

H.KARIK K.PRINKMAN
V. RATASSEPP

KEEMIA



VIII
KLASSILE

ARH



A-26 080

H. KARIK, K. PRINKMAN, V. RATASSEPP

KEEMIA

VIII klassile

ARHIIVKOGU

61113

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1965

Kaane kujundus:
G. Pant

Kinnitatud
Eesti NSV Haridusministeeriumi
poolt

ARHIIVKOGU

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
61145

I peatükk.

KEEMILISTE ÜHENDITE TÄHTSAMAD KLASSID.

Keemia uurib aineid, nende omadusi ja nendega toimuvaid muundumisi. Keemilised omadused aga sõltuvad aine koostisest. VII klassi keemia kursuses me juba tutvusime lühidalt keemiliste ühendite tähtsamate klassidega: oksiidide, hapete, aluste ja sooladega. Ühte ja samasse ühendite klassi kuuluvatel ainetel on mitmeid ühiseid omadusi ja nad on molekulide koostise poolest sarnased. Järgnevalt õpime neid ühendite klasse lähemalt tundma.

§ 1. Happed.

1. Hapete koostis.

Hapnikku sisaldavad ja hapnikku mittes sisaldavad happed.

Seitsmendas klassis tutvusime kolme tähtsama happega: väävel-, sool- ja lämmastikhappega. Kui vaatleme nende hapete valemid, siis näeme, et väävelhape (H_2SO_4) ja lämmastikhape (HNO_3) sisaldavad hapnikku, soolhape (HCl) aga mitte. Seega ei tarvitse hapnik tingimata hapete koostisse kuuluda.

Alljärgnevas tabelis on esitatud näiteid hapnikku sisaldavate ja teda mittesisaldavate hapete kohta.

Hapnikku sisaldavad happed	Hapnikku mittesisaldavad happed
Lämmastikhape — HNO_3	Soolhape — HCl
Väävelhape — H_2SO_4	Väävelvesinikhape — H_2S
Väävlishape — H_2SO_3	
Süsihape — H_2CO_3	
Ränihape — H_2SiO_3	
Fosforhape — H_3PO_4	

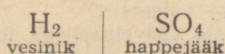
Hapete koostist uurides selgub, et erinevate hapete molekulides on erinev arv vesiniku aatomeid. Kui happe molekulis sisaldub üks vesiniku aatom, siis nimetatakse hapet ühealuseliseks. Ühealuseline hape on näiteks soolhape (HCl). Kui happe molekulis on kaks vesiniku aatomit, siis on hape kahealuseline. Kahealuseline hape on näiteks väävelhape (H₂SO₄). Juhul kui happe molekulis on kolm vesiniku aatomit, on hape kolmealuseline, näiteks ortofosforhape (H₃PO₄).

Hape on nii mitme aluseline, kui mitu vesiniku aatomit kuulub tema molekuli koostisse. Happe molekuli koostisse kuuluv vesinik põhjustabki hapete hapu maitse. Samal põhjusel muudavad happed indikaatorite värvust ja neil on teisi sarnaseid keemilisi omadusi.

Happejääk. Tsingi ja väävelhappe vahelisel reaktsioonil tõrjuvad tsingi aatomid väävelhappe molekulidest vesiniku aatomid välja, väävelhappe molekulist jääb järele happe molekuli teine osa — SO₄. Seda osa nimetatakse väävelhappe h a p p e j ä ä g i k s.

Pärast vesiniku aatomite eraldumist happe molekulist ühineb tsingi aatom happejäägiga ja moodustab soola — tsinksulfaadi (ZnSO₄) molekuli.

Seega koosneb väävelhappe molekul kahest osast: vesinikust ja happejäägist:



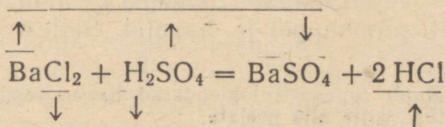
Samalaadne ehitus on ka teistel hapetel.

Järelikult happejäägiks nimetatakse happe molekuli osa, mis on seotud vesiniku aatomitega. Happeid kui keemilisi ühendeid võime seega defineerida järgmiselt:

hape on liitaine, mille molekul koosneb ühest või mitmest vesiniku aatomist ja happejäägist.

Vaatleme nüüd, kuidas happejäägid võtavad osa keemilistest reaktsioonidest. Miks kirjutatakse happejäägid reaktsioonivõrrandites reaktsiooni saaduste molekulides samasugustena, nagu nad esinesid lähteainete molekulide koostises?

Katse. Valame katseklaasi baariumkloriidi lahust ja lisame väävelhapet. Reaktsiooni tulemusena tekib valge sade. See on sool — baariumsulfaat (BaSO₄).



Antud juhul baariumi aatom ($\overset{\text{II}}{\text{Ba}}$) ühineb happejäägiga ($\overset{\text{II}}{\text{SO}_4}$) ja tekitab soola molekuli (BaSO_4). Vesiniku aatom ühineb happejäägiga ($\overset{\text{I}}{\text{Cl}}$) ja moodustab kloorvesiniku molekuli (HCl). Seega happejääkide $\overset{\text{II}}{\text{SO}_4}$ ja $\overset{\text{I}}{\text{Cl}}$ koostis ei muutu, olenemata sellest, kas nad esinevad hapete või soolade molekulides.

