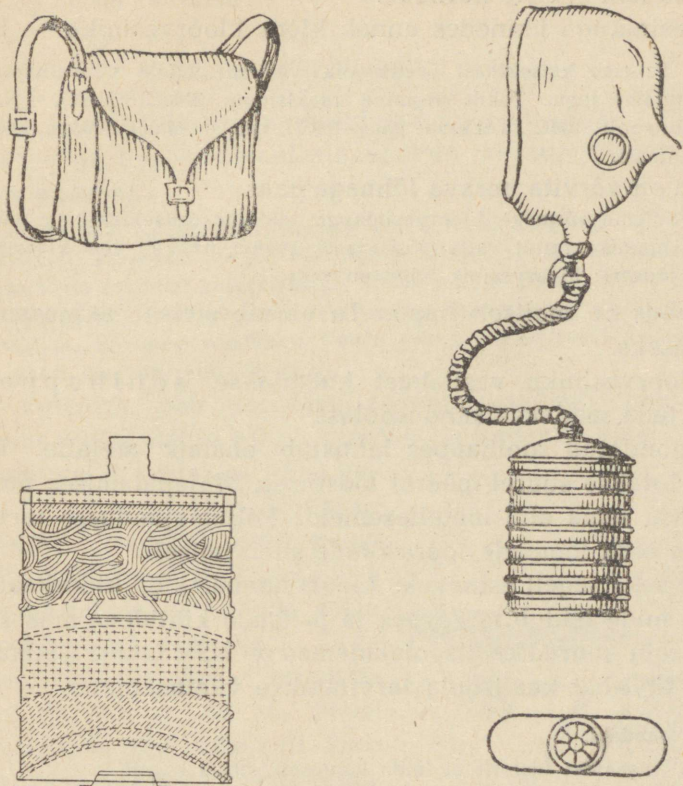
Sissehingatult võtab kloor organismilt vesinikku ja ühineb vere hemoglobiiniga. Nii võib ta tuua surma. Esimeses Maailmasõjas kasutati sakslaste poolt kloori ründeainena. Kaitseks kloori vastu võeti aga peagi tarvitusele gaasitorbikud, millega kaitstakse hingamis-elundeid, silmi, kõrvu, pead. Sakslased võtsid tarvitusele ikka uusi keemilisi ründeaineid ehk s õ j a - m ü r k a i n e i d. Enamik neist on vedelikud või koguni tahked ained, mida heidetakse alla lennukelt või tarvitatakse mürskude täitmiseks. Sõja-mürkaineid on mitmesuguseid. L ä m m a t a v a d gaasid (kloor ja fosgeen) mõjuvad hingamis-organeile. P i s a r g a a s i d ärritavad silmi. A e v a s t u s g a a s i d panevad vahetpidamata aevastama. S ö ö b e g a a s i d (sinepigaas ehk ipriit) tekitavad väga raskesti paranevaid nahahaavu.

Sõjagaaside vastu tuleb kaitsta kõigepealt hingamis-elundeid. Lihtsam abinõu selleks on hingata läbi ainete, mis neid gaase kinni peavad. Üks niisuguseid aineid on s ü s i. Tal on omadus võtta endasse palju gaasilisi aineid ja neid kinni pidada ehk adsorbeerida. Eriti tähtis gaasikaitsel on veeauruga kõrge temperatuuri juures töödeldud a k t i i v - s ü s i. Gaasitorbiku kurna ehk filtri tähtsamaks osaks ongi aktiivsöe kiht.

Mürgiseid aineid seob keemiliselt ja teeb seega kahjutuks seebikivi ja lubja ühend — n a a t r o n l u b i. Naatronlubi ja toimet selgitab järgmine lihtne katse.

Täidame naatronlubjaga klaassilindri, mille mõlemas otsas on korgid, neid läbivate peenikeste torudega.

Kui juhtida süsihappe-gaasi läbi selle toru lubjavette, siis ei muutu vesi sogaseks. See näitab, et süsihappe-gaas ühines naatronlubjaga.



Joonis 34. Gaasitorbik.

Söobegaaside vastu ei aita gaasitorbik üksi, sest nad tungivad läbi riiete. Tuleb kaitsta kogu keha, milleks kasutatakse kummiga või õlidega impregneeritud riietust.

Kindlamat kaitset pakuvad muidugi korralikult tihendatud gaasivarjendid, mis peavad aga olema kaitstud ka purustavate pommide eest. Õhk pääseb neisse varjendisse läbi eriliste kurnade.

Vesinikuga ühinedes annab kloor kloorvesiniku — HCl.

1. Paneme katseklaasi keedusoola, valame sellele väävelhapet ja kuumutame segu. Tekib järgmine reaktsioon:  $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4$  (glaubrisool) +  $2\text{HCl}$ . Tekkivat gaasi (HCl), mis on õhust raskem, kogume katseklaasi.

Ta on värvita, terava lõhnaga gaas.

2. Suleme sõrmega kloorvesinikuga täidetud katseklaasi ja paneme ta kummulikeeratult vette. Kui klaasi avame, hakkab vesi klaasis kiiresti tõusma: kloorvesinik lahustub vees.

Lahus on maitsetult hapu. Ta värvib sinise lakmuspaberi punaseks.

Kloorvesiniku vesilahust kutsutakse soolhappeks, sest teda saadakse keedusoolast.

Koondatud soolhappes lahustub enamik metalle. Teda kasutatakse suurel määral tööstuses. Majapidamises puhastatakse tema abil metallesemeid. Põllumajanduses tarvatakse teda loomade toorsöötade sileerimisel.

Teiseks sageli esinevaks kloori ühendiks on kloorkaalium KCl, mida leidub merevees ja paksude kihtidena maa sees. Määratu suured kaalisoolalademed on NSV Liidus Solikamskis. 40%-list kaalisoola tarvitatakse väetusainena.

#### Ülesandeid.

1. Mispärast fosforit ei leidu looduses puhtal kujul?
2. Mida sisaldavad fosforiidid?
3. Kuidas saadakse fosforiidist superfosfaati?
4. Nimetada väävlisshapendi omadusi. Milleks teda kasutatakse?
5. Mispärast ei või valada vett lahjendamata väävelhappesse?
6. Kuidas kasutatakse väävelhapet tööstuses?
7. Kuidas kasutatakse väävli ja fosfori kerget süttivust?
8. Millega on seletatav kloori pleekiv mõju?
9. Millest saadakse kloori tööstuslikuks otstarbeks?
10. Kuidas mõjuvad organismile sõja-mürkained?

11. Nimetada kaitsevahendeid sõja-mürkainete vastu.
12. Milleks tarvitatakse kaalisoola?
13. Võrrelda süsinikku, väävlit, fosforit ning nende ühendeid.
14. Millest koosneb soolhape, fosforhape, väävelhape? Nende valemid ja ühised omadused.

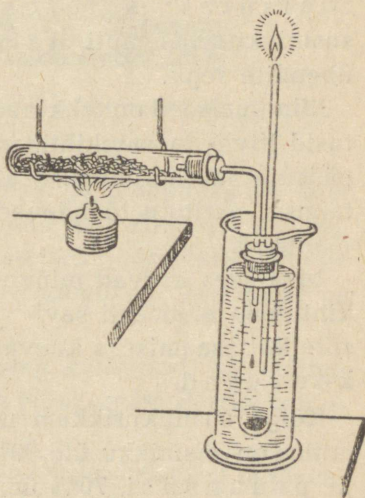
### Süsinik (Carboneum — C).

Puu kuivdestillatsiooni puhul saame puugaasi, puutõrva ja teisi vedelaid aineid. Puu ise muutub aga tahkeks puusöeks.

Kuumutame katseklaasis saepuru või peeneks lõigatud puutükikesi. Katseklaasi sulgevast korgist läbi juhitud klaastoru on ühendatud teise, külma vette asetatud katseklaasiga. Sellest väljub peene avausega toru. Kuumutamisel läheb puu esmalt pruuniks, siis muutub mustaks. Teise katseklaasi koguneb vedelikku. Peene otsaga klaastorust eraldub auru või gaasi. See on põlev puugaas.

Vaadeldes puu kuivdestillatsioonil saadud vedelikku, näeme selles kahte kihti: alumine on peaaegu must, paks, pealmine — kollakas. Must vedelik on puutõrv. Kollakas sisaldab rohkesti vett, peale selle veel puupiiritust ja puuäädikat. Vaiku sisaldavast puust saab veel tärpentinõli. Eriti vaigurikad on männi kännud. Neist võib saada veel kampolit. Puuäädikast saadakse äädikhapet. Lahjendamatult on see kange ja ohtlik vedelik. Äädikhapest valmistatakse söögiäädikat, mis on ligikaudu 3% line äädikhappe vesilahus.

