

EESTI NSV
PEDAGOOGIKA TEADUSLIKU UURIMISE INSTITUUT

V. RATASSEPP

MATERJALE
ANORGAANILISTE AINETE
PÕHIKLASSIDE KÄSITLEMISEKS

(8. klassi keemia katsetöövihiku juurde)

EESTI NSV HARIDUSMINISTEERIUM
TALLINN 1968



EESTI NSV
PEDAGOOGIKA TEADUSLIKU UURIMISE INSTITUUT

V. RATASSEPP

MATERJALE

ANORGAANILISTE AINETE
PÕHIKLASSIDE KÄSITLEMISEKS

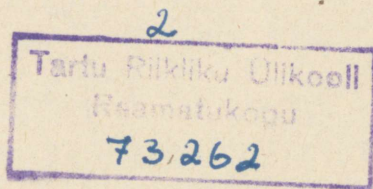
(8. klassi keemia katsetöövihiku juurde)

EESTI NSV HARIDUSMINISTEERIUM
TALLINN 1968

Sissejuhatus.

Mitmete 7. ja 8. klassi keemia kursuses käsitletavad teemad juurde leiavad õpetajad ja õpilased huvitavat lisamaterjali eesti keeles avaldatud populaarteaduslikest raamatutest. Sedalaadi materjali on aga üsna raske leida ainete põhiklasside (oksiidide, hapete, aluste ja soolade) kohta. Ühelt poolt selle ja teiselt poolt ainete põhiklassidele keemia kursuses ettenähtud vähese aja tõttu ei jõua seda teemat illustreerivad huvitavad andmed õpilasteni.

Käesolevas brošüüris esitatakse mõningat lisamaterjali tähtsamate oksiidide, hapete, aluste ja soolade kohta. Tuuakse ka kirjeldusi katsete kohta, mida võib kasutada keemia ringi töös seoses teemaga «Anorgaaniliste ainete põhiklassid».



ARHIIVKOGU

OKSIIDID.

Süsinikdioksiidid.

2000 miljardit tonni süsinikku «ripub» maakera ümbritsevas õhuhookeanis süsinikdioksiidina. Nagu teada, satub see värvusetu, mittepõlev gaas atmosfääri väga mitmesuguste protsesside tulemusena, muu hulgas ka vulkaanilise tegevuse tulemusena. Kord juhtus näiteks, et Vesuuvi pursete ajal väljunud süsinikdioksiid hävitas hulgaliselt loomi, eriti väiksemaid. Viimased hukkusid seepärast, et õhust raskem süsinikdioksiid laotus mööda maapinda lämmatava vaibana, kuna sellest kõrgemale tõi tuul värsket õhku. Samal põhjusel hukuvad eralduva süsinikdioksiidi tõttu peamiselt väiksemad loomad ka Naapoli lähedases nn. Koerakoopas. Selliseid koopaid, mille põhjast eraldub süsinikdioksiidi, leidub ka Ameerika Ühendriikide kuulsas Yellowstone'i rahvuspargis. Jaava saarel asub aga kuri-kuulus Surmaorg, kust võib leida hulgaliselt hukkunud loomade ja isegi inimeste skelette.

Väikestes kogustes ei ole süsinikdioksiid mürgine. Inimese ja loomade veres sisaldub alaliselt süsinikdioksiidi, mis tekib organismis kulgevate oksüdatsiooniprotsesside tulemusena. Hingamisel ta eraldub. Teatav süsinikdioksiidi sisaldus veres on koguni vajalik, sest see mõjub ärritavalt hingamiskeskusele, mis reguleerib hingamise normaalset kulgu. Seepärast ei anta haigetele suuremas koguses puhast hapnikku sisse hingata — see mõjub halvavalt hingamisliigutustele. Sissehingatavale hapnikule lisatakse mõningal määral süsinikdioksiidi. Liigse süsinikdioksiidi kestav kõrgendatud kontsentratsioon veres on aga kahjulik ja ohtlik. Pikemaajaline viibimine süsinikdioksiidiga reostatud õhus kutsub esile peavalu ja töövõime languse. Suurema süsinikdioksiidi kontsentratsiooniga õhu sissehingamisel esineb lämbumisohu ning organismis võib tekkida häireid, mis võivad esile kutsuda surma ka juhul, kui inimene on juba eemaldatud sellest õhust.

Vilunud alpinistid kontrollivad alati enne mõnesse mägi-koopasse laskumist kas sellesse ei ole kogunenud süsinik-

dioksiidi. Telgid aga püstitavad nad kaldega väljapääsu suunas, et hingamisel tekkiv süsinikdioksiid ei jääks telki ega saastaks selle õhku.

Süsinikdioksiidi vastandas õhule esmakordselt alkeemik van Helmont, kes nimetas seda «metsikuks ehk taltsutamatuks vaimuks.» Gaasid olid kaevuritele tuntud varem. Alles seejärel hakkasid soode ja kaevanduste salakavalate aurude ning koopa-gaaside vastu huvi tundma ka teadlased. Van Helmont nimetas neid aineid kaosteks, millest hiljem sai alguse sõna «gaas». Ainsaks vahendiks, millega ta neid «kaoseid» üksteisest eraldas, olev põlev küünal. Süsinikdioksiidi omaduse, mille abil teda korrektselt saab eristada teistest gaasidest — muuta lubjavesi häguseks — avastas šoti arst Joseph Black. J. Black nimetas süsinikdioksiidi «seotud õhuks», sest seda õhu osa saab lubjavee abil eraldada ülejäänud õhust. Näidates, et süsinikdioksiidi võib saada paljude karbonaatide kuumutamisel ja saadud gaasi võib uuesti karbonaatideks muuta, tõestas Black, et gaas on materiaalne ning temas pole midagi müstilist (varem peeti gaase seotuks vaimude tegevusega).

Süsinikdioksiidi suure erikaalu ja tähelepanuväärse lahustuvuse vees tegi kindlaks inglise keemik Henry Cavendish.

A. Lavoisier pidas süsinikdioksiidi algul ekslikult õhu selleks osaks, mis kuumutamisel ühineb metallidega. Õhu selle osa eraldamiseks pliioksiidist kuumutas ta viimast koos söega saades seejuures süsinikdioksiidi. Metalli oksiidist õnnestus tal teatavasti hapnikku eraldada alles peale kohtumist J. Priestleyga, kellelt ta sai mõtte, kasutada katseks kergemini lagunevat elavhõbe(II)oksiidi. Peale katset elavhõbeoksiidiga (vt. 7. kl. õpik) mõistis Lavoisier oma viga ning näitas, et «seotud õhk» koosneb hapnikust ja süsinikust ning on järelikult süsiniku oksiid.

Tööstuslikult saadakse süsinikdioksiidi kõrvalsaadusena lubja tootmisel lubjaahjus. Lämmastiku ja teiste lisandite kõrvaldamiseks tuleb tekkivat gaasi puhastada. Süsinikdioksiidi eraldatakse ka koksigaasist. Mõnedes kohtades saadakse süsinikdioksiidi looduslikest allikatest (näiteks Saksa FV-s mitmel pool Reini ääres). Palju süsinikdioksiidi saadakse piiritusevabrikutest käärimisprotsessi tulemusena. Alkohoolse käärimise tulemusena toodetakse paljudes riikides sadu miljoneid m³ süsinikdioksiidi aastas. Eesti NSV-s toodetakse sel teel süsinikdioksiidi peamiselt Rakvere piiritusetehases. Rakveres valmistatakse ka tahket süsinikdioksiidi — «kuiva jääd». Süsinikdioksiidi kasutusala on viimasel ajal märgatavalt laie-

nenud. Balloomidesse kogutud süsinikdioksiidist läheb suur osa masinaehitustööstustesse, mida seal kasutatakse keevitamise juures, keevisõmbluste korrodeerumise vältimiseks. Põlemist mittetoetava gaasina kasutatakse teda kergestisüttivate vedelike pumpamisel survet avaldava gaasina. Tallinna külmhoones kasutatakse süsinikdioksiidi näriliste tõrjeks. Ammust ajast kasutatakse süsinikdioksiidi gaseeritud jookide valmistamiseks. Tänapäeval tarvitatakse selleks ka «kuiva jääd». Moskvas näiteks turustatakse seda elanikkonnale ühekilostes pakendites. Mitmetes riikides on üle mindud üksnes tahke süsinikdioksiidi kasutamisele, sest viimase transport on odavam ja hõlpsam. Kohapeal muudetakse see vastavates generaatorites vedelaks või gaasiliseks.

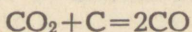
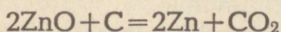
Viimasel ajal on tahke süsinikdioksiid leidnud kasutamist ka meditsiinis. Osa operatsioone on vaja teha keha normaalsest temperatuurist madalamal temperatuuril (näiteks mitmed maooperatsioonid) — selle saavutamiseks sobib hästi «kuiv jää».

Süsinikdioksiidi soovitatakse kasutada ka väetisena, sest ta on selleks aineks, mida taimed on võimelised võtma õhust. Selline väetis on hinnatav peamiselt kasvuhoone tingimustes. Öhu rikastamine süsinikdioksiidiga soodustab tugevalt taimede kasvu ja arenemist.

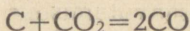
Süsinikoksiid.

Peale Lavoisier' katset ruttasid kõik keemikud tema katset kordama ja kontrollima. Seejuures ei kasutatud üksnes elavhõbe(II)oksiidi, vaid ka teiste metallide oksiide.

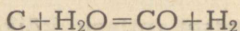
1776. aastal kordas Lavoisier' katset Larsson, võttes elavhõbe- ja pliioksiidi asemel tsinkoksiidi, millest tsink on raskesti taandatav. Süsinikdioksiidi asemel tekkis hoops teistsuguste omadustega gaas. Et saada pilti toleaeegsest katsetehnikast ja kasutatavast aparatuurist, toome näite Larssoni seletusest oma katse kohta: «Segust, mis koosneb 288 graanist tsinktagist (ZnO) ja suurest hulgast — 72 graanist söepulbrist, mis oli asetatud püstolitorusse, sain ma sepaäasil 96 dm³ gaasi.» Eriti hämmastas Larssonit see, et tekkiv gaas süttis nagu vesinik, kuid põles erinevalt vesinikust valgustava sinise leegiga. Larsson sai sepaäasil ilmselt nii suure kuumuse, et tsinkoksiidi taandamisel tekkiv süsinikdioksiid kohe ka ise redutseerus, moodustades süsinikoksiidi:



Hiljem, Lavoisier' ja Larssoni katsete vasturääkivuste lahendamise käigus selgitati järgmist: 1) Kõik metallide oksiidid, mis ei lagune kuumutamisel punase hõõguseni, annavad kuumutamisel koos söega nii süsinikdioksiidi kui ka põlevat gaasi (süsinikoksiidi). 2) Oksiidid, mis kergemini redutseeruvad, moodustavad suurema hulga süsinikdioksiidi ja väiksema — põlevat gaasi. 3) Süsinikdioksiidi eraldub rikkalikumalt protsessi algul, põlevat gaasi — lõpupoole. 1801. aastal tegid teadlased (Desorm ja Kleman) katsega eudiomeetris, ning «põleva gaasi» põletamisel kupli all kindlaks, et see on süsiniku ühend hapnikuga, milles süsinik ja hapnik on teistsuguses vahekorras kui süsinikdioksiidis. Selgus, et seda nn. Larssoni gaasi võib saada ilma metallide oksiidide kasutamata — süsiniku ja hapniku ühinemisreaktsiooni tulemusena sobivates tingimustes. Vastavad tingimused (kõrge temperatuur) leiti katsega, kus süsinikdioksiidi juhiti läbi söega täidetud hõõgkuuma toru:



See reaktsioon, mis toimus Klemani ja Desormi katsel, on gaasigeneraatoris kulgevaks põhiliseks reaktsiooniks. Kõrgahjus on aga sellisel reaktsioonil tekkinud süsinikoksiid tähtsaimaks teguriks metallide taandamisel nende maakidest. Need teadlased andsid inimkonnale ka väärtusliku küttegaasi — vee-gaasi. See saadi veeauru juhtimisel läbi söega täidetud hõõgkuuma toru:



Koksiahjude suits, mis sisaldab kõrge kütteväärtusega süsinikoksiidi, väljus kaja aastaid korstnatest kasutult. Katsed kasutada seda valgustusgaasina põrkusid algul tõsistele vastuväidetele. Inglise kirjanik Walter Scott kirjutas oma sõbrale: «Keegi hull soovib Londonit valgustada — arvake, millega? ... Kujutlege — suitsuga.»