Et vesiniku aatomid on ühevalentsed ja nad on seotud happejäägiga, siis võime vesiniku kaudu kindlaks määrata happejäägi valentsi. Näiteks soolhappes (HCl) on happejääk ($\overset{\text{I}}{\text{Cl}}$) seotud ühe vesiniku aatomiga. Mitmevalentne on soolhappe happejääk? Väävelhappes (H_2SO_4) on happejääk ($\overset{\text{II}}{\text{SO}_4}$) seotud kahe vesiniku aatomiga. Mitmevalentne on väävelhappe happejääk?

Seega happejäägi valents võrdub vesiniku aatomite arvuga happe molekulis ehk teiste sõnadega: happe aluselisisus on võrdne happejäägi valentsiga.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Nimetada hapnikku sisaldavaid ja hapnikku mittesisaldavaid happeid.
2. Milline element kuulub kõikide hapete koostisse?
3. Tuua näiteid ühe-, kahe- ja kolmealuseliste hapete kohta.
4. Missugust happe molekuli osa nimetatakse happejäägiks?
5. Mis on happed?
6. Kuidas määrata happejäägi valentsi?
7. Baariumkloriidi reageerimisel väävelhappega tekib sade (BaSO_4). Millisele baariumsullaadi füüsikalisele omadusele viitab tema eraldumine sademena?
8. Millise happe sool on pliiinitraat [$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$]? Kirjutada selle happe alumiiiniumisoola valem.
9. Milline on järgmiste soolade koostisse kuuluvate happejääkide valents: AgNO_3 , MgCl_2 , Al_2S_3 ?
10. Määrata antud hapete valemite põhjal happejäägi valents: H_3PO_4 , H_2S , HNO_3 , H_2CO_3 , $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$, HClO_3 , H_2SO_3 , H_2SiO_3 , HPO_3 .
11. Kirjutada vihikusse antud soolade valemid ja nende kõrvale vastavate hapete valemid:
 NaCl, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, CaCO_3, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, Na_3PO_4, K_2SO_3
12. Määrata metalli valents soola valemi põhjal: AgNO_3 , FeCl_2 , FeCl_3 , HgCl_2 , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$.
13. Mitu grammi vesinikku võib saada 294 grammist väävelhapest?

2. Hapete keemilised omadused.

Kui maitsta lahjendatud sool- või väävelhapet, siis tunneme, et nad on hapud. * Haput maitset tunneme ka äädikhappel, sidrunhappel, õunhappel, piimhappel jt. hapetel. Sellest on tingitud ka

* Maitsta võib ainult tugevasti lahjendatud happe vesilahuseid (üks tilk hapet klaasi vee kohta). Mitte alla neelata.

nimetus «hape». Palju ühist on hapetel ka nende toimes indikaatoritesse, metallide oksiididesse, alustesse, sooladesse ja metallidesse. Tutvume lähemalt nimetatud reaktsioonidega.

Hapete toime indikaatoritesse.

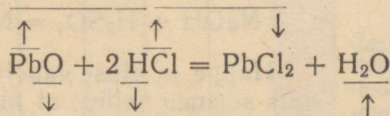
Hapete vesilahused muudavad indikaatorite värvust. Indikaatorid on värvained, mis muudavad oma värvust vastavalt lahuse keskkonnale. Kui lahuses on hapet, siis on indikaatoril üks värvus, kui aga lahuses on leelist, siis on indikaatori värvus teistsugune. Kui lahus on neutraalne (s. t. temas pole hapet ega leelist), siis indikaatori lisamine tema värvust ei muuda.

Joonisel 3 on toodud mõnede indikaatorite värvused vastavates keskkondades.

Hapete reageerimine metalli oksiididega.

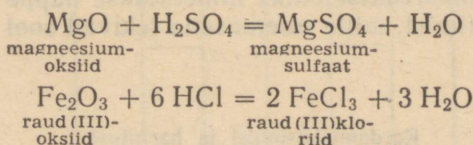
Katse. Võtame katseklaasi veidi plii(II)oksiidi (PbO) ja valame sinna lahjendatud soolhapet. Soojendame katseklaasis olevat segu keemiseni. Plii(II)oksiid lahustub. Saadud vedeliku valame teise katseklaasi ja jahutame. Näeme, et vedelikust eralduvad valged kristallid. See on plii(II)kloriid (PbCl₂).

Reaktsioonivõrrand on järgmine:



Nooltega näidatakse antud reaktsiooni käiku. Seletage seda atomistlik-molekulaarse teooria põhjal.

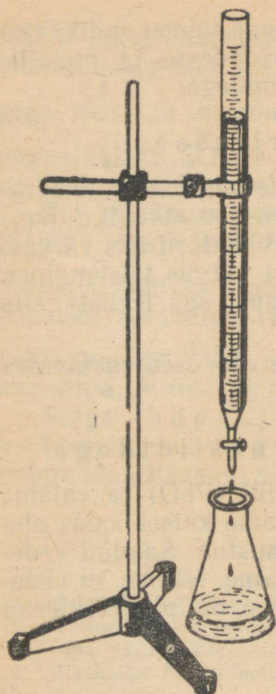
Samalaadselt reageerivad happed ka teiste metallide oksiididega, kusjuures tekivad vastavad soolad ja vesi. Näiteks:



Happe ja metalli oksiidi vahel toimuva reaktsiooni olemus seisneb selles, et metalli ja vesiniku aatomid vahetavad kohad.

Hapete reageerimine alustega.