Destilleerimisklaasi jäänud must tahke aine on puusüsi.



Joonis 35.  
Puu kuivdestillatsioon.

Suurel viisil saadakse kõiki neid aineid tehastes, kus puu kuivdestillatsioon toimub metallist kuumutamiskoobes ehk retortides.

**P u u s ü s i** on üks süsiniku esinemiskujusid.

Puhas süsinik on veel tahm ehk nõgi, mida samuti saadakse orgaaniliste ainete mittetäielikul põlemisel. Suuremal hulgal saadakse tahma õlidest ja gaasidest. Nõukogude Liidus toodetakse tahma aastas 15 000 t ümber. Seda tarvitatakse värvide ja lakkide valmistamiseks ning kunstliku kummi saamiseks.

Looduses leidub süsinikku puhtal kujul teemandidina ja grafiidina.

Uhe ja sama lihtaine esinemist mitmel kujul nimetatakse allotroopiaks. Süsinik on allotroopne aine. Allotroopne on ka hapnik, sest ta esineb hariliku hapnikuna ( $O_2$ ) ja osoonina ( $O_3$ ), samuti on fosfor allotroopne aine.

**Süsinik looduses.** Looduses leidub süsinikku veel mineraalsütes ja turbas. Ka põlevkivi sisaldab süsinikku, niisamuti nafta, mis on süsiniku ja vesiniku ühendite segu.

Mineraalsöed on tekkinud taimedest, millede jäänused katkusid liiva- ja savikihtidega ja söestusid hapniku juurdepääsuta suure rõhumise all kõrges temperatuuris. Nende taimeset päritolu tõendavad söelademetes leiduvad taimede jäänused.

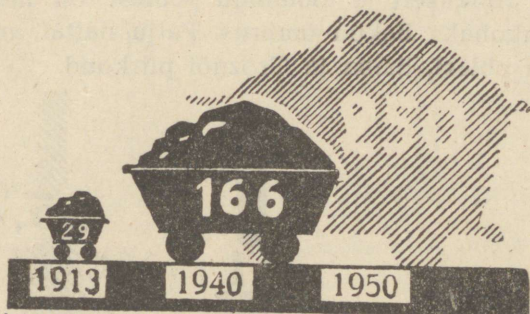
Maa sees asuvad mineraalsöed mitmesuguse paksusega kihtidena enamasti savi- ja liivakihtide vahel. Mineraalsüte kättesaamiseks kaevatakse maa sisse suured käigud — kaevused.

Kõige süsinikurikkam mineraalsütest on antratsiit, milles on süsinikku üle 90%; kivisüsi sisaldab üle 80% ja pruunsüsi 70% ümber süsinikku.

Nõukogude Liidu mineraalsüte tagavarad on ammutamatud. Praegu oleval andmeil ulatuvad nad 1500 miljardi ton-

nini. Kuid kaugeltki kõik leiukohad pole veel lõplikult uuritud ja teisi on veel kindlasti avastamata. Tähtsamad söelademed on Donetsi basseinis (Donbassis), Kuznetski basseinis (Kuzbassis), Petšora vesikonnas ja Moskva lähedal. Viimastest saadakse pruunsütt.

Kuivaetamisel annab mineraalsüsi valgustugaasi ja kivisöetõrva, jättes jäägina koksi, milles on süsinikku 94—96%. Koksi tarvitatakse põletusainena. Eriti suur tähtsus on tal metallide saamisel maakidest. Nõukogude Liidus



Joonis 36. Kivisöe toodang miljonites tonnides.

töötavad määratu suured tehased koksi põletamiseks. Seejuures saadav gaas läheb koksiahjude kütteks, vedelad produktid saadetakse aga ümbertöötamiseks keemiatehastesse. Neist valmistatakse väärtuslikke riidevärve, ravimeid ja lõhkeaineid.

Põlevkivi on tekkinud meres kasvanud organismidest. Tema peamised leiukohad on Nõukogude Eestis, Leningradi oblastis, Uuralis ja Siberis.

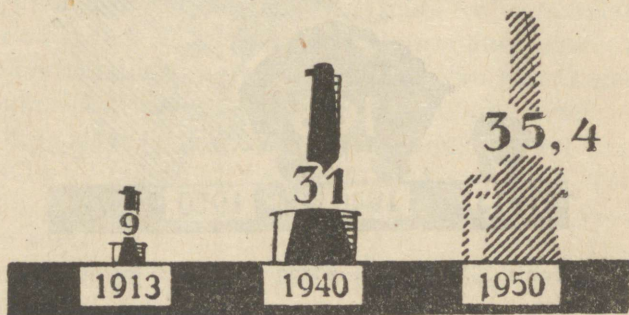
Põlevkivi kuivaetamisel saadakse põlevkivi-gaasi ja tõrva-sarnast õli. Sellest saab kütteõlised, mootorõlised ja bensiini. Jääk annab katusetõrva ja pigisar-

nast bituumenit, mida kasutatakse teede ja tänavate sillutamiseks. Peale selle saadakse veel desinfitseerimisvahendeid — fenooli ja karboliineumi.

**Nafta.** Sügavas maapõues on taimede ja loomade jäänustest kõrge rõhu ja kuumuse koostööl tekkinud maaõli ehk nafta. Nafta ja tema saadused on asendamatuks kütteenaine mootorites, mida kasutatakse autode, traktorite ja lennukite käimapanekuks.

Naftavarude poolest on maailmas esikohal Nõukogude Liit. Temale järgnevad USA, Irak, Rumeenia ja teised maad.

Varude rohkuselt ja toodangu poolest on meil tähtsaks leiukohaks Bakuu ümbrus. Palju naftat annavad ka Kuibõševi oblast, Emba ja Groznõi piirkond.



Joonis 37. Nafta toodang miljonites tonnides.

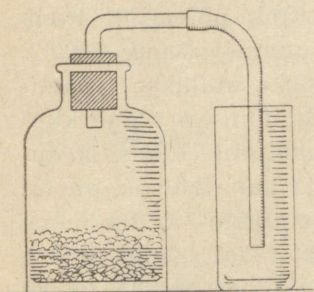
Turbavarude poolest on NSVL rikkaim maailmas. Gaasilistest süsinikuühenditest tunneme süsihappesgaasi ehk süsinik-dioksüüdi, mis tekib põlemisel ja hingamisel:  $C + O_2 = CO_2$ .

Kõrgelt hinnates kütteenainete tähtsust riiklikus elus, määras NSVL Ülemnõukogu 18. märtsil vastu võetud stalinlikus viisaastaku plaanis tõsta kütteenainete tootmist 1950-ndaks aastaks järgmiselt:

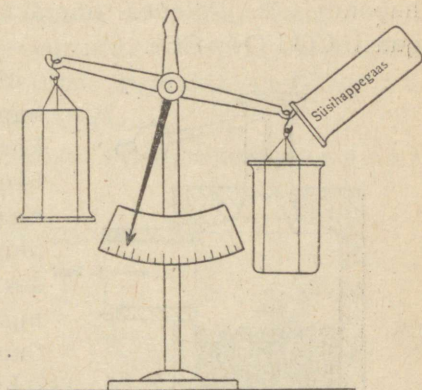
kivisüsi — 250 miljonit tonni, ehk 51% rohkem ennesõja aegsest toodangust;

nafta — 35,4 miljonit tonni, mis on 14% võrra enam ennesõjaaegsest toodangust.

Nõukogude Eestis tõsta põlevkivitoodang 8,4 miljonile tonnile ehk neljakordseks võrreldes ennesõjaaegse toodanguga.



Joonis 38. Süsihappegaasi saamine.



Süsihappegaas on õhust raskem.

### Süsihappegaasi saame järgmisel teel:

1. Paneme keeduklaasi lubjakivi-tükikesi ( $\text{CaCO}_3$  — süsihappu kaltsium) ja valame neile soolhapet. Tekib järgmine reaktsioon:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ . Saame kloorkaltsiumi, vee ja süsihappegaasi.

Kogume süsihappegaasi lahtisse klaasnõusse. See on võimalik, sest  $\text{CO}_2$  on õhust raskem.