Ühes Ameerika linnas esitati valgustusgaasi tarvituselevõtmise suhtes järgmised vastuväited:

- 1) Kunstlik valgustus tähendab püüdlust rikkuda jumalikku tahet, mille kohaselt öösel peab valitsema pimedus.
- 2) Valgustusgaasi kiirgus on kahjulik. Liiatigi innustab tänavavalgustus inimesi kauemaks välja jääma, mis põhjustab külmetushaigusi.
- 3) Tekib hirm pimeduse ees; joomine ja kõlvatus hakkavad ulatuslikumalt levima.
- 4) Hobused hakkavad kartma ja vargad saavad jultumust juurde.

Ka tänapäeva keemikud esitaksid koksigaasi lihtsa põletamise kohta vastuväiteid, kuid hoopis teistsuguseid.

Süsinikoksiid on väga mürgine gaas. Kui tema kontsentratsioon õhus ületab 0,05%, on ta elukardetav. Süsinikoksiid ühineb vere hemoglobiiniga suhteliselt püsivaks ühendiks — karboksühemoglobiiniks. Kui tunduv osa hemoglobiinist on muutunud karboksühemoglobiiniks, siis ei transpordi veri hapnikku enam küllaldaselt ja organism lämbub. Väiksemad loomad ja eriti linnud on süsinikoksiidi suhtes veelgi tundlikumad. Seda asjaolu pidasid varematel aegadel silmas kaevurid, kellel olid alati kaasas puurid kanaarilindudega. (Kanaarilind minestub juba süsinikoksiidi jälgede manulusel õhus). Keemiliselt määratakse süsinikoksiidi kindlaks 0,2%-lise palladiumkloriidi lahuse abil. Süsinikoksiidi toimet eraldub lahusest metallilist pallaadiumi.

H A P P E D.

Väävelhape.

Vanasti, kui koolis õpitava paremaks meeldejätmiseks seati see riimi, oli väävelhappe kohta vaja pähe õppida:

«Ha — kaks — es — o — neli,
väävelhape — lõngaõli».

Rahvakeeles kutsuti väävelhapet lõngaõliks, kuna ta on õlitaolise konsistentsiga vedelik ning leidnud tugevasti lahjendatud kujul kasutamist, villa, villase lõnga ja villase riide värvimisel happevärvidega, kangaste uhtmisel jm.

Esimesed andmed väävelhappe kohta pärinevad araabia alkeemikult Geberilt, kes kirjeldas nn. «hapude gaaside» saamist raudvitrioli või maarja tugeval kuumutamisel. Täpsemalt kirjeldab väävelhapet alkeemik Albert Magnus (Suur) 13. sajandil.

Kuna väävelhapet saadi tol ajal raudvitriolist, oli see ka aluseks tema nimetamisel vitrioliõliks. Sellisel viisil toodeti väävelhapet aastasadu, kusjuures vahenditeks olid vaid klaaskolvid. XV sajandi alkeemikud avastasid, et väävelhapet võib saada ka väävli ja salpeetri (KNO_3) segu põletamisel.

Tänapäeval kasutatakse väävelhappe tootmise toorainetena vaba väävli, püriiti, kipsi ning tööstuste heitgaase. Tootmise meetoditeks aga on kontakt- ja tornmeetod.

Lõngaõli leidis juba väga ammu kasutamist ka raviotstarbel — sissevõtmisel maomahla alahappesuse puhul. Tänu suurele hügroskoopsusele on väävelhapet kasutatud ka veeauru sidumiseks kahekordsete akende vahel, et aknaruudud talvel ei jäätuks.

Väävelhappe peamiseks kasutajaks on mineraalväetiste tööstus (superfosfaadi, ammooniumsulfaadi ja teiste mineraalväetiste tootmine). Ühe tonni superfosfaadi tootmiseks fluorapatiidist kulub ca 600 kg 65%-list väävelhapet. Ligi pool NSV Liidus toodetavast väävelhappest kasutatakse mineraalväetiste tootmiseks.

Palju väävelhapet kasutatakse bensiini ja petrooleumi puhastamiseks. Orgaanilise sünteesi produktideks, millede tootmiseks vajatakse väävelhapet, on näiteks värvained, lakid, ravimid, mürkemikaalid, lõhkeained jm. Lahjendatud väävelhapet ja sulfaatide lahuseid kasutatakse tekstiilitööstuses kiudude ning kangaste töötlemiseks, nahatööstuses naha parkimisel, piirituse, siirupi ja suhkru tootmisel. Tähtis koht on väävelhappel teiste hapete (fosforhappe, soolhappe, äädikhappe, boorhappe, fluorvesinikhappe jt.) tootmisel. Ka mitmete soolade tootmine toimub väävelhappe abil ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ jt.) Viimasel ajal kasutatakse väävelhapet vanaadiumi, titaani, tsirkooniumi, niobiumi, liitiumi ja mõnede teiste metallide tootmisel nende maakidest. Metallitööstuses kasutatakse väävelhapet ja sulfaate metallipindade ettevalmistamisel nikeldamiseks, tinutamiseks, kroomimiseks ning teiste metalletse katetega katmiseks. Vajalikul määral puhastatud ja lahjendatud väävelhapet kasutatakse ka pliiakumulaatorites elektrolüüdina.

Revolutsioonieelsel Venemaal olid vaid mõned väävelhappetehased. Suur osa neist paiknes Läänemere ja Musta mere sadamate läheduses (Peterburis, Riias, Odessas jm.) 1913. aastal oli tsaari-Venemaa väävelhappe toodangu mahu poolest 13. kohal maailmas. Ajal, kui väävelhappe maailmatoodang oli 7,2 miljonit tonni, tootis tsaari-Venemaa seda ainult 145 tuhat tonni. Olgu siinkohal märgitud, et 1964. aastal ületas ainuüksi Eesti NSV väävelhappe toodang selle taseme (146,9 tuhat t.).

Väävelhappe tootmise madal tase tsaari-Venemaal oli tingitud asjaolust, et toorainet (väävlit ja püriiti) imporditi Hispaaniast, Portugalist, Norrast, Rootsist ja isegi Floriidast (USA). Ometi olid tol ajal tuntud mitmed püriidi leiukohad Uraalis ja mujal. Välismaised kapitalistid, kelle käes oli Venemaa väävelhappetööstus, ei tundnud ka huvi väävelhappetehaste rajamise vastu Venemaa keskosas. Tsaarivalitsus aga ei kaitsnud oma

maa rahvuslikke huve. Kõrgete kasumite säilitamiseks pidurdasid väliskapitalistid sihilikult tööstuse arengut Venemaal.

On huvitav märkida, et kui Peterburis Tentelejevi tehases (Praegu tehas «Krasnõi himik» Leningradis) töötati vene inse-neride algatusel välja väävelhappe tootmise kontaktmeetod, rakendati seda Inglismaal, Jaapanis, Ameerika Ühendriikides ja mujal, mitte aga Venemaal.

Võimas väävelhappetööstus rajati Venemaal alles nõu- kogude võimu perioodil. Ka Eesti NSV-s toodetakse väävel- hapet. Seda kasutatakse väärtusliku fosforvætise — superfos- faadi tootmiseks (alates 1956. aastast).

Huvi pakuvad ka teised väävelhappe kasutusala- d Eesti NSV-s. Kehra Tselluloosi ja Paberikombinaadis kasutatakse näi- teks 30%-list väävelhapet tallõli tootmiseks tselluloosi keetmise kõrvalproduktist sulfaatseebist. Toortallõli kasutatakse lähte- aine- na (emulgaatorina) värnitsa ja trükivärvide tootmisel, seebi keetmisel jm.

Väävelhapet kasutatakse peaaegu kõigis laboratooriumi- des. Piimatööstustes kasutatakse väävelhapet piima rasvasisal- duse määramiseks.

Väävelhapet kulub mitte üksnes orgaanilisel sünteesil ja mitmesuguste analüüside tegemisel. Teda kasutatakse ka ehitus- materjalide tööstuses, eriti selle uutes harudes. Nii näiteks kulub 100 m² kõvade puitkiudplaatide tootmiseks muu hulgas ka 6,5 kg väävelhapet. Puitkiudplaate toodetakse meil Pärnu Metsakombinaadi puitkiudplaatide tsehhis. Neid plaate kasu- tatakse vineeri asendajana mööbli ja autotööstuses ning ehi- tuses.

Huvitavad on uued avastused ning nähtused. Näiteks nõu- kogude geoloogid avastasid 1963. a. Jaava saarel (Indoneesias) ühe omapärase järve, mis asub tegutseva vulkaani kraatris (Kava-Idženi vulkaan). Selles järves olevat vedelikku ei saa järveveeks nimetada tavalises mõttes, sest see osutus analüüsi andmetel väävelhappe ja soolhappe seguks. Nimetatud happed tekivad vulkaani tegevuse tagajärjel.

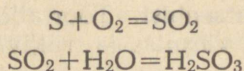
Väävlishape.

Peatudes väävlisappel pakub huvi järgmine fakt. Teatavasti on Surnumeres (Palestiinas) ainsateks elusorganismi- deks bakterid. Veel enam surnud veekoguks on aga «surnud järv» Sitsiilia saarel (Itaalias). Selle järve kallastel ja vees puudub igasugune elu — pole taimi ega loomorganisme, ei

esine ka baktereid. Loomad, sattudes sellesse järve, surevad. Järve vee sellist toimet seletab asjaolu, et järve põhjas asu- vast kahest allikast eraldub vääveldioksiidiga küllastunud vett. Nimetatud gaas muudabki vee mürgiseks ning kogu järve «surnuks».

Meie vabariigis — Tallinna V. Kingissepa nim. Tselluloosi ja Paberikombinaadis toodetakse suurtes kogustes kaltsium- vesiniksulfitit $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$, mille lahusega töödeldakse puitu. See- juures lahustuvad mõningad puidus sisalduvad ühendid, mis võimaldab eraldada tselluloosi, millest toodetakse mitmeid paberisorte ning mida eksporditakse kui lähteainet kunstiidi valmistamiseks.

Kaltsiumvesiniksulfiti saamisel võtab osa protsessi vahe- produktina moodustuv väävlishape:



Soolhape.

Ka soolhapet tundsid juba alkeemikud. Soolhapet toodeti meresoola (mereveest saadavat puhastamata naatrium- kloriidi nimetati meresoolaks) kuumutamisel koos väävel- happega.

Saksa keemik ja arst J o h a n n G l a u b e r sai soolhapet 1648. a. niiske keedusoola kuumutamisel sütel ja eralduva suitsu kondenseerimisel. Ta nimetas seda hapet soolapiirituseks. Olles truu oma põhimõttele kõigest kasu saada — hakkas Glau- ber igati ülistama tema poolt avastatud «soola vaimu» — sool- hapet, kui suurepärasest äädik- ja sidrunhappe asendajat kuli- naarias.

Ta soovitas: «Et valmistada (toiduks) kanapoega, tuvi- või vasikaliha maitset teravas kastmes, pannakse liha või ja vürt- sidega vette, siis lisatakse sinna maitse järgi soolapiiritust (soolhapet). Niiviisi võib pehmendada ja teha suurepäraselt söödavaks kõige vintskemat looma- või vana kana liha.»

Glauber soovitas soolhapet ka puuvilja konserveerimiseks, piimast kohupiima valmistamiseks ja mineraalide lahusta- miseks.