Katse. Valame kolbi 10 ml lahjendatud soolhapet ja lisame paar tilka fenoolftaleiini lahust. Vähehaaval lisame büretist lahjendatud kaaliumhüdroksiidi lahust (joonis 2), kuni lahus värvub vaarikipunaseks. See tähendab, et lahuses ei ole



Joonis 2. Soolhappe neutraliseerimine kaaliumhüdroksiidiga. Kolvis on soolhape, büretis kaaliumhüdroksiid.

ained (sool ja vesi) on neutraalsed, siis nimetatakse sellist keemilist reaktsiooni neutraliseerumisreaktsiooniks.

Neutraliseerumisreaktsiooniks nimetatakse happe ja aluse vastastikust reageerimist, mille tulemusena tekivad sool ja vesi.

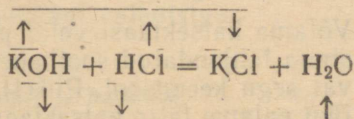
enam hapet. Viimane on täielikult reageerinud kaaliumhüdroksiidiga.

Kui lisada sellele lahusele tilk soolhapet, muutub ta jällegi värvusetuks.

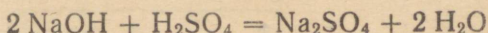
Saadud lahust võime nimetada neutraalseks ehk neutraalse reaktsiooniga lahuseks (s. t. lahuse pole ei happeline ega ka aluseline).

Neutraalse lahuse aurustamisel portselankausis eraldub sool. Antud katse puhul on selleks kaaliumkloriid (KCl).

Kaaliumhüdroksiidi ja soolhappe vahelist reaktsiooni väljendame järgmise reaktsioonivõrrandiga:



Samuti reageerivad omavahel ka paljud teised happed ja alused. Näiteks:







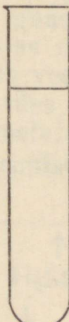
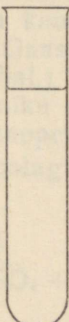



Happe ja aluse vahelise reaktsiooni olemus seisneb selles, et metalli aatomid vahetavad kohad vesiniku aatomitega. Et happe ja aluse reageerimisel tekkinud uued

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Millest on tingitud sarnasused hapete keemilistes omadustes?
2. Nimetada tähtsamaid indikaatoreid. Kuidas muutub nende värvus ühes või teises keskkonnas?
3. Koostada võrrandid reaktsioonide kohta, mis kulgevad metalli oksiidide reageerimisel hapetega:
 - 1) baariumoksiid ja väävlishape,
 - 2) kaltsiumoksiid ja soolhape,
 - 3) magneesiumoksiid ja lämmastikhape,
 - 4) tsinkoksiid ja fosforhape,

Indikaatorite värvus mitmesugustes keskkondades

Kesk- Indikaator	Neutraalne	Happeline	Aluseline
Lakmus	 Lilla	 Punane	 Sinine
Metüüloranž	 Kollane	 Punane	 Kollane
Fenooltaleiin	 Värvusetu	 Värvusetu	 Vaarikpunane

Joonis. 3. Indikaatorite värvus mitmesugustes keskkondades.

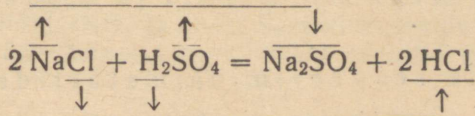
- 5) kaaliumoksiid ja metafosforhape (HPO_3),
 - 6) alumiiniumoksiid ja soolhape,
 - 7) raud(III)oksiid ja väävelhape.
4. Kolmes katseklaasis on lahused. Näidata katseliselt, kasutades indikaatoreid, milline keskkond on antud lahustes.
 5. Mitu grammi fosforit sisaldub 588 grammis fosforhappes?
 6. Kuidas valmistada vask(II)oksiidist vask(II)sulfaati?
 7. Mis on raskem, kas 4 molekuli fosforhapat või 4 molekuli väävelhapat?
 8. Mitu grammi väävelhapat ja vett on vaja võtta 40 grammi 4%-lise väävelhappe lahuse valmistamiseks?
 9. Missugust reaktsiooni nimetatakse neutraliseerimisreaktsiooniks?
 10. Koostada reaktsioonivõrrandid alljärgnevate ainete reageerimise kohta:
 - 1) väävelhape ja kaaliumhüdrosiid,
 - 2) lämmastikhape ja kaltsiumhüdrosiid,
 - 3) soolhape ja magneesiumhüdrosiid,
 - 4) väävelhape ja alumiiniumhüdrosiid,
 - 5) fosforhape ja naatriumhüdrosiid,
 - 6) süsihape ja kaltsiumhüdrosiid,
 - 7) lämmastikhape ja raud(III)hüdrosiid.
 11. Valmistada sool väävelhappe neutraliseerimisel kaaliumhüdrosiidiga. Leida saadud soolas väävli protsendiline sisaldus.
 12. Lähtudes happest ja alusest saada keedusool. Leida, mitu protsenti kloori sisaldab keedusool.
 13. Arvutada, mitu grammi kloorvesinikku sisaldub 36,5 grammis 10%-lises soolhappe lahuses.

Hapete reageerimine sooladega.

Hapete reageerimisel mõne teise happe soolaga võivad tekkida uus sool ja uus hape. Seepärast seda reaktsiooni kasutataksegi mõnede soolade ja hapete, näiteks soolhappe saamiseks.