2. Juhime süsihappegaasi lubjavette. See muutub sogaseks. Sadestub süsihappu kaltsium ( $\text{CaCO}_3$ ).

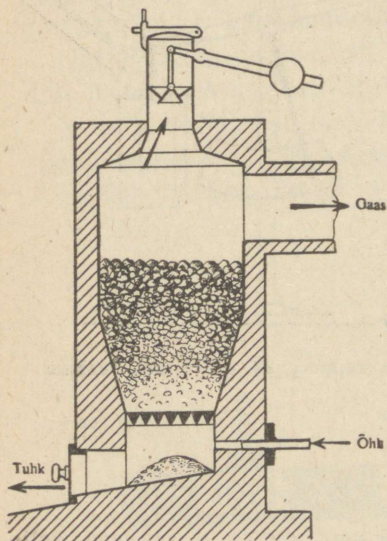
3. Pistame põleva pիրru nõusse süsihappegaasiga. Tuli kustub.

4. Kuna süsihappegaas on õhust raskem, saab teda ühest klaasist teise valada.

Paneme põleva küünla klaasi ja valame sinna süsihappegaasi. Küünal kustub.

Süsihappe-gaas tekib hapniku ühinemisel süsinikuga põlemise ja hingamise puhul. Väljahingatavas õhus on teda 4%. Tal pole värvi ega lõhna. Ta on õhust 1,5 korda raskem.

Kui põlemisel pole küllaldast õhu juurdevoolu, tekib mürgine karm ehk vingugaas. See on süsinikuhapend CO. Põledes annab süsinikuhapend süsihappegaasi:  $\text{CO} + \text{O} = \text{CO}_2$ .



Joonis 39. Gaasigeneraator.

**Generaatorigaas.** Süsinikuhapendi (CO) põlemisel tekib kõrge kuumus (kuni 1400°). Seepärast kasutatakse süsinikuhapendit ühtlase kõrge kuumuse saamiseks klaasitööstuses. Eriti suur tähtsus on tal aga mootorite kütteinena. Suuremal hulgal saadakse selleks süsinikuhapendit gaasigeneraatoris.

Generaatorisse pandud puud või koks süüdatakse alt põlema ja ventilaatori abil juhitakse generaatorisse tugev õhuvool. Kütteaine põledes tekib algul süsihappe-gaas. Põlemise jätkudes algab aga ülemistes kihtides süsinikuhapendi tekkimine.

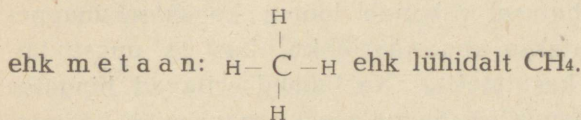
Nii koguneb generaatori ülemisse ossa süsinikuhapendi segu mõnede teiste puu või kivisöe kuivdestillatsioonigaasidega. Seda segu kutsutakse generaatorigaasiks ja teda tarvitatakse peamiselt mootorite kütteinena. Uut põletusmaterjali pannakse generaatorisse läbi ülemise ava, mis on suletud kahe kaanega. Esmalt avatakse ülemine kaas, täidetakse ruum selle ja alumise kaane vahel. Pärast ülemise kaane sulgemist avatakse alumine koonuselaadi-

line kaas ja kütteaine langeb generaatorisse. Nii ei pääse mürgine süsinikuhapend välja.

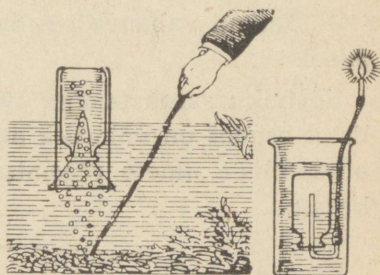
Generaatoris tekkiv gaas juhitakse toru kaudu küttekol-  
desse või mootoris.

Süsinikuhapendit ehk süsinikoksüüdi on märgataval hul-  
gal suurlinnade õhus (kuni  $40 \text{ cm}^3$   $1 \text{ m}^3$  kohta). Teda tekita-  
vad autode ja teiste liiklemisvahendite mootorid väljalaske-  
gaaside kaudu. Vingugaas mõjub organismisse mürgina:  
juba  $0,05\%$  CO õhus on hädaohtlik.

Süsiniku ühendeist vesinikuga on tuntuim soogaas



Kui asetada umbjärve või mõne muu taimerikka vee-  
kogu mudasesse kohta vee-  
ga täidetud ja lehtriga va-  
rustatud pudel kummuli pöö-  
ratult ja segada sel kohal  
kepiga põhjamuda, tõuseb  
põhjast gaase, mis lehtri  
kaudu pudelisse tungivad.  
On gaasi küllalt kogutud,  
kõrvaldatakse lehter ja sule-  
takse pudel vee all korgiga. Veest võetud pudelit tuleb  
hoida kummuli. Vastasel korral võib gaas läbi korgi välja  
pääseda, kui kork küllalt märg ei ole.



Joonis 40. Metaani kogumine  
ja põletamine.

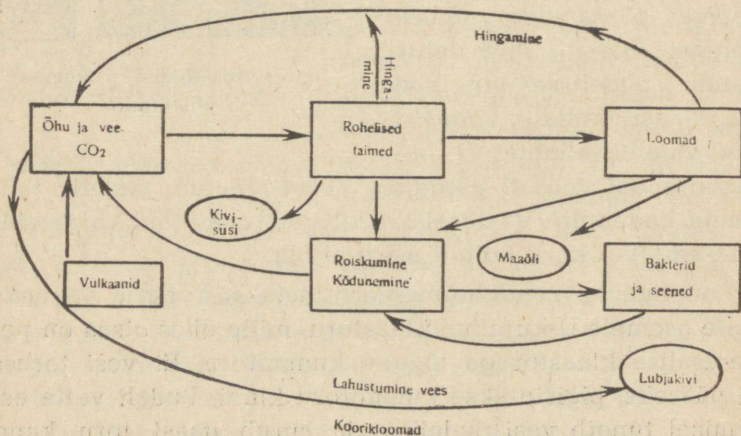
Pudelikaela vee all hoides eemaldatakse kork ja pannakse  
selle asemele U-kujuline klaastoru, mille ühes otsas on pee-  
neotsalise klaastoruga lõppev kummitoru. Et vesi torusse  
ei pääseks, pigistatakse kummitoru kinni. Pudeli vette ase-  
tamisel tungib vesi pudelisse ja surub gaasi toru kaudu  
välja. Väljuvat gaasi saab põlema süüdata.

Umbes olekus niiskuses kõdunedes ehk mültudes annavad taimede jäänused süsiniku ja vesiniku ühendi metaani, mida nimetatakse ka soogaasiks, sest teda tekib ka soodes. Soogaas põleb.

Süsinik on elusate organismide tähtsamaks koosteiniks. Teda sisaldavad kõik orgaanilised ained.

Looduses on süsinik alalises ringvoos. Taimed võtavad õhust süsihappegaasi ja assimileerivad selle. Niiviisi valmistatud orgaanilisi aineid söövad loomad. Ainevahetusel vabaneb looma kehas süsihappegaasi, mis hingatakse atmosfääriõhku, kust ta uuesti taimede poolt ära kasutatakse. Ka taimed eritavad hingates  $\text{CO}_2$ . Samuti vabaneb süsihappegaasi organismide kõdunemisel.

Süsiniku sarnastamine ehk assimilatsioon taimede rohelistes osades on võimalik ainult päikese valgusel. Seega on orgaaniliste ainete põlemisel vabanev energia pärit päikeselt.



Joonis 41. Süsiniku ringkäik looduses.

## **Ulesandeid.**

1. Kirjeldada kuivaetamist.
2. Mispärast loetakse süsinikku allotroopseks aineks?
3. Mitme valentne on süsinik süsinikoksüüdis, -dioksüüdis?
4. Mispärast on võimalik süsihappe-gaasi ühest nõust teise valada?
5. Kirjeldada: a) küttureurba, b) kivisöe, c) põlevkivi saamist.
6. Mida saadakse: a) kivisöest, b) põlevkivist, c) naftast?
7. Kuidas saadakse generaatorigaasi ja milleks teda tarvitatakse?
8. Kui suur võib olla õhus süsihappe-gaasi protsent, et see tervist ei ohustaks?
9. Kuidas kasutatakse süsihappe-gaasi tööstuses?
10. Nimetada toitaineid, mis sisaldavad ainult süsinikku, vesinikku ja hapnikku.