«Soolapiiritust» uuris inglise keemik J. Priestley, kes nimetas selle soolhappeks.

Enamus toodetavast soolhapest läheb kloriidide valmista- miseks. Nahkade kroomparkimisele eelneb nende töötlemine

soolhappega. Soolhapet kasutatakse jootmis- ja tinustöödel metallipinna puhastamiseks. Sel otstarbel kasutatavat soolhapet tuntakse rahvakeeles saltseri nime all. Soolhapet kasutatakse ka liimide valmistamisel. Tarbijate poolehoidu on meil näiteks võitnud ETKVL keemiakombinaadis «Orto» valmistatav paberiliim «Ortofiks». Teda valmistatakse kartulitärklisest, mis soolhappe abil hüdroliüsitakse nn. lahustuvaks tärkliseks. Happe neutraliseerimiseks kasutatakse booraksit. Valmis liim on täiesti neutraalne, ei riku paberit ja on hea liimimisvõimega. «Orto» on seni ainsaks ettevõtteks NSV Liidus, mis toodab seda tüüpi liimi.

Soolhappe uuemateks kasutusalaadeks on hüdrometallurgia ja kloormetallurgia. Metallide maake töödeldakse selle kohaselt soolhappe või klooriga, millega muudetakse maakides olevad metallid kloriidideks. Kloriidid eraldatakse ja töödeldakse metallideks. Nii toodetakse haruldasi metalle nagu titaani, tantaali jt. Naftatööstustes juhatakse soolhapet nafta puuraukudesse, kus see lahustab karbonaate (lubjakivi, dolomiiti jt.) mis takistavad nafta pääsemist puurauku. See meetod suurendab tunduvalt puurangu kohta saadava nafta toodangut. Soolhapet sisaldub ka inimese ja loomade maos ning ta etendab seal väga tähtsat osa valkude seedimisel. Maomahlade alahappesuse korral antakse ühe ravivahendina sissevõtmiseks ka tugevasti lahjendatud, keemiliselt puhast soolhapet. Koduses majapidamises kasutatakse lahjendatud soolhapet vannide, pesunõude ja teiste majapidamisesemete puhastamiseks. Lahjendatud soolhapet kasutatakse ka roosteplekkide kõrvaldamiseks jämedakoeliselt riidematerjalilt. Seejuures tuleb arvestada soolhappe söövitavat toimet ja eriti puuvillastele, linastele ja tselluloosi baasil valmistatud tehiskiududest riieteile (atsetaatsiidid, viskoosiidid jt.). Pärast pleki töötlemist happega pestakse ese otsekohe korralikult läbi, seejärel loputatakse eset veega, millele on lisatud söögisoodat või ammoniaagi vesilahust.

Lämmastikhape.

Pole teada, kelle poolt ja millal l ä m m a s t i k h a p e avastati. Esimesed märkmed temast esinevad aga araabia alkeemiku Geberi raamatus, mis 12. saj. tõlgiti ladina keelde. Selles seisab: «Võta üks nael vaskvitrioli, poolteist naela salpeetrit, veerand naela maarjat ja alluta see kõik utmisele ning sa saad vedeliku, millel on tugev lahustav toime. Happe võimsus kasvab ülimal määral, kui ta on segatud salmiaagiga. Pärast seda lahustab ta

isegi kulda.» (Sest segamisel salmiaagiga moodustub kuning-vesi).

Lämmastikhapet ja kuningvett kasutati keskajal peamiselt kullasisalduse määramiseks sulamites, kulla eraldamiseks hõbedast ning valerahade avastamiseks. 14., 15. ja 16. sajandil oli kogu Lääne-Euroopa valerahadega üle ujutatud. Valerahade tegemine sai kauka täitmise oluliseks vahendiks paljudele suurnikele, kes sel eesmärgil kasutasid alkeemikute teeneid, viimaseid igati soosides, aga mõnikord ka sundides või ähvardades. Asi läks nii kaugele, et Prantsusmaal oldi sunnitud välja andma spetsiaalset käskkirja (14. saj. lõpul). Selles seisis: «Keegi ei tohi tikkuda alkeemiasse ega omada tubades ja majades mingit liiki ahje.» 16. saj. seati kullasulamite hindamiseks sisse nende kohustuslik proovimine lämmastikhappe ja kuningveega.

Esimesena sai lämmastikhapet väävelhappe reageerimisel salpeetriga saksa arst ja keemik-tehnoloog Glauber. (1648. a.) Tema lämmastikhappe tootmise kirjeldus on üsna omapärane: «Kõigepealt on tarvis valmistada rauast inimene kahe pika ninaga peas ja suuga pealael, mida võib avada ja jälle tihedasti sulgeda. Aurude kogumiseks, mis tõusevad rauast inimese tulisest kõhust, tuleb pea iga ninaga ühendada üks klaasist nõu.» (Viimane täitis ka õhk-jahuti ülesannet.)

Pole selge, miks oli seadmel kaks «nina» ning miks Glauber ei kasutanud täiuslikumat jahutit. Sellise seadme puhul osa lämmastikhappe aure läbis anum-jahutit selles täielikult kondenseerumata ning valgus ruumi laiali.

Lämmastikhape ei ole looduses harulduseks. Äikese ajal satub teda koos vihmaveega suurtes kogustes pinnasesse, kus ta täiendab lämmastikuühendite varusid. Maa atmosfääris esineb aasta jooksul umbes 16 miljonit välku. Seega läbistavad välgud õhku igas sekundis, luues tingimusi lämmastikdioksiidi tekkeks. Viimane «ei lähe kaduma», sest ta lahustub vees hästi, moodustades lämmastikhappe, kuigi äärmiselt lahjendatud, sest vett sajab 5 km raadiusega äikesepilvest 1 min. jooksul ca 375 000 tonni.

Inimene õppis seda looduses kulgevat protsessi jäljendama alles 20. saj. algul (Birkelandi ja Eyde'i menetlus, mis võeti 1905. a. Norras kasutusele). Kuni selle ajani baseerus lämmastikhappe tootmine salpeetril, eriti tšiili salpeetril.

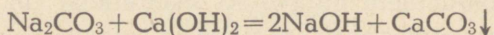
Venemaal hakkas esimene lämmastikhappe tehas toodangu andma 1917. aastal. See rajati vene inseneride väljatöötatud meetodi ning projekti järgi Juzovkas.

Viimasel ajal tehakse mitmetes maades edukaid katseid lämmastiku ja hapniku ühinemisreaktsiooni läbiviimiseks radioaktiivse kiirguse toimetel. Selleks võib kasutada gamma-kiirgust, elektrone ning ka tuumareaktoreist saadavaid radioaktiivseid aineid. Arvutused näitavad, et ühe tonni 100%-lise lämmastikhappe tootmiseks tuleb sel juhul kulutada kuni 8000 kWh energiat, kaarleegimenetlusel aga kuni 19000 kWh. Katseseadmes kasutatakse kiirgusallikana triuraanoktsiidi (U_3O_8).

HÜDROKSIIDID.

Üheks vanimaks aineks, mille lahuse leeliselisest reaktsiooni hakati kasutama, oli taimede tuhk. Tema leeliselisi omadusi õpiti kasutama pesu pesemisel ja pleegitamisel. Niisugune leelis oli väga kallis. Hiljem sai tuhk lähteaineks potase valmistamiseks, mida vajati seebi ja klaasi tootmiseks.

Tänapäeval laialdaselt kasutatava naatriumhüdrosiidi tootmine toimub naatriumkloriidi vesilahuse elektrolüüsil. Vanemaks meetodiks on sooda reageerimine kustutatud lubjaga:



Sellise töötlemise tulemusena muutub sooda sööbivaks nn. kaustiliseks soodaks (see nimetus, mis on laialdaselt kasutusel naatriumhüdrosiidi kohta tehnikas tähendab sööbivust — seega söövitav sooda).

Juba Plinius märkis, et Egiptuses muudeti soodat (seda ammutati Egiptuse soodajärvedest) aktiivsemaks sel teel, et teda töödeldi põletatud lubjaga. Araablased ja läänemaade alkeemikud oskasid hästi valmistada «kaustilist kaaliumi» (s. t. kaaliumhüdrosiidi) lubja abil. Tänapäeval esineb ka vastupidist praktikat, kus naatriumhüdrosiidi ületootmise tõttu muudetakse see soodaks (Ameerika Ühendriikides seoses suure kloorivajadusega). Tööstuslikult hakati soodat tootma 18. sajandi lõpul.

Naatrium- ja kaaliumhüdrosiidi kasutatakse seebi valmistamisel. Selleks keedetakse rasvu naatriumhüdrosiidi (tuumseebi valmistamisel) või kaaliumhüdrosiidi (vedela seebi valmistamisel) vesilahusega, kuni moodustub ühtlane mass. Seebi eraldamiseks lisatakse naatriumkloriidi. Selle tulemusena

eraldub seebimassist kaks kihti. Ülemine kiht kujutab endast rasvhapete naatriumi- või kaaliumisoolade segu ja seda nimetatakse seebiks. Alumist kihti nimetatakse soobaks. Soop sisaldab glütseriini, leelist ja naatriumkloriidi. Seep eraldatakse, segatakse lõhnaainete ja muude lisanditega ning vormitakse soovitava kujuga tükkideks.

Huvitav on märkida, et meie vabariigis hakatakse peatselt sünteetilisi pesemisvahendeid tootma. Põlevkivikeemia-kombinaat «Kiviõli» juurde ehitatavas pesemisvahendite tsehhis vajatakse naatriumhüdrosiidi lahust neutraliseeriva aina sünteetilise pesemisvahendi sulfonooli tootmisel.

Põlevkiviõli eeliseks odavama nafta ees on see, et ta sisaldab fenoole, mida naftas ei leidu. Fenoolidel põhineb aga moodne keemiatööstus (plastmassid, parkained, sünteetilised kiudained, värvained jne.). Fenoole eraldatakse põlevkiviõlist naatriumhüdrosiidi vesilahusega ekstraheerimise teel.

Palju kasutatakse naatriumhüdrosiidi mitmesuguste liimide valmistamiseks.

Keemialaboratoriumides teostatakse mitmeid analüüse, mille juures kasutatakse naatriumhüdrosiidi. Sellisteks analüüsideks on näiteks piima, kefiiri, hapupiima, kohupiima, jahu ning teiste toiduainete happesuse määramine jm.

Puuvillase riidekanga töötlemisel naatriumhüdrosiidiga paraneb selle värvitavus. Leeliste see omadus oli tuntud juba väga vanal ajal. Ainult, et siis kasutati näiteks indigoga värvimisel seisnud uriini, tänu tema leeliselistele omadustele. Nimetatud protseduur annab muu kõrval kangale siidi läike ning muudab selle vastupidavamaks. Suur hulk naatriumhüdrosiidi läheb vaja viskoossiidi valmistamisel.

Tuntud on ka naatriumhüdrosiidi (10%-lise vesilahusena) kasutamine viljaaitade desinfitseerimisel ja putukate hävitamisel.

Puidu keetmisel naatriumhüdrosiidi sisaldava lahusega saadakse tselluloosi. Meie vabariigis toodetakse sel viisil (sulfaatmenetlusel) tselluloosi näiteks Kehra Tselluloosi ja Paberi-kombinaadis.

Tähtsaks vahendiks on naatriumhüdrosiid naftasaaduste puhastamisel happelistest lisanditest.

Kodus majapidamises kasutatakse naatriumhüdrosiidi tugevasti lahjendatult pesu pesemisel ning mitmesuguste esemete puhastamisel.

Selleks, et iseloomustada naatriumhüdroksiidi tootmise kasvu Nõukogude Liidus, on soovitav valida statistilist materjali näiteks järgmiste aastate toodangu kohta:

1913. a. (toodangu kõrgeim tase revolutsioonieelsel Vene maal) 1940. a., 1958. a., 1965. a. Viimatinimetatud aastate toodangut võib iseloomustada ka sõltuvalt käepärastest andmetest.