Katse. Võtame kolbi keedusoola. Lisame kontsentreeritud väävelhapat ja soojendame (joonis 4). Keemilise reaktsiooni tulemusena eraldub gaas — kloorvesinik (HCl). Kloorvesiniku juhime gaasijuhtetoru kaudu papitükiga kaetud purki, mille põhjas on vesi. (Gaasijuhtetoru mitte vette panna, vaid hoida veepinna kohal.) Kloorvesinik lahustub vees hästi, tekitades kloorvesiniku vesilahuse, mida iga-päevases elus nimetatakse soolhappeks.

Väävelhappe reageerimist keedusoolaga märgime järgmise reaktsioonivõrrandi abil:

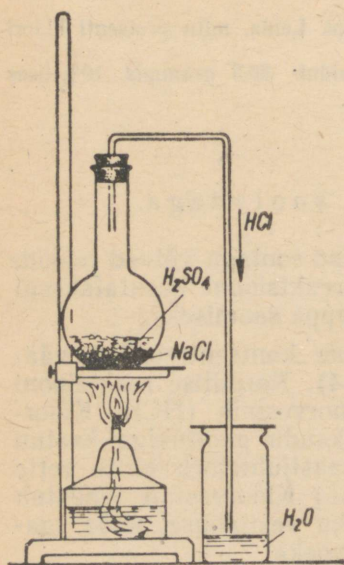


Reaktsioonil naatriumi ja vesiniku aatomid vahetavad kohad. Samasugune vahetus molekulide koostisosade vahel toimub ka juba õpitud magneesiumoksiidi ja väävelhappe, naat-

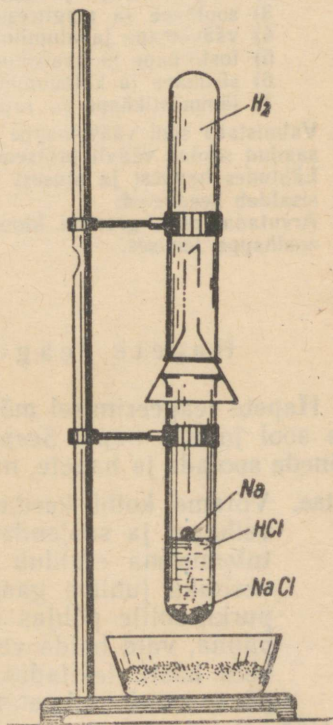
riumhüdroksiidi ja väävelhappe ning paljude teiste liitainete vahelistes reaktsioonides. Sellised reaktsioonid kannavad vahetusreaktsioonide nimetust.

Vahetusreaktsiooniks nimetatakse niisugust reaktsiooni, kus kahe liitaine molekulid vahetavad oma koostisosi — aatomeid või aatomite rühmi.

Vahetusreaktsioon on ühinemis-, lagunemis- ja asendusreaktsiooni kõrval üks keemiliste reaktsioonide põhitüüpe. Vahetusreaktsioonide hulka kuulub hapete reageerimine aluste, soolade ja aluseliste oksiididega.



Joonis 4. Soolhappe saamine.



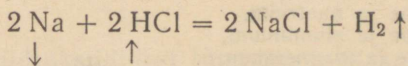
Joonis 5. Naatriumi reageerimine soolhappega.

Hapete reageerimine metallidega.

Hapete ja metallide vaheliste reaktsioonidega oleme juba tutvunud. Näiteks tsingi ja väävelhappe vastastikusel toimel eraldub vesinik ja tekib sool tsinksulfaat ($ZnSO_4$).

Happed reageerivad paljude metallidega.

Katse 1. Valame katseklaasi veidi soolhapet ja kinnitame ta staatiivi külge. Nüüd viskame soolhappesse tikupeasuuruse naatriumitüki. Naatrium reageerib energiliselt soolhappes, hüpeldes happe pinnal (joonis 5). Reaktsioonil tekivad soolakristallid, mis sadestuvad katseklaasi põhja. Vesinikku, mis eraldub reaktsiooni käigus, kogume teise katseklaasi, mis on asetatud alumise katseklaasi kohale. Reaktsiooni lõpul süütame kogutud vesiniku. Soolhape reageerib naatriumiga järgmise reaktsioonivõrrandi kohaselt:



Samuti reageerivad ka lahjendatud sool- ja väävelhappe raua, alumiiniumi, magneesiumi ja ka teiste metallidega. Metallide reageerimisel hapetega saadakse sool ja vesinik. Kuid mitte kõik metallid, näiteks vask, hõbe, kuld, plaatina, ei tõrju hapetest vesinikku välja. Ka happed erinevad üksteisest oma keemilise aktiivsuse poolest. Seetõttu reageerivad mõned happed metallidega energiliselt, teised aga aeglasemalt.

Katse 2. Valame ühte katseklaasi soolhapet, teise väävelhapet, kolmandasse fosforhapet, neljandasse äädikhapet. Igasse katseklaasi asetame mõned tsiingitükid. Jälgime, kuidas kulgeb keemiline reaktsioon hapete ja tsiingi vahel.

Kohe näeme, et väävelhappe ja soolhappe reageerivad tsiingiga energiliselt ning vesinikku eraldub intensiivselt. Teised happed aga reageerivad tunduvalt aeglasemalt ja vesinikku eraldub nõrgalt.

Katsetest järeldame, et väävelhappe ja soolhappe on keemiliselt aktiivsed happed. Niisuguseid happed nimetatakse tugevateks hapeteks. Et äädikhappe reageerib tsiingiga aeglaselt, siis on ta keemiliselt vähem aktiivne. Väheaktiivseid happed nimetatakse nõrkadeks hapeteks. Nõrkade hapete hulka kuuluvad ka väävlis- ja süsihappe.