## ORGAANILISED AINED

Orgaanilisteks aineteks nimetati varemail aegadel süsinikuühendeid, milledest on ehitatud taimede ja loomade elundid. Kuni XIX sajandi esimese veerandini arvati, et on kindel vahe ainete vahel, mida saadakse elusatest organismidest, ja eluta ehk mineraalainete vahel. Oldi arvamisel, et orgaanilised ained ei allu üldistele keemiaseadustele, ja peeti nende tekkimise põhjustajaks salapäraselt „elujõudu“, mille lähteallikaks pidi olema mingi kõrgem olend. Alles pärast seda, kui õnnestus laboratoorselt valmistada orgaanilisi ühendeid, hajus see vaade. Kadus usk „elujõusse“, selgus, et ka orgaanilised ained alluvad teiste ainete kohta kehtivaile keemia seaduspärasustele, et neid saab valmistada anorgaanilistest ainetest ilma ühegi „elujõu“ või mõne muu müstilise vahendi osavõtuta.

Praegu nimetatakse orgaanilisteks aineteks süsinikku sisaldavaid ühendeid, vaatamata sellele, kas nad on organismide elutegevuse saaduseks või on valmistatud kunstlikult. Süsinikuühendite arv on väga suur. Praegu tuntakse neid üle miljoni. Anorgaanilisi aineid tuntakse vaid 30 000 ümber. Seepärast ongi orgaaniliste ainete tundmaõppimine kujunenud iseseisvaks keemia haruks — orgaaniliseks keemiaks.

Orgaaniline keemia on seega süsinikuühendite keemia. Ainult element süsiniku ja tema lihtsamate ühendite kirjeldus (neist on tähtsamad süsihappegaas, süsihapud soolad ehk karbonaadid, süsiniku ühendid metallidega ehk karbiidid jmt.) ei kuulu orgaanilise keemia valda.

Orgaanilistel ühenditel on väga suur praktiline tähtsus. Puu kuivdestillatsioon, maaõlide ümbertöötamine, kunstliku bensiini, kautšuki, kunstiidi ja plastiliste masside tootmine, toiduainetetööstus, seebi valmistamine, lõhkeainete-tööstus ja palju teisi tööstusharusid kasutavad lähteainetena süsinikuühendeid.

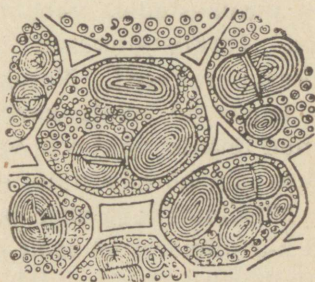
Inimese organismi elutegevuseks on orgaanilistest ainetest tähtsamad süsivesikud, valgud ja rasvad.

### Süsivesikud.

**Süsivesikuteks** nimetatakse esijoones tärklisi, suhkruid ja tselluloosi. Kõik nad koosnevad kolmest elemendist: süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Vesiniku ja hapniku aatomite arv nende molekulis on samasuguses vahekorras nagu vees: vesiniku aatomeid on molekulis kaks korda rohkem kui hapniku aatomeid. Sellest nende nimetuski.

Tärklis ja suhkur on lähteaineiks, millest saadakse kõik taime ja looma keha moodustavad koostained.

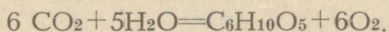
**Tärklis.** Roheliste taimede poolt süsiniku sarnastamisel valmistatav tärklis ja suhkur on kõigi organismide tegevuse aluseks. Tärklisi võib kergesti avastada taime rohelistes lehtedes, mida lühikestki aega on valgustatud. Pimedas hoitud lehtedes tärklisi ei leidu. Tärklise tekkimise protsess pole küll veel üksikasjaliselt valgustatud, aga üks on kindel: anorgaanili-



Joonis 42.

Tärklisterad taime seemnes.

sed ained — süsihappe-gaas ja vesi muunduvad valguse-energia mõjul krolöfülliterakestes orgaaniliseks aineks. See assimilatsiooni-protsess on keeruline, aga süsihappe-gaasi ja vee ühinemise lõpptulemusena tekib tärklis (harva suhkur), seejuures eraldub hapnikku:



Tärklise keemiline valem on  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ . Arv  $n$  on tundmata, sest tärklise molekuli täpset suurust ei teata. Seniste uurimiste järgi ei ulatu  $n$  üle 6.

Tärklis on taimerakkudes terakesteņa, millede suurus ja kuju üksikuil taimeliikidel on erinev. Mikroskoobilisel vaatlusel saab määrata tärklise päritolu. Eriti rikkalikult leidub tärklis taimede seemnetes, mugulates ja juurikates toidu-tagavarana.

Meil saadakse tärklis kartulitest. Selleks riivatakse või lõigatakse kartul nii peenikesteks liistudeks, et tärklisterakesed rakukestadest vabanevad. Saadud mass segatakse veega. Tärklisterakesed langevad kiiremini põhja kui rakukesta-osakesed. Natukese aja pärast valatakse vesi koos temas hõljuvate kartuliliblekestega teise anumasse. Settinud tärklis uhutakse veel kord ja vajaduse korral kurnatakse läbi hõreda riide, et teda kartuliosakestest puhastada. Niisamuti segatakse ja kurnatakse teise anumasse valatud kartulimassi, et sealt kõike tärklis kätte saada.

Valmistatud tärklis tuleb kohe kuivatada, sest märjalt seistes läheb ta hõlpsasti hallitama.

Tärklis on tähtsamaks toitaineks (leivas, kartulis, tanges). Puhtal kujul tarvitatakse teda toitude valmistamisel, pesu tärgeldamiseks ja siirupiks. Riisitärklisest valmistatakse puudrit.

Joodilahuses värvub tärklis siniseks. Soojendamisel kaob sinine värvus, tekib aga segu jahutamisel uuesti. Seda omadust kasutatakse tärklise olemasolu kindlakstegemiseks toiduainete uurimisel.

Vees keetmisel muutub tärklis sültjaks massiks — t ä r k -  
l i s k l i i s t r i k s. Katse joodilahusega näitab, et kliistris  
tärklise koosseis pole muutunud. Tärkliskliistrit tarvitatakse  
harilikult paberi kleepimiseks.

Umbes 200° kuumuses muutub tärklis pruunikaks d e k s -  
t r i i n i k s. Dekstriini ehk taimeliimi saadakse ka salpeeter-  
happega niisutatud tärklisest seda kuni 140°-ni soojendades.  
Dekstriin lahustub vees. Teda tarvitatakse raamatuköitmi-  
sel, postmarkide liimina ja kompvekitööstuses.

**Suhkrud.** Tärklis ei lahustu vees. Ta ei pääse ühest taime  
osast teise. Samuti ei saa teda looma organism otseselt  
omastada. Tärklis peab enne lahustuvaks suhkruks muutu-  
ma. See toimub nii taimede kui ka loomade kehas.

Looma seedimiselundeis muutub tärklis suhkruks süljes ja  
kõhunäärme mahlas sisalduva fermendi p t ü a l i i n i mõjul.  
Hästi mälutud leiba suus hoides võime tunda, et ta on  
muutunud magusaks, sest leiva tärklis muutus suhkruks.

Samuti saab tärklist t e h n i l i s e l t e e l suhkruks ümber  
töötada. Selleks on kaks võimalust.

Kui tärklist keeta lahjendatud sool- või väävelhappega,  
muutub ta g l ü k o o s i k s ehk v i i n a m a r j a s u h k -  
r u k s ( $C_6H_{12}O_6$ )n, mis on oma nime saanud sellest, et teda  
leidub võrdlemisi suurel määral viinamarjades.

Lahjendatud hapete abil tärklisest suhkrusiirupi valmistamiseks võe-  
takse ühe kg kuiva tärklise kohta kolm liitrit vett, millele lisatakse  
18 g kontsentreeritud väävelhapet. Lahjendatud väävelhapet läheb roh-  
kem, näit. 20%-list 90 g. Segu keedetakse tasasel tulel pikemat aega.  
Siis lisatakse kriiti või peenendatud puhast paasi. Neis sisalduv kaltsium  
seob väävelhappe:  $H_2SO_4 + CaCO_3 = CO_2 + CaSO_4 + H_2O$ . Tekib kips, mis  
sadestub. Selgunud vedelik valatakse pealt ära ja keedetakse paksuks  
siirupiks.

Tärklist saab suhkruks muuta ka linnastes sisalduva fer-  
mendi d i a s t a s i abil, mis tekib terade idanemisel.