Naatriumhüdroksiidi toodangu kasv Nõukogude Liidus
(tuhandetes tonnides)

1913. a.	1940. a.	1957. a.	1966. a.
55	190	670	1393

Nõukogude Liidus leidub sooda ja teiste soolade varusid hulgaliselt Kulunda stepis. Seal on kuni 95% Lääne-Siberi soolavarudest (Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , NaCl , MgCl_2 , broomi soolad jt.) Loodusliku sooda poolest rikkaimad maailmas on seal aga Petuhovski ja Mihailovski järved (Kasahhi NSV). Mihailovski järvede grupis on Tantari järve põhi kaetud võimsa, ligi 4 meetrit paksu kristallsooda kihiga. Loodusliku sooda üldvarud Kulunda stepis ulatuvad kuni 11 miljoni tonnini.

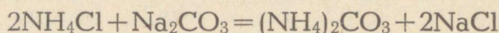
Leeliselised omadused on ka ammoniaagi vesilahusel. Koduses majapidamises kasutatakse ammoniaagi vesilahust laialdaselt kui puhastusvahendit akende ja põrandate pesemisel, plekkide kõrvaldamisel, hõbe- ning alumiiniumnõude puhastamisel jne. Hoidmisega ammoniaagi lahuses saab taastada hapraks muutunud kummi elastsust. Selleks lisatakse 1 liitri vee kohta 5—6 ml kontsentreeritud ammoniaagi vesilahust ning hoitakse selles kummieset umbes pool tundi.

Puitehituste puhul kasutatakse seintevahelise täidisena saepuru, millele on lisatud näriliste tõrjeks kustutatud lupja, $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Müügil on aga tavaliselt kustutamata lubi (CaO), mida tuleb eelnevalt kustutada. On esinenud mitmeid juhtumeid kus saepuru segati kustutamata lubjaga, mistõttu selle niiskumisel eralduva soojuse mõjul tekkis tulekahju oht. Lubja kustutamisel tuleb arvestada ohutustehnika nõudeid, sest see on üliaktiivne keemiline protsess. Vett lisatakse puunõusse (tünni, kasti), kus lupja kustutatakse umbes 4—5 korda rohkem, kui on lupja. Vett lisatagu ettevaatlikult, osade kaupa, segades seejuures segu puumõlaga. Töötajal olgu seljas kaitseriietus ja silmade ees kaitseprillid.

SOOLAD.

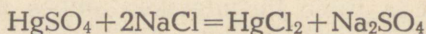
Vanad roomlased oskasid juba toota raua-, vase-, plii-, tina- ja elavhõbedasoolasid, samuti maarjat ning salmiaaki (ammooniumkloriidi). Merevee aurustamisega said nad nn. meresoola, mis sisaldab peamiselt naatriumkloriidi. Araabia alkeemik Geber kasutas põrgukivi (hõbenitraati), salmiaaki, vask- ning raudvitrioli, potast (kaaliumkarbonaati) ja soodat. Lääne alkeemia saavutas veelgi rohkem. Õpiti paremini tundma meresoola (naatriumkloriidi), salpeetrit (kaaliumnitraati) ja teisi soolasid. Geberi ladinakeelses tõlkes avaldatud tööde põhjal saadi salpeetrit lämmastikhappe toimet potasesse. Nagu arvatakse, avastati see reaktsioon juhuslikult ning ta jäi kauaks tähele panemata.

Paremini õpiti tundma ammooniumisoolasid. Ammooniumkarbonaati saadi roiskunud uriini destilleerimisel, hiljem ka salmiaagi ja sooda segu kuumutamisel:



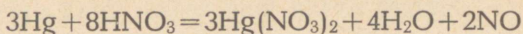
Kristalset põrgukivi (hõbenitraati) saadi tema lahuse aurustamisel. Märgati samuti, et soolhappe toimet põrgukivi lahusesse tekib sade. Tähelepanu pöörati ka hõbeda sadestumisele hõbenitraadi lahusest vase ja elavhõbeda toimet (asendusreaktsioonid). Araabia alkeemikud teadsid juba IX sajandil, et vask sadestub vasksulfaadi lahusest raua toimet. Arvati, et nii hõbe, kui ka vask tekivad neis reaktsioonides uuesti. Oli ju raske kujutleda, et sinise värvusega sool — vaskvitriol — sisaldab vaske. Huvitav on märkida, et taolised näited elementide «uuestisünnist» muutusid tol ajal omamoodi kinnituseks uskumisele surnute imepärasest ülestõusmisest. Ometi kiirendas nende asendusreaktsioonide praktiline tundmine keemia arengut.

Avastati võimalus, kuidas saada kinaveri (elavhõbesulfiidi) elavhõbeda ja väävli otsesel reageerimisel. Sublimaati (elavhõbe(II)kloriidi), mis on väga tugev mürk ning mille lahust kasutatakse desinfitseeriva vahendina saadi elavhõbeda, naatriumkloriidi, maarja ja salpeetri segu soojendamisel. Selle meetodi põhimõtet kasutatakse ka tänapäeval farmaatsiatööstuses, kuid metallilise elavhõbeda asemel võetakse elavhõbesulfaati:



Moodustuv sublimaati on sublimeeruv aine, millest tuleneb ka tema nimetus.

Elavhõbenitraati saadi lämmastikhappe toimet elavhõbedasse:



Elavhõbesulfaati aga saadi väävelhappe toimet elavhõbedasse.

Kui täita kõiki ettevaatusabinõusid ja ohutustehnika nõudeid, võib keemia ringis saada vähesel määral elavhõbenitraati, mille lahusesse asetatud vaskraha saab sedaviisi «hõbetada». (Elavhõbedakihiga kaetud rahasid ei tohi jagada puhastamatult nende omanikele tagasi, sest elavhõbeda aurud on väga mürgised. Need rahad tuleb lahjendatud lämmastikhappes puhtaks pesta ja alles peale veega loputamist omanikule tagastada).

Alkeemikud oma töödega arendasid edasi soolade saamise viise ning leidsid sooladele uusi kasutusalasid nii meditsiinis kui ka igapäevases elus ja tööstuses.

Naatriumkloriid.

Keedusoola kasutamise, leidumise ja saamise kohta pakuvad huvi järgmised andmed.

Orenburgi oblastis asub huvitav järv Razval. Selle järve vesi ei külmu isegi talvel suure pakasega. Suvel on aga vee temperatuur järve sügavamates kohtades alla 0° C. Kui lasta sinna pudel mageda veega ja see veidi aja pärast välja tõmmata, on pudelis olev vesi jäätunud. Järves on suvel palavate ilmadega huvitav supelda. Inimene püsib veepinnal ilma ujumisliigutusi tegemata. Uppumisoht seal praktiliselt puudub. Põhjuseks on asjaolu, et järvevesi on naatriumkloriidiga küllastunud. Järvevee erikaal on 1,2. Järve põhi ja kaldad on kaetud peaaegu puhta naatriumkloriidi paksu kihiga. Vees puudub igasugune elu — pole taim- ega loomorganisme.

Esineb aga ka kummalisemaid nähtusi, mida tänapäeval veel seletada ei osata ja mis ootavad seletamist tulevikuteadlaste poolt. Antarktikas asub Victoriamaa, kus on avastatud mõistatuslik järv. Selle järve vesi on 11 korda mereveest soolasem. Niisugune vesi külmub ainult temperatuuril —50° C. Vee nii kõrge soolasuse põhjust veel ei tunta.

Merevees sisalduvatest sooladest moodustab naatriumkloriid 80%. Kui katta selle naatriumkloriidi kogusega maismaa pinda, siis moodustaks see 130 meetri paksuse kihi. Inimkond tarvitab aastas ca 22 miljonit tonni naatriumkloriidi. Mere

TRU Raamatukogu

soolavarusid jätkuvalt tarvitamiseks umbes 1,7 miljardiks aastaks.

Seni tuntud soolaleiukohtadele Nõukogude Liidus on viimasel ajal lisandunud uusi. Näiteks veeti kuni käesoleva ajani Ida-Siberisse naatriumkloriidi teistest rajoonidest. Hiljuti aga avastati Ida-Siberis Kanski linnast põhja pool võimsad kivisoola lademed. Naatriumkloriidi on avastatud ka Ida-Siberi teistes rajoonides. Osutus, et kivisoolalademed hõlmavad seal tuhandeid ruutkilomeetreid. Kihtide paksus ulatub 50—60 meetrini. Kihid asuvad maapinna ligidal, mis võimaldab soola toota lahtistes karjäärides.

Tadžiki NSV lõunaosas Kuljabi linna lähedal kõrgub suur mägi Hodža-Mumin. See mägi koosneb tervenisti soolast (NaCl). Teadlaste arvestuse järgi on selles mäes soola tohututes hulkades ning seda jätkuvalt kogu inimkonna varustamiseks (toiduks) üle 100 miljoni aasta. Selle kuplikujulise mäe kõrgus maapinnast on 900 meetrit ning tema all asuv soolakiht ulatub üle 4 km maapõue sisemusse. Soolamäe läbimõõt mäejalami kohal on 8,5 km.

Valgevenes Domonovetški rajoonis Davõdovka külas avastati 1941. aastal kolossaalsed kivisoola varud. Soolakiht ulatub 830 m ja kohati 1011 m sügavuseni, kusjuures sellest sügavamal asuvaid kihte on veel vähe uuritud. Kivisoola kiht hõlmab ligi 800 km² maa-ala. Sellel leiukohal on suur väärtus Nõukogude Liidu läänerajoonidele.

Volgogradi rajoonis avastati kivisoola leiukoht kihi paksusega üle 500 m. Kaliningradi oblasti territooriumil aga leiti võimsad kivisoola lademed kihi paksusega 30—175 meetrit. Sellel leiukohal on suur tähtsus eriti Nõukogude Liidu lääne-rajoonidele, kus on arenenud kalatööstus.

Naatriumkloriidi ammutatakse ka soolajärvedest. Kaspiäärse madaliku suurimat soolajärve Baskuntšakki läbivad raudteed, mida mööda liiguvad soolavagunid. Minevikus võeti soola järvest labidate abil. Kaldale olid vaiadele löödud lauad, neile asetati järvest toodud sool. Töötati seistes põlvini naatriumkloriidiga küllastunud järvevees. Paljad jalad, mis olid pidevalt soolarahas, kattusid mädahaavadega. Enamus soolatootjaid invaliidistus.

Tänapäeval on rakendatud tööle masinad-soolaimejad, mis ammutavad soola üle 5 m sügavuselt. Kogu protsess — soola võtmine, laadimine, jahvatamine ja pakkimine — toimub meh-

haniseeritult. Mädanenud vaiatüükaid, kui mälestust minevikust juhtub kalda ääres veel harva leidma.

Naatriumkloriidi tarvitab inimene iga päev. Koos teiste mineraalainetega võtab ta osa kõigist organismis toimuvatest füüsikalis-keemilistest protsessidest, määrab osmootse rõhu veres ning kudedes ja aitab viimastes säilitada hapete-leeliste tasakaalu. Keedusool on oluline ka selleks, et maonõres saaks moodustuda soolhape. Toit, milles puudub naatriumkloriid, ei kindlusta organismi normaalset talitlust ja elu. Just seepärast esineb vanadel rahvastel usk soola «imettegevasse» jõusse. Vaikse ookeani saarte elanikud, keda soolapuudus kimbutab veel tänapäevani, usuvad, et kurjade vaimude eemalepeletamiseks piisab valjusti lausunud sakramentaalsest fraasist: «Ma süön soola». Ometi ei piirdu nad aga üksnes sellega. Sõnade imettegevat mõju kinnistatakse siiski toiduainete kastmisega merevette, mida säilitatakse spetsiaalsetes nõudes. Nende väikerahvaste elu on näiteks kolonialismi masendavatest tagajärgedest.