Kõik happed ei reageeri metallidega ühtemoodi. Katsed tõestavad, et lämmastikhappe reageerimisel metallidega vesinikku ei eraldu, vaid tekivad teised gaasid — lämmastikoksiidid (NO_2 ja NO). Samuti ei eraldu vesinikku kontsentreeritud väävelhappe reageerimisel metallidega.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Kuidas võivad happed reageerida sooladega ja mis ained sel puhul tekivad? Missugune tähtsus on sellistel reaktsioonidel?
2. Kuidas saadakse soolhapet?

3. Nimetada tähtsamad keemiliste reaktsioonide põhitüübid.
4. Koostada reaktsioonivõrrandid järgmiste ainete reageerimise kohta:
 - 1) väävelhape ja baariumkloriid,
 - 2) soolhape ja hõbenitraat,
 - 3) väävelhape ja kaltsiumfosfaat,
 - 4) soolhape ja naatriumkarbonaat.
5. Mitu grammi väävelhapet sisaldub pooles kilogrammis 5%-lises lahuses?
6. Kuidas teostada järgmised muundumised:
 - 1) $P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2$,
 - 2) $S \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_3$?
7. Koostada reaktsioonivõrrandid järgmiste ainete reageerimise kohta:
 - 1) väävelhape ja magneesium,
 - 2) fosforhape ja kaalium,
 - 3) väävelhape ja naatrium,
 - 4) väävelhape ja alumiinium,
 - 5) fosforhape ja magneesium,
 - 6) soolhape ja raud.
8. Hõbenitraadi reageerimisel soolhappega saadi 36 grammi sadet. Mitu grammi hõbedat võib saada sademest?
9. Tõestada katseliselt, et vesinik kuulub väävel- ja soolhappe koostisse.
10. On antud kaks katseklaasi: ühes on soolhape, teises vesi. Määrata indikaatoreid kasutamata, kummas katseklaasis on hape.
11. Mitu grammi väävelhapet reageeris metalliga, kui saadi kuus grammi vesinikku?

3. Hapete tähtsus.

Eespool tutvusime mitmete hapetega. Kõige suurema tähtsusega on väävel-, sool- ja lämmastikhape, mida toodetakse keemiatööstuses suurtes kogustes. Neid kasutatakse peaaegu kõikides tööstusharudes. Happeid vajatakse samuti ravimite, värvainete ja soolade valmistamisel. Viimastest on kõige tähtsamad mineraalväetised.

Mõned happed aga esinevad looduses. Nendega oleme kokku puutunud igapäevases elus. Me teame, et paljudel puuviljadel, marjadel, taimedel ja toiduainetel on hapukas maitse. See on tingitud asjaolust, et nad sisaldavad üht või teist hapet. Nii sisaldavad õunad õunhapet, sidrunid — sidrunhapet, hapupiim — piimhapet jne. Mõned putukad, nagu sipelgad, mesilased, kimalased, herilased jt., eritavad happeid. Sipelgad näiteks eritavad sipelghapet. Inimese maomahl sisaldab soolhapet, mis soodustab toidu seedimist. Soolhappe vähesus maomahlas kutsub esile seedehäireid ja inimese haigestumist. Toiduainetes esineb erilisi aineid, nn. vitamiine, millel on suur tähtsus inim- ja loomorganismide elutegevuses. Näiteks C-vitamiin kuulub hapete hulka (askorbiinhape). Tema puudumine toidus kutsub esile haigestumise.

Igapäevasest elust tunneme ka söögiäädikat, mis on äädikahappe vesilahus.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Nimetada tööstusharusid, kus kasutatakse happeid.
2. Nimetada taimi, mis sisaldavad happeid.
3. Tuua näiteid putukate kohta, kes eritavad happeid.

4. Nimetada happeid, mida leidub inimese organismis.
5. Teostada muundamised:

soolhape → kaaliumkloriid → kaaliumsulfaat.

Kirjutada vastavate reaktsioonide võrrandid.

6. Kui palju ja mitmeprotsendilist lahust saadakse 6 grammi väävelhappe lahustamisel 240 grammis vees?

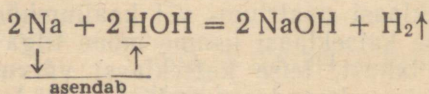
§ 2. Alused.

1. Aluste koostis.

Alustest ehk hüdroksiididest tunneme juba kaltsiumhüdroksiidi ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ — kustutatud lubi) ja naatriumhüdroksiidi (NaOH). Kõik hüdroksiidid on sarnase koostisega, mis tingib ka sarnasusi hüdroksiidide omadustes. Seepärast võime hüdroksiide käsitleda liitainete eriklassina.

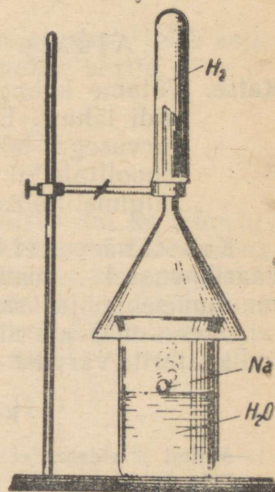
Katse. Valame keeduklaasi vett ja viskame sinna tikupeasuuruse naatriumitüki (joonis 6). Toimub energiline reaktsioon, kusjuures naatrium reageerib veega ja eraldub gaas. Tekkiva gaasi kogume joonisel 6 näidatud viisil ja viime kummuli-pööratud katseklaasi põleti leeki. Mis gaas see on? Lisame nüüd saadud lahusele paar tilka fenoolftaleiini lahust. Lahus värvub vaarikpunaseks. Sellest järeldame, et tekkis alus.