Selleks võetakse 1 kilogrammi tärklise kohta 2,5 l vett ja umbes  
150 g jahvatatud linnaseid. Segu soojendatakse kuni 65°-ni. Kõrgema

temperatuuri juures kaotab diastaas oma suhkrustamisvõime. Umbes kahe tunni keetmise järel on tähtsuhkruks muutunud. Segu kurnatakse läbi hõreda riide, et linnasekesti eraldada. Siis keedetakse kurnatud segu siirupiks.

Sel teel tähtsuhkrust saadud suhkur on **m a l t o o s e h k l i n n a s e s u h k u r** ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). Ta lahustub vees kergesti ja tema vesilahus käärib pärmi mõjul.

Majanduslikult ja tööstuslikult tähtsamaid suhkruid on meil tarvitata **r o o - e h k p e e d i s u h k u r** (sahharoos —  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). Teda leidub taimedes varuainena, eriti suurel määral suhkrupilliroos ja suhkrupeedis. Sahharoos on kristalne aine. Ta lahustub vees hästi, sulab  $186^{\circ}$  temperatuuril. Kuumutamisel värvub roosuhkur pruunikaks ja muutub jahutudes poolläbipaistvaks **k a r a m e l l i k s**. Lahja happega keetmisel laguneb roosuhkur glükoosiks ja **p u u v i l j a s u h k r u k s** ehk fruktoosiks ( $C_6H_{12}O_6$ ):

$C_{12}H_{22}O_{11}$  (roosuhkur) +  $H_2O = C_6H_{12}O_6$  (glükoos) +  $C_6H_{12}O_6$  (fruktoos). Nagu näeme, on fruktoosi ja glükoosi valem üks ja sama. Erinevad on nad molekuli ehituselt. Hape ei võta reaktsioonist osa, ta ainult kiirendab seda **k a t a l ü s a a t o r i n a**, nagu mangaan-ülihapend hapniku saamisel Berthollet' soolast.

Fruktoosi leidub magusates puuviljades.

Tsaariaegsel Venemaal kasvatati suhkrupeeti ja toodeti suhkrut ainult Ukrainas ja Mustmulla keskrajoonis. Nõukogude Liidus on loodud uued laialdased suhkrupeedi külvija suhkrutööstuse alad Volga ümbruses, Baškiiri autonoomses vabariigis, Kaukaasias, Kazahstani NSV-s, Kirgiisia NSV-s, Lääne-Siberis ja Kaug-Idas.

Suhkrupeedist suhkru saamiseks lõigatakse puhastatud peedid peenikesteks viiludeks, milledest suhkrumahl välja keedetakse või erilistes aparaatides — difusoorides — sooja veega välja uhutakse. Saadud mahl sisaldab peale suhkru suurel määral kõrvalisi aineid. Neist puhastatakse teda lubja ja süsihappegaasi abil. Puhastatud mahl aurutatakse siirupiks, millest edasisel töötlemisel saadakse kristalne suhkur.

Laktoosi ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) ehk piimasuhkrut leidub imetajate piimas 3—5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Tema valem sarnaneb sahharoosi omaga. Erinevad omadused tulevad ka siin molekuli ehitusest. Piimasuhkur lahustub vees raskemini kui roosuhkur. Teda saadakse kõrvalsaadusena juustu valmistamisel ja tarvitatakse peamiselt väikelaste lisatoitmisel. Kodusel teel võib laktoosi saada petipiimast, soojendades seda aurutamise teel ja lastes jahtuda. Sadestub piimasuhkur.

Keefiri valmistamisel käärib piimasuhkur, andes alkoholi ja süsihappe-gaasi. Hobusepiima käärimisel saadakse kumõssi.

Suhkrud etendavad tähtsat osa nii igapäevases elus kui ka toiduainete- ja keemiatööstuses.

**Tselluloos.** Taimerakkude seinad koosnevad kiudainest ehk tselluloosist ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>x</sub>. Nimetus tselluloos on tuletatud ladinakeelsest sõnast cellula — rakk. Tselluloosi valem sarnaneb tärklise omaga, aga tema molekul on palju suurem. Mõnedes taimedes esineb tselluloos peaaegu puhtal kujul, enamasti on ta aga ühendatud teiste ainetega. Tähtsaim neist on puund ehk ligniin (lignum tähendab ladina keeles puit). Haavavatt näiteks on puhas tselluloos, lina- ja kanepikiud sisaldavad rohkem lisaaineid, puidus on aga ligniini võrdlemisi suurel määral.

Tselluloos on tähtsamaks tooraineks paberi valmistamisel. Peale selle valmistatakse tselluloosist kunstiidi, lõhkeaineid ja lakkisid. Tselluloidina tarvitatakse teda tarbe- ja iluasjade valmistamiseks ning foto- ja kinofilmideks. Et tselluloid on kergesti süttiv, seepärast tuleb temast valmistatud esemete tarvitamisel olla ettevaatlik tuleohu vältimiseks.

Lähteaineks tselluloosi saamisel on peenendatud puumass, millest eraldatakse ligniin. Selleks keedetakse tselluloosi kõrgel rõhumise all naatriumleelise ja naatriumsulfiidiga,

saades nn. sulfaattselluloosi, mida kasutatakse paberi valmistamisel.

Suurel hulgal tarvitatakse tselluloosi kunstkiudainete saamiseks. Selleks töödeldakse teda esmalt sööbe-naatriumiga (NaOH) ja seejärel väävelsüsinikuga (CS<sub>2</sub>). Neis lahustub tselluloos ja muutub venivaks viskoosiks. Seda pressitakse läbi juuspeente augukeste nõusse väävelnaatriumi lahusega, kus ta tahketeks niidikesteks tardub. Tselluloosist saadav kunstsiid sarnaneb väliste omaduste poolest siidiliblika valmistatud siidiga, erineb aga keemiliselt koostiselt, sest looduslik siid sisaldab lämmastikku.

Toiduainete pakkimiseks tarvitatavat läbipaistvat tsellofaani saadakse viskoosist, millele antakse paberilehtede kuju.

Lämmastik- ja väävelhappe mõjul muutub tselluloos nitrotselluloosiks, mis kergesti plahvatab. Sellest saadakse tugevajõulist lõhkeainet — püroküllini ehk paukpuuvilla. Seda glütseriinis lahustades valmistatakse lõhkeželatiini, millest omakorda saadakse suitsuta püssirohtu.

Tselluloosist saadakse veel puusuhkrut ja viinpiiritust.

100 g puuainet annab umbes 66 kg toorest puusuhkrut, millest saadakse kuni 30% puhast kristalset viinamarjasuhkrut; ülejäänud osa töödeldakse viinpiirituseks või söödapärmiks, mis on tähtis loomasööda lisa suure valkude sisalduse tõttu.

Nõukogude Liidu lõpmatud metsatagavarad pakuvad piiramatud väljavaateid juba praegu ulatusliku tselluloositöötlemise edasiseks arendamiseks.

#### Ülesandeid.

1. Missugustest elementidest koosnevad süsivesikud?
2. Mispärast on neile niisugune nimetus antud?

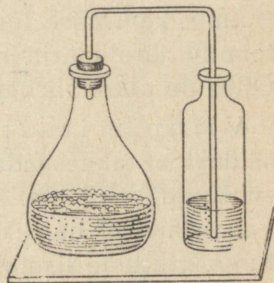
3. Kirjeldada tärgklise tekkimist taimes.
4. Kuidas saadakse tärgklisest tehnilisel teel?
5. Missugust tärgklise omadust kasutatakse taimsete toiduainete koostise uurimisel?
6. Kirjutada roosuhkru valem.
7. Missugust suhkrut saadakse tärgklise töötlemisel hapetega?
8. Kuidas saadakse tärgklisest maltoosi?
9. Nimetada tärgklise ja suhkru erinevusi.
10. Kirjeldada tselluloosi saamist.
11. Mida saadakse tselluloosist?

### Käärimine.

Viinamarjasuhkru ja puuviljasuhkru lahus läheb lahtiselt seistes hõlpsasti käärima: lahus hakkab vahutama ja kihi-sema. See on tunnuseks, et vedelikust eraldub mingit gaasi. Käärimise tekitajaks on pärmiseenekestes tekkiv  $e n s ü m$ . Pärmiseenekesed on pärimi olulisemaks osaks. Õhus leidub neid ka metsikult. Sattunud suhkrulahusesse, hakkavad nad jõudsasti kasvama ja paljunema.