Feodaalriikides oli sool sageli käibel raha asemel. Vana-Rooma leegionärid said näiteks osa palka kätte soolas. Sellest on tulnud ka ingliskeelne sõna salary (palk, töötasu). Marco Polo reisijuttudest teame, et 13. sajandil tarvitati Tiibetis rahaühikuna soolatablette neile vajutatud khaani kujutusega. M. Lomonossovi sõnade järgi võis veel tema ajal 4—5 kivi-soola tüki eest osta orja. Isegi tänapäeval kasutatakse mõnedes Aafrika ja Ameerika maakohtades soola valuutana.

Mõnedes Aafrika suguharudes kinnitatakse veel tänapäeval sõlmitavaid lepinguid sellega, et raputatakse leivale soola.

Pidulikumal külaliste vastuvõtmisel on paljudes maades olnud komme, et külalistele pakuti nende saabumisel sõpruse märgiks leiba ja soola. See komme on säilinud tänapäevani. Soola-leivapeod toimuvad meilgi, kui perekond on asunud elama uude majja või korterisse.

Sool ei rikne ega lagune kuumutamisel, seepärast on ta paljude rahvaste juures olnud püsivuse sümboliks. Püsivuse algena on sool läinud ka alkeemiliste elementide nimekirja.

Soola nimetus	Valem	Kasutusala igapäevases elus
1	2	3
1. Naatriumkarbonaat (kaltsineeritud sooda)	Na_2CO_3	Kuna tema vesilahus on leeliselise toimega, kasutatakse tekstiil- ja majapidamisesemete pesemisel. Enamik pesupulbritest on samuti valmistatud sooda baasil.
2. Naatriumvesinikkarbonaat (söögisooda)	NaHCO_3	Tarvitatakse toiduvalmistamisel tainast kergitava vahendina. Kasutatakse siidi ja villa pesemisel, sest tema leeliselised omadused on nõrgemad. Söögisooda 3%-line lahus peab aga leiduma iga keemiakabineti esmaabikapis pesemiseks hape- tega söövitamise korral.
3. Naatriumkloriid	NaCl	Lauasool, söögisool, keedusool. Toiduainete maitsestamiseks, konserveerimiseks. Lisatakse värvimislahusele tekstiilesemete värvimisel.
4. Naatriumsulfaat (glaubrisool — $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)	Na_2SO_4	Tekstiilesemete värvimisel, lahtistina jm.
5. Naatriumtiosulfaat (hüposulfit, tehnilise nimetusega antikloor)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Kasutatakse kinnistina fotoasjanduses ja plekkide kõrvaldamiseks (näiteks higiplekkide kõrvaldamiseks).
6. Naatriumsilikaat	Na_2SiO_3	Tema vesilahust, mida tuntakse vesiklaasi nime all, kasutatakse teatridekoratsioonide, näärivana-kuubede jm. valmistamiseks tarvitavate materjalide immutamiseks. Teda tarvitatakse tekstiilesemete pesemisel (lisatakse pesu keetmise lahusele) ja liimina (siliikaatliim).
7. Naatriumfosfaat	$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Tema lahus on leeliselise reaktsiooniga, mistõttu kasutatakse mitmesuguste esemete pesemiseks. Katseklaasid, mis on pestud naatriumfosfaadi lahusesse kastetud harjaga ei jää kuivamisel halliks, vaid säravpuhtaks.

1	2	3
8. Kaaliumkarbonaat (potas)	K_2CO_3	Päevalilletuhk sisaldab kuni 50% K_2CO_3 . Potast kasutatakse küpsetuspulbrina, näiteks küpsiste valmistamisel.
9. Kaaliumalumiinium-maarjas (maarjajää)	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	Kodusel majapidamises kasutatakse tekstiilesemete värvimisel, maalritöödel, habemeajamisel vere sulgemiseks väikeste sisselõigete puhul.
10. Kaaliumdikromaat	$K_2Cr_2O_7$	Kasutatakse mööbli värvimisel ja peitsimisel (ühineb puidus olevate parkainetega). Kaaliumdikromaadi lahus kontsentreeritud väävelhappes (kroomsegu) on parimaks vahendiks klaastorude, pipettide ja bürettide siseseinte puhastamiseks. Kasutatakse ka tekstiilesemete värvimisel. Kaaliumdikromaat on mürgine.
11. Kaaliumpermanganaat	$KMnO_4$	Kasutatakse mööbli peitsimisel (annab puidule pruuni värvuse): desinfitseeriva aina kurgu kuristamisel, nahahaiguste puhul (värskeltvalmistatud lahus); pesu pesemisel; põletuste puhul niisutatakse põletatud kohta kohe kaaliumpermanganaadi kontsentreeritud lahusega, mis väldib villide teket.
12. Kaltsiumkarbonaat (kriidina)	$CaCO_3$	Kasutatakse ehitustel ruumide valgendamiseks. Majapidamisel puhastusvahendina. (Peeglite puhastamiseks näiteks valmistatakse segu veest, 30%-lisest äädikhapest ja kriidist. Segu keedetakse ja lastakse selguda. Selgunud vedelikku kastetud seemisnahaga hõõrutakse peeglit. Hõbeesemete puhastamiseks valmistatakse pasta ammoniaagi vesilahusest ja kriidipulbrist. Kasutatakse ka happeliste muldade lupjamiseks.
13. Kaltsiumsulfaat (kips)	$CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$	Kasutatakse maalritöödel ja mitmesugustel parandustöödel. Segatult veega kivistub mõne minuti jooksul. Seguga täidetakse konksude, elektrijuhtmete kinnitamiseks jm. müüridesse tehtud auke.

1	2	3
14. Kloorlubi	$\text{CaCl}_2\cdot\text{O}$	Kloorlubi on kahe happe — sool- ja hüpokloorishappe (HClO) segasool. Tema vesilahust kasutatakse desinfitseeriva ainena ning nõrkade lahustena puuvillaste ja linaste riiete pleegitamisel.
15. Ammooniumkarbonaat (põdrasarvesool)	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	Kasutatakse piparkookide küpsetamisel.
16. Ammooniumkloriid (salmiaak)	NH_4Cl	Kasutatakse riiete keemilisel puhastamisel, näiteks õlivärviplekkide kõrvaldamiseks (hõõrutakse ettevaatlikult ammooniumkloriidi lahuse ja tärpentiniõli seguga).
17. Vask(II)sulfaat-5-vesi (vaskvitriol)	$\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Kasutatakse bordoo vedeliku valmistamiseks, millega pritsitakse viljapuid ja marjapõõsaid.
18. Raud(II)sulfaat-7-vesi (raudvitriol)	$\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Kasutatakse samuti nagu vaskvitrioli kaitseks kahjurite eest.
19. Tsinkkloriid	$\text{ZnCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Kasutatakse hambatsemendi valmistamisel ja jootmisel metallide pinna puhastamiseks oksiidikihist.
20. Raud(III)kloriid	$\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Tema lahust või sellega immutatud puuvilla (rauavatti) kasutatakse verd sulgeva vahendina näiteks ninaverejooksu puhul.
21. Magneesiumsulfaat (mõrusool)	$\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Kasutatakse lahtistina.
22. Kaaliumnitraat (kaaliumsalpeeter)	KNO_3	Kasutatakse liha- ja kala konserveerimisel. Kaaliumnitraadiga soolatud lõhe on meeldiva roosa värvusega.
23. Hõbenitraat (põrgukivi)	AgNO_3	Kasutatakse soolatüügaste «põletamiseks».

Andmeid mineraalväetiste ajaloost.

Väetiste kasutamise ajalugu ulatub niisama kaugele minevikku kui kogu põllunduse ajalugu. Inimese ja loomade väljaheidete kõrval kasutasid roomlased, kreeklased ja teised Euroopa rahvad juba sajandeid enne meie ajaarvamist väetamiseks ka tuhka, kipsi, merglit jm. Põhja-Ameerikas ja mitme-

tes teistes maades kasutati väetisena kalu, Lõuna-Ameerikas guaanot jne.

Esimesed teatmed mineraalväetiste kasutamise kohta on pärit 1665. aastast. Sel aastal ilmunud K. Digby kirjutises märgitakse, et «saltpeter» soodustab vilja kasvu.

Ka kondijahu on kasutatud väetisena ammust ajast. Eriti aga kasvas selle kasutamine 17.—19. sajandil.

Suure tõuke väetiste kasutamisele andis guaanolademete avastamine Peruus A. Humboldt'i poolt 1802. aastal. Hiljem võeti Peruus kasutusele salpeetrilademed, milledest suur osa läks Tšiili valdusesse.

1825. aastal saabus esimene saadetus tšiili salpeetrit ka Euroopasse. Kuna aga see ostjaid ei leidnud, visati kogu laadung merre.

1830. aastal tarvitati Euroopas väetisena ja lämmastikhappe tootmiseks üle 1000 tonni tšiili salpeetrit, 1870. aastal aga juba 150 000 tonni. 19. sajandi lõpul tunti juba hirmu selle eest, et põllumajanduse seisukohalt nii tähtis väetisaine salpeetrilademetes lähemas tulevikus lõpeb.

Maailma sõltuvus Tšiilist lakkas alles seoses lämmastikväetiste tootmisega õhulämmastikust. 1839. aastal selgus, et Saksa-maa kivisoolakaevandustes järelejääv aheraine kujutab endast põhiliselt kaaliumsulfaadi ja kaaliumkloriidi segu. 1861. aastast alates, kui selgus nende soolade toime väetisena, hakatigi neid selleks kasutama. Saksa mäeinsener Karnali järgi, kes teostas puurimisi kaaliumisoola lademetes uurimiseks, sai nimetuse mineraal karnalliit. Kuni Esimese maailmasõjani kuulus Saksa-maale enam kui 99% kaaliumisoolade maailmatoodangust.

Venemaal avastati kaaliumisoolade olemasolu 1911. a. insener Gluškovi poolt Solikamski rajoonis. Hilisemate uurimuste käigus selgus, et kaaliumisoola lademed paiknevad selles rajoonis tohutul maa-alal. Lademetes tohtu ulatuse kohta annab huvitava pildi fakt, et geoloog P. Preobraženski, kes sai ülesandeks teha kindlaks nende ulatus, sattus tõsisesse raskustesse. P. Preobraženski rajas algul puurauke iga viie kilomeetri vahemaa järele. Nähes, et lademel ei paista lõppu, hakkas ta puurauke rajama juba kümne kilomeetri tagant. Lade aga muutus ikka paksemaks. Siis ta võttis uueks vahemaaks kakskümmend viis kilomeetrit — sama lugu nagu varengi.

Esimene kaaliumisoola šaht rajati Solikamski linna lähedale 1927. aastal.

Fosforväetist — superfosfaati hakati tootma 1843. aastal Deptfordis Inglismaal. Idee selle tootmiseks andis saksa keemik

J. Liebig, kes selgitas, et kondijahu töötlemisel väävelhappega tekib vees lahustuv fosfaat, mida saab kasutada väetisena.

Meie maa kolhooside ja sovhooside mehhanisaatoritele õpetatakse peale põllumajandusmasinate ja mehhanismide tundmise ka põllumajanduse kemiseerimise aluseid. Nad peavad teadma kuidas, millal ja kui palju väetisi külvata, mida need taimedele annavad jne.

Tänapäeva agrokeemiale pandi aga alus alles veidi üle 100 aasta tagasi. Enne seda kulges väetiste kasutamine puhtempirrilisel teel. Väetiste mõju põhjusi ei tuntud. Põlluharijad Vana-Roomas olid kaugel sellest, et mõista, miks sõnnik soodustab taimekasvu või miks peale lupiini kasvatamist saab järgmisel aastal põllult suure nisusaagi. Lupiini kündmisega mulda saadi kõrgeid viinamarjasaake eriti Vesuuvi nõlvadelt. Seda, et Vesuuvi varasemate pursete tulemusena oli ümbruskonna muld rikastatud kaaliumi ning fosforiga ja et koos lupiiniga viidi mulda ka üks taimede tähtsamaid toiteelemente — lämmastik — ei teatud.