Reaktsioonivõrrandi kirjutame järgmiselt:



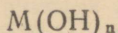
Naatriumi aatom tõrjub vee molekulist ühe vesiniku aatomi välja ja ühineb ülejäänud osaga veest — hüdroksiidrühmaga (OH). Naatriumi ühinemisel viimasega tekib naatriumhüdroksiid (NaOH). Ka teiste hüdroksiidide molekulide koostises on üks metalli aatom ja üks või mitu hüdroksiidrühma.

Alus ehk hüdroksiid on liitaine, mille molekul koosneb ühest metalli aatomist ja ühest või mitmest hüdroksiidrühmast.



Joonis 6. Naatriumi reageerimine veega.

Hüdroksiidi valemite võime üldjuhul avaldada järgmiselt:



M — metalli aatom, n — metalli valents.

Järelikult hüdroksiidrühmade arv aluse molekulis võrdub metalli valentsiga.

2. Aluste omadused.

Alused on tavaliselt mitmesuguse värvusega tahked ained. Nii näiteks on naatriumhüdroksiid (NaOH), kaaliumhüdroksiid (KOH), kaltsiumhüdroksiid $[Ca(OH)_2]$ ja baariumhüdroksiid $[Ba(OH)_2]$ valge värvusega; vask(II)hüdroksiid $[Cu(OH)_2]$ — sinise värvusega; raud(III)hüdroksiid $[Fe(OH)_3]$ — pruuni värvusega, kroom(III)hüdroksiid $[Cr(OH)_3]$ — roheline värvusega. Mõned neist lahustuvad vees, teised mitte.

Vees lahustuvaid aluseid nimetatakse leelisteks.

Tähtsamad leelised on:

- naatriumhüdroksiid — NaOH;
- kaaliumhüdroksiid — KOH;
- kaltsiumhüdroksiid — $Ca(OH)_2$;
- baariumhüdroksiid — $Ba(OH)_2$.

Enamik aluseid on vees praktiliselt lahustumatud.

Aluste iseloomulikud keemilised omadused on tingitud hüdroksiidrühma OH olemasolust nende molekulides. Tutvume aluste keemiliste omadustega.

Aluste toime indikaatoritesse.

Katse. Võtame kolme katseklaasi naatrium- või kaaliumhüdroksiidi lahust. Esimesse katseklaasi lisame mõne tilga lilla värvusega lakmuse lahust, teise katseklaasi värvusetut fenoolftaleiini lahust ja kolmandasse metüüloranži lahust. Jälgime indikaatorite värvuse muutumist.

Katsest näeme, et lakmuse lahus muutub siniseks, fenoolftaleiin vaarikpunaseks, metüüloranž kollaseks. Indikaatorite värvuse muutumise põhjal saame kindlaks teha leeliste olemasolu vesilahustes — määrata aluselist keskkonda. Lahustumatud alused aga indikaatorite värvust ei muuda.

Kõrdamisküsimusi ja harjutusi.

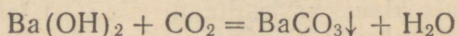
1. Millest järeldame, et naatriumhüdroksiidi koostisse kuulub naatrium (määrata katset lk. 13)?
2. Kuidas saab vee valemist lähtudes tuletada hüdroksiidrühma valentsi?
3. Kuidas liigitatakse aluseid nende lahustuvuse järgi?
4. Kirjeldada leeliste toimet indikaatoritesse.

5. Kirjutada vihkusse järgmiste aluste valemid ja struktuurivalemid:
1) kaaliumhüdroksiid, 2) magneesiumhüdroksiid, 3) alumiiniumhüdroksiid, 4) raud(II)hüdroksiid, 5) vask(I)hüdroksiid, 6) kroom(III)hüdroksiid.
6. Koostada reaktsioonivõrrandid:
1) kaalium+vesi, 2) kaltsium+vesi, 3) naatriumoksiid+vesi, 4) baariumoksiid+vesi.
7. Arvutada magneesiumhüdroksiidi protsendiline koostis.
8. On antud kaks tahket ainet — naatriumkloriid ja naatriumhüdroksiid. Määrata katseliselt, kumb nendest ainetest on naatriumhüdroksiid.
9. Mitu protsenti kaaliumi sisaldub kaaliumhüdroksiidis?
10. Mitmes grammis alumiiniumhüdroksiidis sisaldub 54 grammi alumiiniumi?
11. Mitmeprotsendiline naatriumhüdroksiidi lahus saadi, kui 9,2 liitris vees lahustati 0,8 kg seebikivi?
12. Mitmes grammis kaltsiumhüdroksiidis sisaldub 120 grammi kaltsiumi?
13. Mis ühist ja mis erinevat on naatriumi reageerimisel vee ja soolhappega?

Aluste reageerimine happeliste oksiididega.

Katse. Valame katseklaasi baariumhüdroksiidi lahust ja puhume klaastoru abil sellesse väljahingatavat õhku (inimese kopsudest väljahingatav õhk sisaldab süsihappegaasi (CO₂) ehk süsihappeanhüdriidi). Kohe täheldame, et baariumhüdroksiidi lahus muutub häguseks ja sadestub valge aine. See on sool — baariumkarbonaat (BaCO₃).