Lahustame pooles liitris vees 50 g mett või suhkrut. Lahusele lisame teelusikatäie peenikesteks tükkideks tehtud pärimi. Valame segu kolbi, suleme selle klaastoruga varustatud korgiga ja jätame sooja kohta seisma.

Mõne aja pärast näeme vedelikust gaasimullikesi eralduvat: on alanud käärimine. Juhime käärivast vedelikust eralduvat gaasi lubjavekke: see muutub sogaseks. Eemaldame korgi ja pistame kolbi põleva pիրru: pիրd kustub. Käärimisel eralduv gaas muudab lubjavee sogaseks ega toeta põlemist. Järelikult tekib käärimisel süsihappe-gaasi.



Joonis 43.  
Käärimisel tekib süsihappe-gaasi.

Käärinud vedelik pole enam nii magus kui algul. Kui käärimine juba mõne päeva on kestnud, siis võib maitse ja sageli ka lõhna järgi ära tunda alkoholi.

Kokkuvõttes võime öelda: käärimisel muutub viinamarja- või puuviljasuhkur alkoholis ja süsihappe-gaasiks:  $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2$ .

Alkohol on organismidele mürgiks. Tema hulga tõustes käärivas vedelikus langeb ka pärmiseenekeste elutegevus ja kui alkoholi on ligikaudu 16%, hukuvad nad täiesti.

Tähtsamaid alkoholse käärimise saadusi meil on õlu, vein ja piiritus.

Õlut valmistatakse harilikult otradest. Selleks lastakse neid idaneda. Idanemisel tekib odraterades ferment diastasaas, mille mõjul tärklis muutub maltoosiks. Kuivatatud ja jämedaks jahuks jahvatatud linnastele valatakse kuuma vett, mis kiirendab tärklise muundumist suhkruks. Saadud magus vedelik (meski) kurnatakse ja talle lisatakse humalavett, mis annab meskile mõrkja maitse ja takistab teda hapuks minemast.

Jahutatud meskile lisatakse pärm. See kutsub esile alkoholse käärimise. Seejuures tekivad süsihappe-gaas paneb kääriva õlle vahutama.

Enne käärimise lõppemist valatakse õlu vaatidesse, kus toimub järelkäärimine ja õlu küllastub süsihappe-gaasiga. Õlles on alkoholi harilikult 2,5—5%.

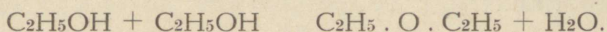
Viinpiiritust aetakse kõigist tärklisest ja suhkrust sisaldavaist taimesaadustest, nagu rukis, nisu, oder, mais, riis, suhkrujäätmed jne. Meil kasutatakse lähteainena piirituse valmistamisel harilikult kartulit. Veeaurus pudruks keedetud kartulitele lisatakse linnaseid. Neis sisalduva diastaasi mõjul muundub tärklis suhkruks, nagu eespool selgitatud. Jahtunud meskile lisatav pärm paneb selle käärima. Piirituse saamiseks destilleeritakse käärinud vedelikku ja eraldatakse sel teel alkohol veest. Alkoholi keemistemperatuur on 78° ja ta aurustub madalamal temperatuuril kui vesi. Destilleerimisel saadud piiritus sisaldab mürgiseid puskariõlisid. Neist vabastamiseks töödeldakse piiritust kustuta-

mata lubjaga ja aetakse läbi söekurnade. Nii saadakse kuni 90<sup>0</sup>/o-list piiritust.

Takistades toitainete lahustumist, pidurdab alkohol seedimist. Tunginud verre, ühineb ta seal hapnikuga, tekitades süsihappe-gaasi ja vett. Seega halvab alkohol organismi elutegevust.

Viinpiiritust tuntakse juba igivanast ajast. Praegu on ta omandanud suure tähtsuse tööstuses ja ravimite valmistamisel.

Kange (kontsentreeritud) väävelhappe abil, mis võtab kahelt piirituse molekulilt ühe molekuli vett, saadakse viinpiiritusest väävel- ehk harilikku e e t r i t:



Eeter on värvitu, kerge (erikaal 0,74) uimastava lõhnaga ja põletava maitsega vedelik. Ta keeb juba 35° temperatuuril ja ta aurud plahvatavad väga kergesti. Vees lahustub ta raskesti, viinpiirituses aga hästi. Teda tarvitatakse rasvade ja valkude lahustamiseks ja operatsioonide puhul tuimastava vahendina ning ka uinutina. Eetri ja viina segu kutsutakse rahvasuus lijkvaks.

Viimasel ajal tarvitatakse Nõukogude Liidus piiritust sünteetilise kautšuki saamiseks.

Tehniliseks otstarbeks kasutatav piiritus d e n a t u r e e r i t a k s e: mitmesuguste lisandite abil muudetakse ta mürgiseks ja maitset vastikuks.

Käärimisel põhjenevad ka mitmed h a p n e m i s n ä h t u s e d koduses majapidamises. Nii tekitavad piima hapnemist piimahappe-bakterid, kes toituvad piimasuhkrust. Käärimisel muutub see piimahappeks, siingi eraldub süsihappe-gaasi nagu alkoholsel käärimisel.

Piimahappe-bakterid valmistavad piimahapet ka teistest suhkrut sisaldavatest ainetest. Seda kasutatakse majapidamises, sest hapus keskkonnas säilivad mõned toidud pare-

mini kui muidu. Piimahappe-bakterite abil saame värskest kapsast hapukapsa, hapendame kurke.

Ka leivataigen hapneb ja kerkib bakterite mõjul. Leivataignasse satub nii piimahappe-baktereid kui ka pärmiseenekeksi, mis tekitavad käärimist. Käärimisel eraldub süsihappe-gaasi. See otsib endale taignast väljapääsu ja kergitab sellega taignat. Ahju kuumus hävitab pisikud. Süsihappe-gaas paisub kuumuses ja tõstab leiba veel rohkem. Ka käärimisel tekkinud alkohol lahkub leivast ja mõjutab omaltki poolt leiva kohedaks muutumist. Jahus sisalduv tärklis muutub kuumuses dekstriiniks ja tekitab läikiva kõva kooriku.

Äädikhappe saamiseks kasutatakse samuti baktereid. Nimelt eritavad äädikhappe-bakterid fermenti, mille mõjul alkohol hapendub äädikhappeks. Sattudes lahtiselt seisvasse veini, arenevad nad jõudsasti, tekitades tiheda kile veini pinnal. Pinnale kogunevad nad seepärast, et sealt saavad hapnikku. Niiviisi saadud äädikat nimetatakse veiniäädikaks.

Tööstuses tarvitatavat äädikhapet saadakse puu kuivdestillatsioonil tekkivast tõrvaveest, mida töödeldakse kustutatud lubjaga ja väävelhappega.

Praegu valmistatakse äädikhapet suuremal hulgal sünteetiliselt atsetüleenist.

Äädikhapet tarvitatakse maitseainena, toiduainete konservimiseks, värvide ja ravimite valmistamisel. Äädikhappe saadusteks on muude hulgas ka tuntud palavikku-vähendavad ja valu-vaigistavad ravimid aspiriin ja fenatsetiin.

Äädikhape annab soolasid nagu teisedki happed. Ta alumiiniumi-, raua- ja vasesooli kasutatakse peitsimisvahendina.

## Ulesandeid.

1. Mida tekib suhkru käärimisel?
2. Kirjeldada õlle, viinpiirituse valmistamist.
3. Kuidas mõjub alkohol organismile?
4. Kuidas tarvitatakse alkoholi tööstuses?
5. Nimetada piimahappelise käärimise saadusi.
6. Mida saadakse äädikhappelisel käärimisel?

## Rasvad.

Rasvad on tähtsaks varuaineks nii taimede kui loomade kehas. Loomadel on rasva kõigis elundeis, peamiselt siiski naha all. Et rasv on halb soojusejuht, kaitseb rasvakiht külmas kliimas elavaid loomi külma eest. Enamik loomsetest rasvadest on harilikul temperatuuril tahked või pehmed. Ainult mõned on vedelad (kondiõli, kalamaksaõli). Harilikul temperatuuril vedelaid rasvasid nimetatakse õlideks. Loomseid rasvasid eraldatakse kudetest sulatamise teel. Taimeraskvad sisalduvad peamiselt seemnetes, kust neid pressimise teel eraldatakse. Nii saadakse oliiviõli, sojaõli, päikliõli, päevalilleseemne-õli ja linaseemne-õli. Viimasest valmistatakse värvimisel kasutatavat värnitsat. Tehniliseks otstarbeks ekstraheeritakse taimeõlised purustatud seemnetest rasva lahustavate vahenditega (bensiin, eeter, väävelsüsinik). Vees rasvad ei lahustu. Nad on veest kergemad.