Teedrajava tähtsusega agrokeemia kujunemises oli 18. sajandi lõpp ja 19. sajandi algus. Taimede toitumise küsimuste lahendamisel andis suure panuse prantsuse uurija J. Boussingault. Boussingault poolt kasutatud uurimissuuna leidmisele aitas kaasa ka juhus. Ajal, kui Boussingault lõpetas Pariisi mäe-instituudi, toimus Lõuna-Ameerikas Bolivari¹ juhtimisel vabadusvõitlus hispaania vallutajate vastu. Bolivar oli tolle aja progressiivse noorsoo hulgas suureks auotriteediks ning tema teenistusse ohvitserina astus ka Boussingault. Sõjaretkedel kandis ta endaga kaasas väikest laboratooriumi, et uurida selle maa loodusvarasid. Seda laboratooriumi ei jätnud ta maha ka kõige raskematel hetkedel. Tema biograafia järgi viis ta selle kaasa isegi tegevvolkaanide kraatrisse. Boussingault mõtteid erutas sellel ebatavalisel rännakul kõige enam haruldane nähtus — suured maisisaagid, mida lõuna-ameeriklased kogusid näiliselt täiesti viljatult liivalt. Selgus, et nad väetavad põldu merelindude väljaheidete lagunemisel järelejääva aine nn. guaanoga. Boussingault poolt läbi viidud keemilise analüüsi põhjal koosneb guaano peamiselt lämmastikuühendeist. Lämmastik aga kuulub elemendina ka kõigi taimede koostisse. Tekkis küsimus, kust saavad taimed lämmastikku ja vastusena hüpotees, et nad saavad seda mullas olevatest lämmastikuühenditest.

¹ Bolivari nime järgi kutsutakse tänapäeval üht Lõuna-Ameerika riiki — Boliiviati.

Selle hüpoteesi kontrollimist alustas Boussingault naasmisel Euroopasse. Bechelbronnis, oma majandi katsepõldudel uuris ta ainete ringlust mullas. Selleks ta analüüsis mulda, pidades kindlat arvestust ühelt poolt väetistena mulda viidud lämmastiku koguse ja teiselt poolt saagiga põllult kõrvaldatud seotud lämmastiku koguse kohta. Nende andmete võrdlemisel Boussingault veendus, et väetistena mulda viidava ja saagiga põllult eemaldatava lämmastiku kogus on võrdne. Järelikult omandavad taimed lämmastikku mulda viidud lämmastikuühenditest ehk nagu öeldakse, seotud lämmastikku.

Liblikõieliste taimede puhul (lupiin, ristik jt.) märkas aga Boussingault, et nad koguvad rohkem lämmastikku kui seda ühenditena mulda viidi. Selle nähtuse põhjuse avastas aga alles 1886. aastal H. Hellriegel, tuginedes oma üle 30-aastase uurimistöo tulemustele liblikõieliste taimede lämmastiktoitumisest.

Boussingault katsed pinnase lämmastikubilansi kohta ja avastus, et liblikõielised taimed rikastavad pinnast lämmastikuga, said aluseks ratsionaalsete külvikordade sisseseadmisel.

Agrokeemia rajajaks üldse loetakse aga saksa keemikut Justus Liebigit.

J. Liebig hakkas keemia praktilisi probleeme puudutavatest küsimustest huvituma 19. saj. neljakümnendatel aastatel. Oma agrokeemiat ning füsioloogilist keemiat puudutavas töös ta näitas kui vajalik on viia pinnasesse anorgaanilisi aineid. J. Liebig andis purustava hoobi varemkehtivale teorialle, mille kohaselt taimed toituvad mullas olevast orgaanilisest ainest. Ta kirjutas, et sõnnik ja loomade ning inimeste väljaheited avaldavad mõju taimede elule mitte neis sisalduvate orgaaniliste komponentide tõttu, vaid nende lagunemise ja mädanemise teel tekkivate ja neis leiduvate mineraalsete taimetoitelementide tõttu. Orgaaniline väetis, mis osaliselt või peamiselt koosneb ainevahetuse lõppsaadustest, asendub anorgaaniliste ühenditega, milleks ta pinnases laguneb.

J. Liebigi järgi peab külvide alla mulda viima väetisi, mis sisaldavad «ammoniaaki, lämmastikhapet, fosforhapet, lupja, magneesiumi, potast ja muud». Katsepõldudel Giesseni ümbruses tõestas J. Liebig mineraalväetiste kasulikkust. J. Liebigi uurimused väetiste kasulikkuse kohta ning pinnase taimetoit-aineid imava toime kohta panid aluse mineraalväetiste suurtootmisele ning aitasid juhtida agrokeemiat tema ette kerkinud probleemide ratsionaalse lahendamise teele.

Venemaal tegelesid väetiste kasutamise probleemidega M. Lomonossov, A. Bolotov, A. Engelgardt, D. Mendelejev, P. Kostõtšev, K. Timirjazev, D. Prjanišnikov jt.

M. Lomonossovi algatusel organiseeriti Vene Teaduste Akadeemia juurde põllumajanduse klass, mille ülesandeks oli lahendada eelkõige väetiste kasutamise päevaküsimusi.

A. Engelgardt soovitas väetamiseks kasutada fosforiidijahu lisandiga sõnnikut või külvata seda laialilaotatud sõnnikule.

D. Mendelejev rajas Klini linna lähedale Boblovosse majandi, kus organiseeris katsejaama. Väetuskatsete tegemiseks ta koostas programmi, milles püstitatud põhimõtted katsete teostamise kohta kehtivad veel tänapäevalgi. D. Mendelejev tõestas oma katsetega, et Venemaal pole mineraalväetiste kasutamise efektiivsus väiksem kui Lääne-Euroopa maades. Seisukoht, et Venemaa tingimustes mineraalväetiste kasutamine end ei õigusta, oli tol ajal laialt levinud.

D. Prjanišnikov tõestas, et taimed võivad omastada lämmastikku mitte ainult nitraatidest vaid ka ammooniumrühma sisaldavatest ühenditest. Palju tööd tegi D. Prjanišnikov fosforväetiste ja eriti fosforiidijahu väetusväärtuse väljaselgitamisel. Ta tõestas, et mineraalväetiste tootmise suurendamine ja nende otstarbekas kasutamine on kõige õigem tee selleks, et saada kõrgeid saake põllumajanduses.

Eestis oli üheks esimeseks väetiste propageerijaks C. R. Jakobson. Ta organiseeris Kurgjal eesrindliku majandi, kus korraldas mitmeid katseid maaharimise ja väetiste kasutamise alal. Esimeseks eestikeelseks põllumajanduslikuks teoseks tuleb lugeda C. R. Jakobsoni tööd «Teadus ja Seadus põllul», mille esimene osa ilmus 1896. aastal. Selles soovitas ta sõnnikut säilitada hästi kinnitallatult ja ammoniaagikadude vältimiseks turbaga kaetult tihendatud põhjaga hoidlas. Rõhutati ka vajadust sõnnik peale laotamist kohe sisse künda. Nimetatud soovitusel kehtivad ka tänapäeval. C. R. Jakobson propageeris innukalt ka kohalikke väetisi — tuhka, muda, kipsi, lupja. Välismaalt sisseveetavate väetiste (kondijahu, guaano ja tšiili salpeetri) õigeks kasutamiseks soovitas ta korraldada sellekohaseid katseid.

Tänapäeval tegeldakse Eesti NSV-s väetiste kasutamise küsimuste uurimisega Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi katsebaasides ja laboratooriumides.

HUVITAVAD KATSEID SEOSSES AINETE PÕHIKLASSIDE KÄSITLEMISEGA.

Inimene saab riletuse.

Keeduklaasi valatakse vasksulfaadi kontsentreeritud lahust ning sellesse asetatakse niidi otsa kinnitatud õhukesest raudplekist välja lõigatud inimese figuur. Viimane tuleb eelnevalt korralikult puhastada. Figuuri hoitakse lahuses 7—8 minutit. Seejärel võetakse see lahusest välja ning demonstreeritakse. Soovitav on katset kasutada näiteks viktoriini ühe ülesandena. Tuleb anda seletus, kuidas inimfiguur sai uue punakaspruuni «riietuse».

Talveks karvakasukas.

Õhukesest tsinkplaadist valmistatakse inimese figuur. Enne katset see puhastatakse, kinnitatakse niidi külge ning asetatakse keeduklaasi, milles on pliinitraadi lahus. Pea jäägu lahusest välja. Mõne aja pärast kattub figuur läikivate nõelataoliste pliikristallikestega. Kui «kasukas» on küllalt tihe, võetakse figuur lahusest välja, loputatakse veega ning demonstreeritakse.

Vaskrahast hõberaha.

Portselankausikese põhja valatakse veidi elavhõbenitraadi lahust. Nüüd palutakse pealtvaatajailt üks viiekopikaline raha, mis asetatakse lahusesse. Raha kattub peagi tiheda elavhõbede kihiga ning see võetakse pintsettide abil lahusest välja, loputatakse veega ning kuivatatakse filterpaberiga. Kui raha on nõrga hõõrumise tulemusena läikivaks muutunud, demonstreeritakse seda. «Ime» seletamise võib jätta viktoriinist osavõtjate ülesandeks. Omanikule ei tagastata elavhõbedega kaetud raha, vaid üks teine viiekopikaline münt. Katsel tarvitatud raha tuleb aga puhastada läbikuumutamisega tõmbe all.

Alkeemikute kulla valmistamine.

Võetakse kaks väiksemat ja üks suurem keeduklaas. Ühes keeduklaasis on kuum pliinitraadi või pliitanaadi (võib olla ka etanahappe lisandiga), teises kuum kaaliumjodiidi lahus. Lahuste kontsentratsioon olgu võrdlemisi väike (0,5 %-lised lahused). Osutatakse sellele, et mõlemad lahused on värvuseta,

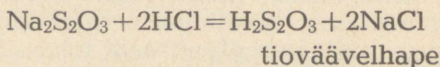
suuremas keeduklaasis aga ei ole mingi lahuse ega aine jälgi. Seejärel valatakse lahused korraga suuremasse keeduklaasi kokku ning jahutatakse külmas vees. Moodustuvad pliijodiidi kuld kollased kristallid, mis lahuse loksutamisel sätendavad.

Soojendamiseta ei tule katse nii hästi välja ja sel puhul tuleb kasutada 2—3 korda lahjemaid lahuseid.

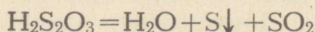
Piim veest.

Ühes keeduklaasis lahustatakse veidi baariumkloriidi ning teises väävelhapet (piisab mõnest tilgast). Seejärel valatakse lahused kolmandasse klaasi (soovitav teeklaasi) kokku. Moodustub piimataoline vedelik.

Hea «piima» saab ka siis, kui lisada lahjendatud naatrium-tiosulfaadi ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) lahusele mõni tilk sool- või väävelhapet. Vedelik muutub siinjuures häguseks eralduva väävli tõttu:



Tioväävelhape laguneb kergesti:



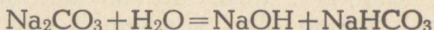
Selliselt saadud «piima» valmistasid omal ajal ohtrasti kirikumehed, reklaamides seda kui jumalaema piima. Reformitud kiriku juht Calvin, tehes ligikaudseid arvestusi Euroopa eri paikades säilitatava jumalaema piima koguse kohta, leidis seda olevat niivõrd rohkesti, «et püha neitsi ei oleks võinud anda niipalju piima isegi siis, kui ta oleks olnud lehm...»¹

Imepudelid.



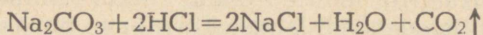
Võetakse kolm silindrit. Esimesse valatakse mõned tilgad fenoolftaleiini lahust, teise mõned milliliitrid kontsentreeritud soolhapet ja kolmandasse veidi kaltsiumkloriidi küllastunud lahust. Silindrid asetatakse kõrvuti ning neisse valatakse ühest ja samast pudelist — «imepudelist» sooda lahust (1 l vee kohta 100—150 g soodat või kaaliumkarbonaati).

Esimese silindri sisu värvub väarikpunaseks, sest naatriumkarbonaadi hüdrolüüsil moodustub aluseline keskkond:

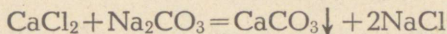


¹ Ateisti käsiraamat. Tallinn, 1963. lk. 524.

Teise silindri sisu hakkab kihisema, sest tekib süsinikdioksiid:



Kolmanda silindri sisu muutub häguseks tekkiva kaltsiumkarbonaadi tõttu:



Nii saab samast pudelist valada kord «vaarikamahla» või «veini», kord «gaseeritud vett», kord «piima».

II

«Imepudel», milles on vesi fenoolftaleiini lahuse lisandiga, suletakse korgiga, mida läbivad kaks vastassuunas painutatud klaastoru. (On hea, kui korki läbib veel kolmas toru õhu jaoks, mis ulatub põhjani.) Demonstratsioonilauale asetatakse kõrvuti kaks keeduklaasi või silindrit. Ühte neist valatakse eelnevalt mõned tilgad naatrium- või kaaliumhüdrosiidi lahust. Nüüd valatakse «imepudeli» mõlemast torust üheaegselt vedelikku nendesse nõudesse. Ühes nõus muutub vedelik punaseks, teises — mitte.

Kasutades saadud punast lahust, võib teha veel järgmise katse. Lahusesse lisatakse ettevaatlikult nõu seina mööda lahjendatud väävelhapet. Vedeliku alumine kiht muutub värvuseks, ülemine jääb punaseks. Klaaspulgaga segamisel muutub kogu lahus värvuseks. Katse on lihtsalt seletatav — väävelhape neutraliseerib leelise. Kaob leelis, kaob ka fenoolftaleiini punane värvus.

III

Katse «imepudeligas» võib teha ka nii, et see on täidetud naatriumhüdrosiidi lahusega ning demonstratsioonilauas reas paiknevates «tühjades» silindrites on mõned tilgad indikaatorilahuseid (fenoolftaleiin, lakmus ja metüüloranž). «Ime» läbi värvub valatav lahus esimeses silindris vastavalt vaarikapunaseks, teises siniseks ja kolmandas kollaseks.

IV

«Imepudel» täidetakse raud(III)kloriidi lahusega, mis on eelnevalt hapustatud väävelhappega (viimane muudab lahuse värvuse tunduvalt heledamaks). Kui «imepudeli» sisu valada puhtasse silindrisse, saadakse «vesi», kui klaasi on eelnevalt

loputatud baariumkloriidi lahusega, saadakse «piim», kaaliumheksatsüanoferraat(II) lahuse puhul tekib sinine vedelik — «tint», kaaliumtiotsüanaadi lahuse korral aga punane vedelik — «veri» jne.

Vesi veiniks ja vein veeks.

Lauale asetatakse kaks keeduklaasi või silindrit, milledest esimeses on mõned tilgad fenoolftaleiini lahust, teises aga mõned tilgad soolhapet. Pudelis on «veeks» sooda lahus. Valades viimast esimesse nõusse, muutub selle sisu vaarikpunaseks, tekib «vein». «Veini» valamisel teise «tühja» nõusse saame aga jälle «vee».

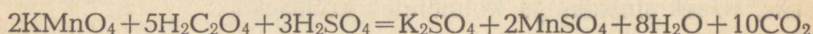
Vee muutmine kirsimahlaks.

Kolbi kallatakse vett, millele on lisatud 2—3 ml fenoolftaleiini lahust. Kolb suletakse alt krobeline korgiga, millesse lõigatud täkkesse asetatakse tükike kaalium- või naatriumhüdrosiidi. Siis loksutatakse kolbi nii, et vedelik ei puudutaks korki, seejuures enesest mõista «vesi» ei värvu. Energilisema loksutamise juures osa leelist lahustub ja fenoolftaleiin muudab lahuse kirsipunaseks. Seadist näidatakse kuulajaile ja seletatakse neile nähtuse põhjus, või lastakse seda neil endil teha.

Vaarikamahla või veini muutmine veeks.

Valmistatakse «vaarikamahl» või «vein». Selleks soojendatakse destilleeritud vett kuni 45° C-ni, lisatakse umbes 15 ml lahjendatud väävelhapet (1:5) ja 5 ml 0,1 n kaaliumpermanganaadi lahust. Vahetult enne katse demonstreerimist lisatakse sellele «mahlale» umbes 10 ml 0,1 n oblikhappe lahust, loksutatakse ja asetatakse kolb demonstratsioonilauale. Efekti saavutamiseks võib nüüd ennustada, et 30—40 sekundi möödumisel muutub mahl veeks.

Toimub oksüdatsiooni-reduktsioonireaktsioon ning lahus muutub kaaliumpermanganaadi lagunemise tõttu värvusetuks:



Vedel kameeleon.

I

Puistatakse vette veevaba vasksulfaati (valge värvusega) ja loksutatakse. Vesi värvub siniseks.

Saadud sinisele lahusele lisatakse soolhapet (ek. 1,19). Vask(II)kloriidi tekkimise tõttu muutub lahus roheliseks. Edasi jagatakse roheline vedelik kahte katseklaasi. Esimesse lisatakse naatrium- või kaaliumhüdroksiidi kontsentreeritud lahust. Moodustub vask(II)hüdroksiidi sinine mass, mis soolhappe ja naatriumhüdroksiidi neutraliseerumisreaktsioonil tekki- kiva soojuse toimetel laguneb ja muutub mustaks vask(II)-oksiidiks.

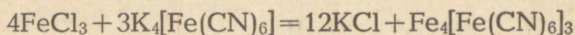
Lahjendatud väävelhappe lisamisel saame jälle vasksulfaadi sinise lahuse.

Teise katseklaasi lisame 25%-list ammoniaagi vesilahust. Vedelik värvub tumesiniseks, sest tekib tumesinise värvusega ühend (kompleksühend). Lisades nüüd hapet, saame helesinise lahuse.

II

Demonstratsioonilauale asetatakse ritta viis silindrit. Esimene täidetakse veega, millele on lisatud veidi 0,5 n raud(III)-kloriidi lahust. Teise valatakse 0,5—1 ml 0,5 n kaaliumheksatsüanoferraat(II) lahust ning samapalju 1 n soolhapet. Kolmandasse silindrisse — 1,5—2 ml 1 n naatriumhüdroksiidi lahust. Neljandasse kuni 3 ml fenoolftaleiini lahust ja viiendasse 2 ml soolhapet (ek. 1,19).

Nüüd valatakse esimese silindri sisu teise — lahus värvub siniseks:



berliini sinine

Edasi valatakse saadud sinine lahus kolmandasse silindrisse. Sinine värvus kaob ning moodustub nõrgalt pruuni värvusega vedelik (raud(III)hüdroksiidi kolloidlahuse tekke tõttu). Saadud vedeliku valamisel neljandasse silindrisse, muutub lahuse värvus punaseks. Viiendas silindris leelis neutraliseerub ning moodustub jällegi berliini sinine, mis muudab ka vedeliku siniseks.

Katse on efektssem kui silindreid valgustatakse tagant elektrilambi või prožektoriga.

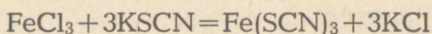
Haav paraneb «ime väel».

Käele asetatakse tilgakene raud(III)kloriidi lahust, noa seljale aga kaalium- või ammooniumtiotsüanaadi lahust (fotograafias tuntud kaalium- või ammooniumrodaniidi nimetuse all).

Sellise noaga tekitatakse «haav» ja lubatakse see «ime väel» jälle terveks teha.

Haavale asetatakse papist rist, mis on kastetud sooda küllastunud lahusesse. Risti eemaldamisel ilmneb, et «haav» on kadunud.

«Veri» saadakse siin kaaliumtiotsüanaadi (KSCN) reageerimisel raud(III)kloriidiga, mille tulemusena tekib veripunase värvusega raud(III)tiotsüanaat:



Naatriumkarbonaadi toimel raud(III)tiotsüanaadisse moodustuvad uued ained, mis ei anna lahusele värvust.

Salakirjade dešifreerimine.

I

Katseks võetakse valge paber, millele on eelnevalt puusule abil vasksulfaadi lahusega kirjutatud valem või sõna ja seejärel paber kuivatatud. Kui ei kasutata liiga kanget lahust, ei paista kiri vaatajatele. Kirja ilmutamiseks hoitakse paberit 25%-lise ammoniaagi vesilahuse avatud pudeli kohal. Ilmub nähtavale tumesinise värvusega kiri.

II

Valgele paberilehele tehakse joonis erinevate lahustega — osa joonisest vasksulfaadi, teine osa — raud(III)kloriidilahusega. Joonise ilmutamiseks kaetakse see klaasiga, või filterpaberiga, mis on märjastatud kaaliumheksatsüanoferraat(II) lahusega. Paberile ilmub kahevärviline joonis.

III

Valgele paberile kirjutatakse või joonistatakse eelnevalt sooda küllastunud lahusega mingi sõna, valem või karikatuur. Paber kinnitatakse tahvlile või vastavale alusele ja seda näidatakse pealtvaatajatele. Seejärel võetakse pudel veega, millele on lisatud fenoolftaleiini lahust ning piserdatakse selle «veega» pulverisaatori abil joonist. Paberile ilmub kiri või vastav karikatuur, sest sooda lahus on leeliselise reaktsiooniga.

Joonistuspaperile kirjutatakse suurte tähtedega mingi sõna elavhõbe(I)nitraadi — $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ — lahusega. Kui paber on kuivanud, pole sellel näha mingit kirja. Sellise kirja võib valmis teha paar päeva enne katset.

Katseks võetakse suur klaaspurk ning valatakse sellesse 30—40 ml ammoniaagi 25%-list lahust. Purk kaetakse tihedasti papist, kummist või klaasist kaanega.

«Puhas» paber keeratakse rulli ning asetatakse purki (2—3 sekundiks). Ammoniaagi mõjul ilmub must kiri või joonis nähtavale.

Purki võib samaaegselt asetada ka teise paberi, millele kiri on kirjutatud fenoolftaleiini lahusega. Sel juhul saame punase kirja. Nimetatud ainetega võib ühele paberile teha ka kombineeritud kirja või joonise.

Imelill.

Valmistatakse filterpaperist lill. See kastetakse fenoolftaleiini lahusesse ja lastakse kuivada. Selline lill asetatakse katse käigus klaaskupli alla väikesesse vaasi. Eelnevalt on vaasi valatud «vett» — ammoniaagi 25%-list lahust, et kupli alla koguneks küllaldaselt ammoniaaki. Õige pea muutub lill roosakaks ning seejärel punaseks. Kui võtta ta kupli alt välja, kaob pikkamisi lille punane värvus. Kui selline lill on kord valmistatud, võib teda kasutada korduvalt.

Värvuse muutumine temperatuuri muutmise abil.

Kuiva puhtasse katseklaasi võetakse 3—4 cm^3 eelnevalt peenestatud kristallsoodat ning umbes 1 cm^3 pulbrist fenoolftaleiini. Katseklaasi sisu segatakse hoolega.

Seejärel asetatakse katseklaas keeduklaasi, milles on kuum vesi. Segu värvub algul roosakaks, siis vaarikpunaseks. Katseklaasi asetamisel külma vette segu värvus kaob. Katset võib kasutada ka viktoriiniülesandena.

Kuumutamisel kaotab sooda kristallvee ning lahustub selles. Sooda lahus on aga leeliselise reaktsiooniga. Madalal temperatuuril seob naatriumkarbonaat vee ning moodustub kristallhüdraat. Kuna kaob aluseline keskkond, siis kaob ka fenoolftaleiini punane värvus.

Reaktsiooni saab soovi korral peatada.

Katseklaasi võetakse tsingi tükikesi ning valatakse neile hapet. Soovides katset esitada viktorijini ülesandena, ei pruugi öelda, mis metall ja mis vedelik see on. On näha kuidas eraldub gaasi. Seejärel lisatakse teist vedelikku — leelise lahust ning juhitakse tähelepanu reaktsiooni käigule. Aegamööda see lakkab. Vaatajate otsustada võib jääda see, millised ained reageerisid ja miks lakkas gaasi eraldumine.