Keemiliselt sisaldavad rasvad neidsamu elemente, millest koosnevad süsivesikudki. Rasvade hapniku-sisaldus aga on väiksem kui süsivesikuites ja rasva molekuli ehitus on keerulisem.

Seedimisel lagunevad rasvad sooltemahlas sisalduva fermenti lipaasi mõjul glütseriiniks ja rasvahapeteks, mis sapi kaastegevusel seebistuvad, nii et organism saab neid omastada. Looma organismile on rasvad varuaineteks ja energiaallikaks.

Rasva mõne alusega keetes saame seebi. Enamasti tar-

vitatakse selleks sööbenaatriumi (NaOH), mida nimetataksegi seebikiviks.

Võtame 100 cm<sup>2</sup> vett ja lahustame selles 5—6 g seebikava. Kaalume 30 g rasva, lisame sellele 25 g seebikivilahust ja keedame nõrgal tulel, kogu aeg segades. Aeg-ajalt lisame väikeste osadena kõik seebikivilahuse. Umbes poole tunni pärast on seebikivi rasvaga ühinenud seebiliimiks. Seepi saab seebiliimist keedusoola abil eraldada ehk välja soolata. Selleks lisame seebiliimile umbes 10 g keedusoola ja keedame segu veel mõni aeg. Keedusool vähendab seebi lahustuvust vees ja seep eraldub seebiliimist.

Meie harilikud seebid on naatriumseebid — nad on tahked. Peale selle on veel poolvedelat rohelist seepi. Selle valmistamiseks tarvitatakse taimerasva ja kaaliumseebikivi (KOH).

Pesemisel lahustab seep rasvasid, tungib mustusse ja aitab seda kõrvaldada. Seebivaht võtab endasse mustust ja viib selle endaga kaasa. „Kõva“ vesi takistab seebi vahustamist, sest seep ühineb vees sisalduvate lubja- või magneesiumiühenditega. Kargele veele lupja või soodat lisades muudame selle pehmeks ja seep vahutab hästi.

Rasvadele lähedane on ka v a h a, mida eritavad mõned putukad (esijoones mesilased) ja paljud taimed lehtede või viljade kaudu.

Rasvad on inimesele vajalikud toitainena. Et inimene eelistab teistele rasvadele võid, on hakatud valmistama margariini ehk kunstvõid. Algul tehti seda loomarasvast, praegu kasutatakse margariini valmistamiseks peamiselt taimerasvasid. Need on aga enamikus vedelad õlid. Neid hüdreeritakse, s.t. muudetakse uute vesiniku aatomite sissetoomise teel tahketeks. Margariini valmistamisel antakse kunstvõile piima lisamisega või maitse ja lõhn. Rasvade sisalduselt asendab margariin võid, kuid temas puuduvad võis leiduvad vitamiinid.

Tehniliseks otstarbeks tarvitatakse rasva seebitööstuses, küünalde, linoleumi ja vahariide valmistamisel, lakkide ja värvide tööstuses.

#### Ulesandeid.

1. Nimetada taimi, millede seemneist saadakse taimeõlisid.
2. Missugune seedefement aitab kaasa rasvade lagundamisel?
3. Kirjeldada seebi valmistamist.
4. Missugune tähtsus on rasvadel toitainena?
5. Kuidas kasutatakse rasvasid tööstuses?

### Valgud.

Elavate organismide raku protoplasma koosneb peamiselt valkudest. Neid võime seepärast õigusega nimetada elukandjaks.

Valkusid valmistavad ainult taimed, nagu tärklistki. Loomad aga vajavad neid toiduna.

Valkude moodustumisel tekivad algul nende lihtsamad ühendid — a m i n o h a p p e d. Edasi tekivad juba valkained, mille koosseisu kuuluvad süsinik, hapnik, vesinik, lämmastik ja väävel ning vahel ka fosfor. Tähtsaimaks neist on lämmastik. Valkaine molekuli aatomite arv on väga suur ja ta on keerulise ehitusega. See raskendab tema tundmaõppimist, mistõttu seni pole teadlastel korda läinud valke sünteetiliselt saada.

Vees valgud täielikult ei lahustu. Kuumutamisel ja hapete mõjul nad kalgastuvad, muutudes kõvaks, tihedaks ja läbi-  
paistmatuks.

Lahustame kanamuna-valget 4—5 osas vees ja valame kahte katseklaasi. Kuumutame ühte neist piirituslambil. Munavalge kalgastub. Teise katseklaasi valame soolhapet. Ka selle mõjul kalgastub munavalge. Kui nüüd kalgastunud valgule lisame 0,2—0,4%-list soolhappe lahust ja pepsiini, muutub valk mõne aja pärast lahustuvaks; ta on lagunened amiinohapeteks. Sama nähtus kordub ka seedimisel: seedemahlade mõjul lagunevad valgud ja looma organism saab neid omastada.

Sisaldades kõiki keha ehitamiseks tarvilikke elemente, on valgud looma eluks tingimata vajalikud ja neid ei saa asendada teiste toitainetega.

Valke sisaldavad paljud toiduained, suuremal määral aga munad, loomaliha, juust, oad, herned ja kaeratangud.

Piimas on valkudest vees lahustuvat albumiini. Keetmisel ta kalgastub ja muutub lahustumatuks. Kui kooritud ja nõrgalt soojendatud piimale lisame pisut lahjendatud soolhapet või äädikat, läheb piim kokku, tekib valge sade. See koosneb peamiselt valkainest kaseiinist, mida ka juustuaineks nimetatakse, sest temast tehakse juustu. Kaseiin on ka kohupiima peaaaine.

Valkude hulka kuulub ka vere koosteaaine hemoglobiin ehk verevärvnik, mis sisaldab rauaühendeid ja on hapniku kandjaks kopsust kudedesse. Hemoglobiini side hapnikuga on ebapüsiv, lõtv, vingugaasiga aga püsiv, mille tagajärjel viimane mõjub inimorganismile mürgina.

Valkudega sarnanevad seedefermendid ptüaliin (süljes), pepsiin (maomahlas), trüpsiin ja lipaas (sooltes) ning idanevais seemneis tekkiv diastaaas.

Valkusid tarvitatakse toiduainete-tööstuses. Peale selle valmistatakse kaseiinist plastilist massi („kunstsarv“, gala-liit), mida tarvitatakse ilu- ja tarbeasjade tootmiseks.

Et valgud on asendamatud toiteained ning loomakeha saab neid ainult valgurikkast söödast, siis on koduloomadele odava valgurikka sööda muretsemine põhilise tähtsusega karjanduses. Sääraste valgurikaste söötade hulka kuuluvad liblikõielised taimed. Mõned pärmiseente liigid tekitavad suhkrulahuses, kuhu on lisatud ammoonsulfaadi soola, käärimisel alkoholi vaid vähesel määral, selle eest kasvab pärm enda mass tunduvalt. Nii saadakse puusuhkrust 99% söödapärm (mille kuivollus sisaldab 60% valku) ja ainult 1% alkoholi. Saadav söödapärm on esimese järgu tähtsusega valku-sisaldav sööt.

## Ulesandeid.

1. Nimetada valgurikkaid loomseid, taimseid toiduaineid.
2. Kuidas mõjub kuumutamine valkudesse?
3. Mis raskendab valkude saamist sünteetiliselt?
4. Missugused valgud seeditakse täielikumalt, loomsed või taimsed?
5. Kui palju valke vajab inimene päevas?
6. Miks on tähtis liha keetes see otsekohe kuuma vette panna?
7. Millest on tingitud asjaolu, et valkusid toidus ei saa asendada süsivesikutega ega rasvadega?

## Taimede ja loomade kehas valmivate ainete ringkäik.

Taimede rohelistes osades valmivad veest ja süsihappegaasist päikesevalguse kaasabil süsivesikud. Edasi tekivad rasvad ja valgud. Looma kehas võivad süsivesikud muutuda rasvaks, valgud muunduda teisteks valkudeks, aga loomad ise ei ole võimelised valmistama anorgaanilistest ainetest orgaanilisi. Nii sõltuvad loomad taimedest. Niihästi loomade kui ka taimede organismis tekib toitainete lagunemisel vett, süsihappegaasi ja teisi lagunemissaadusi. Loomade ja taimede sures lagunevad nende kehad veeks, süsihappegaasiks, lämmastikuühendeiks ja mineraalsooladeks. Neid lagunemissaadusi kasutavad taimed jälle oma keha ehitamiseks. Nii on ained pidevalt ringkäigus.