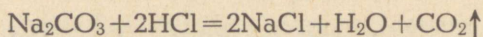
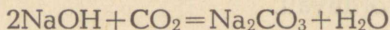
Kust tuleb gaas?

Igal nähtusel on oma põhjus. Õpilased teavad, et näiteks gaasi eraldumine tsingitükikeste asetamisel soolhappesse on tingitud nende ainete vahelisest reaktsioonist. Kust tuleb aga gaas järgmisel juhul.

Demonstratsioonilauale on pandud pudel soolhappega ja purk tahke naatriumhüdroksiidiga. Viimasel on kork pealt ära võetud. Soolhapet valatakse 150—200 ml keeduklaasi ning sellesse viiakse pintsettide abil mõned tükid naatriumhüdroksiidi. (Ettevaatust! Kanda kaitseprille!) Ilmneb, et ka selle katse puhul eraldub gaasi, kuigi reaktsioon soolhappe ja naatriumhüdroksiidi vahel seda ei põhjusta.

Gaasi eraldumise põhjust sobib anda otsida antud katse korral ka tunnis, sest nähtust peavad seletama õppima kõik õpilased.

Lahendus võrrandite kujul oleks järgmine:



Pauk pudelist.

Võetakse puhas läbipaistev pudel ja lastakse vaatajatel veenduda, et see on tühi. Siis asetatakse pudelisse 3—4 tükki valget tahket ainet (iga tükk umbes 15 g) ning valatakse neile mingit värvuseta vedelikku. Pudeli suletakse korgiga ja juhitakse tähelepanu pudeli sees toimuvale. Minuti-poolteise pärast lendab kork paugu saatel õhku. Katset võib veel mõned korrad korrata.

Viktoriinist osavõtjatel tuleb vastata, millised ained võeti, miks kork pudelilt ära lendas, kuidas korgi väljalendamist kiirendada, milliseid teisi aineid võiks analoogilisel katsel kasutada jne.

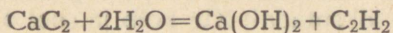
Ohutustehnika seisukohalt on tähtis, et pudel oleks ühtlasest paksust klaasist ning et kork ei oleks liialt kõvasti peal. Lisaks sellele mäsitakse pudel riidesse (näiteks käterätti).

Ainetena võib võtta marmoritükke või lubjakivi ning lahendatud soolhapet (1:1).

Põlev lumi

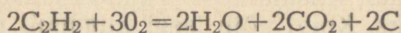
Võetakse klaaskauss (ka konservikarp või uhmer) ning täidetakse vahetult enne katset $\frac{3}{4}$ võrra lumega. Sellele asetatakse 4—5 kaltsiumkarbiidi tükikest ning kaetakse need lumega. Nüüd lähendatakse lumele põlev pird. «Lumi» süttib ja jätkab suitseva leegiga põlemist. Leegi kustutamine vee ja lume abil ei õnnestu.

Katse kemism seisneb järgnevas:



atsetüleen
ehk etüün

Tegelikult põleb seega atsetüleen:



Tuliratas.

Võetakse 250 milliliitriline kolb ning sinna asetatakse metallitükikesi. Neile valatakse rohupudelist (võib olla ka signatuuri sedeliga) mingit värvuseta vedelikku nii, et see kataks tsingi. Kolb suletakse tihedasti korgiga, millest ulatub läbi T-toru. Viimase kaks väljaulatuvat ja avanevat toruosa on painutatud vastassuunas 90° -se nurga all ning toru otsad on peeneks tõmmatud. Kolb riputatakse peene niidi, näiteks siidniidi abil statiivi külge ning see hakkab õige pea pöörlema.

Mõne aja pärast kolb peatatakse eralduva gaasi puhtuse kontrollimiseks. Seejärel gaas süüdatakse ning kustutatakse tuled.

Aega, mis kulub «tuliratta» pöörlemiseks, palutakse kasutada mõtlemiseks sellele, millega on võimalik antud nähtust seletada ning millised ained katseks võeti.

Katseks võib võtta tsinki ja soolhapet, on aga ka teisi võimalusi. Viimaseid võib lasta pealtvaatajatel leida.

Lahustumine ei ole üksnes füüsikaline nähtus.

Lauale asetatakse kaks lihvitud korkidega klaasilindrit. Ühte neist valatakse piiritust, teise vett ning seejärel lisatakse mõlemasse võrdselt mõned koobaltkloriidi (CoCl_2) kristallikesed. Suletud silindrite sisu loksutatakse hästi läbi.

Nõrgalt roosakad koobaltkloriidi kristallikesed muudavad vedelike värvust — esimeses vastavalt taevassiniseks ning teises ereroosaks.

Katse näitab, et lahustumine ei ole ainult füüsikaline protsess, vaid et lahustatava aine osakesed astuvad lahustiga keemilisse reaktsiooni.

«Ime» üleküllastunud lahusega.

Kolvis soojendatakse kristalset naatriumtioosulfaati kuni see lahustub oma kristallvees. Seejärel jahutatakse lahust ettevaatlikult (mitte loksutada!) Kui kolb ja sool olid küllalt puhtad ning kui lahusesse ei satu tolmu ega prügi, ei kristalliseeru jahtumisel soola liig välja.

Kui lahus on küllalt jahtunud, viskame sellesse väikese naatriumtioosulfaadi kristallikesed. Toimub «ime». Lahus muutub silmapilk tahkeks. Kolvi võib isegi kummuli pöörata — vedelikku selles enam ei ole.

Kui katset tehakse «huvitava keemia õhtul», võib üleküllastunud lahuse varem valmis teha.

Keemiline aed.

Kasutades keemilisi reaktsioone, mis kulgevad naatriumsilikaadi ja mitmesuguste teiste soolade vahel, võib rajada toreda «keemilise aia».

Selleks valatakse akvaariumisse või mõnda laiemasse klaasipurki vesiklaasi lahust (1 osa vesiklaasi või tavalist silikaatliimi kolme osa vee kohta), millesse visatakse soolade kristallikesi. Viimaseid võib valida näiteks järgnevate hulgast: vaskvitriol ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), vask(II)kloriid ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), raud(III)kloriid ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kaaliumpermanganaat (KMnO_4), mangaan(II)kloriid ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), kaaliumdikromaat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), koobalt(II)kloriid ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kaaliumsulfaat (K_2SO_4), pliietanaat ehk pliiatsetaat [$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$] jt.

Veidi aja pärast kattuvad kristallikesed kilega, mis moodustub naatriumsilikaadi reageerimisel lisatud sooladega. Kilele

ilmuvad «pungad» ja nendest hakkavad kasvama mitmevärvilised veidrakujulised «vetikad».

Kasvamine toimub seetõttu, et tekkiv kile on poolläbilaskev — laseb vett naatriumsilikaadi lahusest kristallikeste juurde, viimaste juures tekkiv soolalahus aga tagasi ei pääse ja jääb kilest kotikesse, paisutades viimast. Seetõttu lõpuks kile katkeb ja soolalahus pääseb välja. Kokkupuutumisel naatriumsilikaadiga moodustab väljatungiv soolalahus uue kile. Nii teki-
vad «taimedel» järk-järgult ikka uued harud ning aed aina kasvab.

KIRJANDUS.

- Ateisti käsiraamat. Tallinn, 1963.
Bernal, J. Teadus ühiskonna ajaloos. Tallinn, 1962.
Eesti NSV. Teatmik. Tallinn, 1966.
Eilart, J. jt. Kas tunned maad. Tallinn, 1965.
Fersman, A. Huvitav geokeemia. Tallinn, 1952.
Hallik, O. Agrokeemia. Tallinn, 1963.
Jeret, Ü. Mööda tööstuslikku Põhja-Eestit. Tallinn, 1965.
Karik, H. Abiks noortele keemikutele. «Pioneer», 1964, nr. 3.
Keemia ja rahvamajandus. Artiklite kogumik. Tallinn, 1964.
Kiik, H. jt. Maaviljeluse lühikursus. Koostanud H. Annus. Tallinn, 1964.
Koržev, P. Keemia teatmik. Tallinn, 1963.
Lageda, P. Rahvamajanduse kemiseerimine. Tallinn, 1964.
Linnuse, H. Suurte saavutuste aastad. Tallinn, 1965.
Nekrassov, B. Üldine keemia. I ja II Tartu, 1947.
Netšajev, J. Jutustusi elementidest. Tartu, 1947.
Ratassepp, V. Lisamaterjali väävelhappe käsitlemiseks. «Nõukogude Kool», 1967, nr. 2.
Renter, R. Eesti NSV rasketööstus ja selle arenemisperspektiivid. Tallinn, 1964.
Ristlaan, R., Teppor, F. Keemia meie kodudes. Tallinn, 1964.
Rudenko, J., Taube, P. Vesinikust kuni...? Tallinn, 1966.
25 aastat Nõukogude Eestit. Statistiline kogumik. Tallinn, 1965.
Zverev, S. Hämmastavaist muundumistest.

- Tani, R. Teaduslik-ateistliku mailmavaate kasvatamisest keemia õpetamisel. Ateistlikust kasvatusest koolis. Tallinn, 1963.
- Teppor, F. Kodu ja keemia. Tallinn, 1962.
- Tomson, T. Lugusid keemiast ja keemikuist. Tallinn, 1966.
- Vene, J. Materialistliku maailmavaate kasvatamisest keemia õpetamisel. «Nõukogude Kool». 1964, nr. 5.
- Волпер, И. Юным химикам. Изд-во «Молодая гвардия», М., 1965.
- Гостев, М. М. Химический кружок в школе. Изд-во АПН РСФСР, М., 1958.
- Гостев, М. М. Экспериментальная работа учащихся в химическом кружке, Учпедгиз. М., 1959.
- Детская энциклопедия для среднего и старшего возраста, Том 3. Изд-во АПН РСФСР, М., 1959.
- Джуа М. История химии. Изд-во «Мир», М., 1966.
- Зданчук Г. А. Опыты-задачи по химии. «Химия в школе», 1964 № 1.
- Иванов, П. П. Агрохимический кружок в школе. Учпедгиз. М. 1955.
- Парменов К. Я. и Сморгонский Л. М. Книга для чтения по химии I Учпедгиз. М., 1948.
- Парменов К. Я. и др. Книга для чтения по химии II. Учпедгиз, М., 1956.
- Попова Л. Ф. Серная кислота. Изд-во «Просвещение», М., 1964.
- Реми, Г. Курс неорганической химии I. Изд-во иностранной литературы. М., 1963.
- Федоров П. А. Агрохимические опыты по химии. Изд-во «Просвещение», М., 1965.
- Ходаков Ю. В. Общая и неорганическая химия. Учпедгиз, М., 1959.
-

SISUKORD

Sissejuhatus	2
Oksiidid	3
Süsinikdioksiidid	3
Süsinikoksiidid	5
Happed	7
Väävelhape	7
Väävlishape	9
Soolhape	10
Lämmastikhape	11
Hüdroksiidid	13
Soolad	16
Naatriumkloriid	17
Tähtsamate soolade kasutamisest koduses majapidamises	20
Andmeid mineraalväetiste ajaloost	22
Huvitavaid katseid seoses ainete põhiklasside käsitlemisega	27
Kirjandus	37

Экспериментальные материалы по теме
«ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»
(Приложение к рабочей тетради по химии для 8 класса.)

На эстонском языке.

ВЯЙНО ЭДУАРДОВИЧ РАТАССЕП.

Toimetaja V. PEDAK

Trükkimisele antud 8. X 1968. Paber 60×84, 1/16. Trükipoognaid 2,5.
Tellimine nr. 888. Trükiarv 500. MB-08906.

ENSV MN Asjadevalitsuse Trükikoda, Tallinn.

Tasuta.

Tasuta

A-287

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00447085 4