## Keemia tähtsus inimese elus.

Keemial on suur tähtsus tööstuses. Paljud looduslikud toorained annavad keemilisel töötlemisel väärtuslikkeprodukte. Lubjakivist saadakse lupja, maakidest metalle, põlevkivist õlisid, bensiini ja põlevat gaasi, kivisöest koksi, tõrva, valgustusgaasi ja mitmesuguseid õlisid; rasvast valmistatakse seepi, kartulist piiritust, puidust paberit. Keemiatööstused annavad happeid ja sooli, värvaineid, arstimeid, lõhkeaineid jm.

Põllumajanduses aitab mulla keemiline analüüs selgitada, missugused toitesoolad puuduvad põllupinnas ja mida tuleb põllule anda kunstväetiseks. Kunstväetisi aga toodavad keemiatööstused.

Kõik sõjaasjanduses kasutatavad lõhkeained ja sõja-mürkained on keemiatööstuse saadused.

Ka inimese igapäevases elus on igal sammul tegemist keemiaga ja keemiatööstuse saadustega. Tullitukud, priimustes põletatav petrooleum, äädikhape, sooda, mitmesugused küpsetuspulbrid, seep ja pesupulbrid, kõiki neid annab meile keemiatööstus.

**Keemiatööstuse arengust Nõukogude Liidus.** Tsaariaegsel Venemaal puudus keemiatööstus peaaegu täielikult. Nõukogude Liidus sai ta erilise tähelepanu osaliseks. On ju meie kodumaa rikas kõigist keemiatööstusele vajalikest toorainetest. Meil leidub määratud keedusoola, kaalisoola, fosforiitide, väävli ja teiste mineraalide lademeid; meie kivisöe-varud ja rauamaakide tagavarad on tohutud. Mõõtmatud võimalusi keemiatööstusele pakuvad meie otsatud metsad juba ainult oma puiduvarudega.

Kolme esimese viisaastaku jooksul asutati palju suuri keemiatööstusi. Nii rajati Solikamskis soodatööstus ja kaalining lämmastikväetiste tööstus. Väävelhapet toodetakse Uuralis ja Kazahstanis, fosfaate Leningradi oblastis. Peale selle toodab rida tööstusi kunstiidi, plastilisi masse, lämmastikväetisi õhulämmastikust, sünteetilist kautšukit kartulipiiritusest jm.

Võrreldes 1913. aastaga suurenes keemiline tootmine 1940. aastaks seitsmekordselt ja NSV Liit tõusis keemiatööstuse poolest teisele kohale maailmas.

Keemiatööstusele antakse ta suure tähtsuse tõttu vääriline koht neljandas viie aasta plaanis. 1950. aastal ületab keemiatööstuse toodang sõjaeelse taseme poolteisekordselt. Erilist tähelepanu leiab lämmastikväetiste, fosforvää-

tiste, väävelhappe, sooda ja aniliinvärvide tootmine. Kõigil neil aladel rajatakse uusi tööstusi. Fosfaatväetiste tootmine tõuseb 2 korda, lämmastikväetiste tootmine 1,8 korda, võrreldes 1940. aastaga. Luuakse uusi tööstusi söe- ja naftasaaduste töötlemiseks. Suurendatakse plastiliste masside ja pabermassi ning paberi tootmist. Keemiatööstuse arendamine rajatakse uusima tehnika alusele.

Nõukogude Eestis taastatakse põlevkiviutmise tehased ja rajatakse uusi, ehitatakse ja rakendatakse tegevusse põlevkivist gaasi tootmise tehased.

**Silmapaistvamad vene keemikud.** Keemia edusammudeks on oma avastustega palju kaasa aidanud vene keemikud. Ulemaailmse tähtsusega neist on Lomonossov ja Mendelejev. Lomonossov (vt. lk. 31) avastas aine säilivuse seaduse. Veel suuremad on Mendelejevi teened.

Dmitri Mendelejev (1894—1907) märkas, et keemiliste elementide omadused on seoses aine aatomkaaluga. A. 1869, valmistudes loenguile Peterburi (nüüd Leningradi) ülikoolis, mõtles Mendelejev selle üle, missuguses järjekorras jutustada üliõpilastele elementidest. Kui kirjeldada algul kõiki metalle, siis satuvad kõrvuti niisugused ained, millel ei ole peaaegu midagi ühist; näit. väärismetall kuld õhus ega vees ei muutu, kaalium aga süttib vees. Kui aga ühendada ühte rühma kõik gaasid, siis osutuvad naabriteks põlev vesinik, lämmastik, mis harilikes tingimustes ei anna üldse ühendeid, ja mürgine kloor.

Grupeerides elemente aatomkaalude tõusvas järjekorras, koostas Mendelejev tabeli, kuhu ta kandis kõik (tol ajal 60) tuntud elemendid. Tabeli koostamisel avastas Mendelejev väga huvitava nähtuse: elementide omadused korduvad mõne vahemaa tagant. See tähendab, et elemendid jagunevad sugulusrühmadeks. Nii näiteks on mitmeti sarnased metallid naatrium ja kaalium (Mendelejevi tabelis 11. ja 19. kohal), samuti magneesium ja kaltsium (12. ja 20. kohal) jne.

Aga tabelisse jäi ka tühje kohti. Mendelejev oli kindlal arvamusel, et tulevikus avastatakse elemendid, mis oma aatomkaalu järgi sobivad neile kohtadele. Ta näitas isegi ära nende ainete omadused. See ennustus läks täide: enamik tabelis puuduvaid elemente ongi juba avastatud ja nende omadused on tõepoolest niisugused, nagu Mendelejev neid kirjeldas.

Mendelejevi töö on suurepäraseks näiteks sellest, kuidas teadus vallutab loodust ja avastab seaduspärasusi loodusnähtustes sealgi, kus neid ei näi hoopiski olevat.

## SISUKORD

	Lk.
<b>1. Anorgaanilisest keemiast</b> . . . . .	3
Keemilistest ainetest ja nende muutumisest . . . . .	3
Vesi . . . . .	9
Hapnik . . . . .	17
Vesinik . . . . .	20
Aine ehitus . . . . .	22
Hapendumine . . . . .	35
Õhk . . . . .	39
Lämmastik . . . . .	41
<b>Metallid ja nende ühendid</b> . . . . .	46
Naatrium . . . . .	46
Kaalium . . . . .	50
Kaltsium . . . . .	52
Alumiinium . . . . .	53
Raud . . . . .	55
<b>Värvilisi metalle</b> . . . . .	61
Vask . . . . .	62
Hõbe . . . . .	63
Elavhõbe . . . . .	63
Kuld . . . . .	64
Plaatina . . . . .	65
Tsink . . . . .	66
Tina . . . . .	66
Seatina . . . . .	67
Metallide üldisi omadusi . . . . .	68
<b>Mittemetallid ja nende ühendid</b> . . . . .	70
Fosfor . . . . .	70
Väävel . . . . .	72
Kloor . . . . .	73
Süsinik . . . . .	77

	lk.
<b>II. Orgaanilised ained</b> . . . . .	86
Süsivesikud . . . . .	87
Käärimine . . . . .	93
Rasvad . . . . .	97
Valgud . . . . .	99
Taimede ja loomade kehas valmivate ainete ringkäik . . . . .	101
Keemia tähtsus inimese elus . . . . .	101

## Tähelepanuks.

Trükitehnilistel põhjustel ei olnud võimalik trükkida keemilistes valemis näitajaid (indekse) õiges asendis: nad on kõrgemal kui peab olema. Nimelt tuleb indeks niiviisi kirjutada, et pool numbrist asuks reast madalamal, näiteks  $H_2O$ . Tahvlil ja vihku kirjutamisel tuleb seda silmas pidada.

Vastutav toimetaja Joh. Käis.

Ladumisele antud 28. VI 1946. Trükkimisele antud 20. VII 1946. a. Trükiarv 22 000. Paber  $56 \times 79$ ,  $1/16$ . Trükipoognaid 6,75. Trükitähti trükipoognas 31 008. Arvutuspoognaid 5. MB-04620. Tellimise nr. 734. Trükikoda „Punane Täht“, Tallinn, Pikk tn. 54.

---

На эстонском языке.

Г. Рейяль, Химия для VII класса.