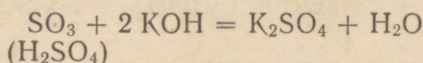
Keemiline reaktsioon baariumaluse ja süsihappeanhüdriidi vahel kulgeb järgmiselt:



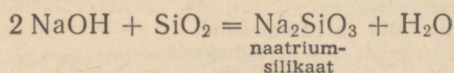
Millise happe sool on baariumkarbonaat?

Ka teiste happeliste oksiidide reageerimisel alustega tekib selle happe sool, mille anhüdriidiks on vastav happeline oksiid.

Näiteks:



Happeliste oksiididega reageerivad nii leelised kui ka lahustumatud alused. Mõlemal juhul eralduvad reaktsiooni tulemusena sool ja vesi. Katsed tõestavad, et paljud reaktsioonid happeanhüdriidi ja aluse vahel ei kulge tavalistes tingimustes, vaid toimuvad kõrgemal temperatuuril. Näiteks naatriumhüdroksiid ühineb kuumutamisel ränihappeanhüdriidiga (liivaga — SiO₂):

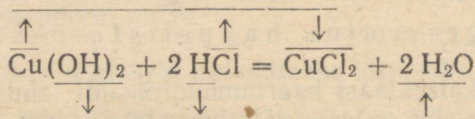


Reaktsiooni tulemusena saadakse sool — naatriumsilikaat (Na₂SiO₃). Naatriumsilikaati tuntakse vesiklaasi nimetuse all ja teda kasutatakse näiteks liimina.

Aluste reageerimine hapetega.

Kõige iseloomustavam aluste omadus on nende reageerimine hapetega, mille tagajärjel tekivad sool ja vesi (neutraliseerumisreaktsioon).

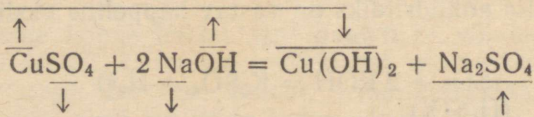
Katse. Paneme katseklaasi sinist vaskhüdrosiidi $[\text{Cu}(\text{OH})_2]$ lisame veidi vett ja loksutame. Näeme, et vaskhüdrosiid sadestub seismisel katseklaasi põhja. Järelikult ta ei lahustu vees. Kallame ettevaatlikult liigse vee sademelt ja lisame temale soolhapet. Vaskhüdrosiid lahustub ja lahuse värvus muutub siniseks. See viitab keemilisele reaktsioonile vaskhüdrosiidi ja soolhappe vahel. Tekkiv sool vask(II)kloriid annabki lahusele sinise värvuse.



Neutraliseerumisreaktsiooni hapetega astuvad kõik alused, nii lahustuvad kui ka lahustumatud. Reaktsiooni tulemusena tekivad sool ja vesi.

Leeliste reageerimine sooladega.

Katse. Valame katseklaasi vasksulfaadi (CuSO_4) lahust ja lisame naatriumhüdrosiidi (NaOH) lahust. Tekib sinine sültjas sade, mis on uue aluse — vask(II)hüdrosiidi $[\text{Cu}(\text{OH})_2]$ tekkimise tunnuseks.

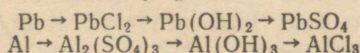


Sooladega reageerivad tavaliselt vaid vees lahustuvad alused — leelised.

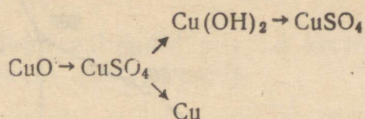
Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Kuidas reageerib alus happelise oksiidiga ja missugused ained seejuures tekivad?
2. Koostada reaktsioonivõrrandid:
 - 1) kaaliumhüdrosiid ja ränidioksiid,
 - 2) kaltsiumhüdrosiid ja väveldioksiid,
 - 3) alumiiniumhüdrosiid ja dilämmastikpentoksiid,
 - 4) vask(II)hüdrosiid ja dilämmastikpentoksiid,
 - 5) naatriumhüdrosiid ja difosforpentoksiid.
3. Baariumhüdrosiidi reageerimisel süsinikdioksiidiga eraldus 19,7 g sadet. Mitu grammi baariumi sisaldab saadud sade?

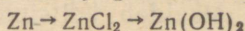
- Mitme protsendi võrra on sade, mis on saadud kustutatud lubja reageerimisel süsihappegaasiga, raskem võetud kustutatud lubjast?
- Kui palju kustutatud lubja on lahustatud 20 grammis 0,2-protsendilises kaltsiumhüdroksiidi lahuses?
- Koostada reaktsioonivõrrandid:
 - alumiiniumhüdroksiid ja lämmastikhape,
 - raud(III)hüdroksiid ja väävelhape,
 - tsinkhüdroksiid ja lämmastikhape,
 - kaltsiumhüdroksiid ja fosforhape,
 - naatriumhüdroksiid ja süsihape,
 - magneesiumhüdroksiid ja väävlishape.
- Kirjutada reaktsioonivõrrandid järgmiste muundumiste kohta:



- Teostada järgmised muundamised:



- Väävelhappe neutraliseerumiseks kulus selline hulk kaaliumhüdroksiidi, mis sisaldas 58,5 g kaaliumi. Kui palju kaaliumhüdroksiidi kulus?
- Arvutada, kummas aines on rohkem rauda, kas 60 grammis raud(II)hüdroksiidis või 60 grammis raud(III)hüdroksiidis?
- Koostada reaktsioonivõrrandid ja vaadata lahustuvuse tabelist (lk. 145), milline on saadud uute aluste lahustuvus vees:
 - alumiiniumnitraat ja naatriumhüdroksiid,
 - tsinksulfaat ja kaaliumhüdroksiid,
 - magneesiumkloriid ja naatriumhüdroksiid,
 - alumiiniumkloriid ja kaltsiumhüdroksiid,
 - raud(III)nitraat ja baariumhüdroksiid.
- On antud: vask, vesi, naatriumhüdroksiidi lahus, vask(II)oksiid ja vask(II)sulfaadi lahus. Saada vask(II)hüdroksiid.
- Saada vahetusreaktsioonil raud(III)hüdroksiid ja eraldada see filtreerimise teel. Arvutada, mitu grammi rauda sisaldub 321 grammis raud(III)hüdroksiidis.
- Kirjutada reaktsioonivõrrandid järgmiste muundumiste kohta:



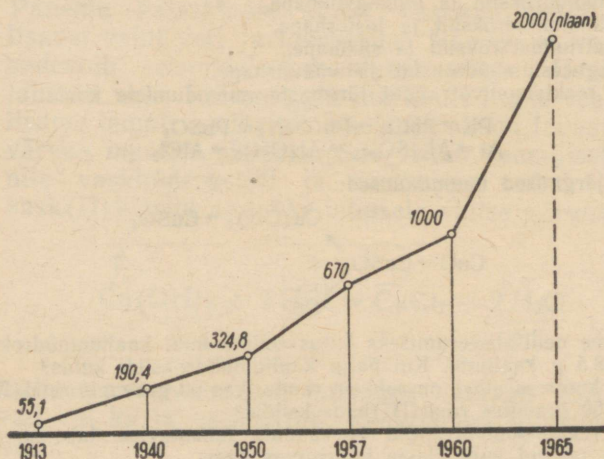
3. Aluste kasutamine.

Tähtsamad alused on naatrium-, kaltsium- ja kaaliumhüdroksiid. Naatriumhüdroksiid on keemia põhitööstuse tuntumaidprodukte. Tema tehniline nimetus on kaustiline sooda (see tähendab söövitav sooda). Naatriumhüdroksiidi kasutatakse suurtes kogustes naftasaaduste puhastamisel happelistest lisanditest.

Palju kasutatakse naatriumhüdroksiidi ka seebi valmistamiseks. Selleks keedetakse raudkateldes rasvu naatriumhüdroksiidi lahusega. Seebi eraldamiseks keedulahusest lisatakse viimasele naatriumkloriidi (seebi väljasoolamine, mille küllastunud lahuses seep ei lahustu. Seep kerkib lahuse pinnale ja tardub jahutamisel kõvaks seebimassiks. Paremad seebid valmistatakse enamasti taime-rasvadest.

Seepi keedetakse ka kaaliumhüdroksiidiga. Sel juhul saadakse määrdetaoline vedel, nn. roheline seep.

Naatriumhüdroksiidi tarvitatakse veel tselluloosi tootmisel, tehissiidi valmistamisel ja mujal.



Joonis 7. Kaustilise sooda tootmise kasv NSV Liidus (tuhandetes tonnides).

Kaltsiumhüdroksiidi kasutatakse ehituslubja nimetuse all lubimördi valmistamiseks. Seoses hiiglasliku ehitustegevusega meie maal suureneb järjest vajadus ehituslubja järele. Kuivamisel lubimört kivistub, muutudes krohviks. Seejuures toimub keemiline reaktsioon kaltsiumhüdroksiidi ja õhus leiduva süsihappegaasi vahel. Kivistunud krohv sisaldab kaltsiumkarbonaati (CaCO_3), mis on tahke kristalne aine.

4. Ettevaatusabinõudest leeliste ja kontsentreeritud hapetega töötamisel. Esmaabi.

Leelised söövitavad nahka, paberit, riidet jt. aineid. Seepärast nimetatakse leelisi mõnikord sööbeleelisteks.

Eriti tugeva söövitava toimega on naatrium- ja kaaliumhüdroksiid. Kui nende lahust satub riidele, muutub see rabadaks ja tekivad augud. Puit ja paber muutuvad nende toimel kollaseks ja rabadaks. Nahale sattudes tekitavad nad raskesti paranevaid haavu. Sööbiv on ka kaltsiumhüdroksiid. Seepärast ei tohi ehitusegu ja lubimördi kunagi käega segada. Leelistega tuleb töötada ettevaatlikult, eriti kangete lahustega. Kui leeliste pritsmed satuvad nahale või riidele, tuleb nad kohe veega maha pesta. Pesta tuleb seni, kuni leelisega kokkupuutunud koht ei tundu enam sõr-

medele libedana. Seejärel loputada leelisega kokkupuutunud kohta nõrga äädikhappe või sidrunhappe lahusega.

Ka hapetel (väävel-, sool-, lämmastikhappel jt.) on söövitav toime. Eriti sööbivad on kontsentreeritud happed, seepärast tuleb nendega töötada äärmiselt ettevaatlikult. Kui happe pritsmed satuvad näole, kätele või riietele, tuleb vastavat kohta viivitamatult rohke veega pesta ja hiljem loputada söögisooda lahusega, mis neutraliseerib happe. Raskemate põletuste puhul pöörduda pärast eespool nimetatud pesemist arsti poole.

Onnetuste vältimiseks tuleb töötada väikeste happe- ja leelisekogustega. Hapete ja leeliste pudelitel peab olema märgitud, kas neis hoitakse lahjendatud või kontsentreeritud happeid ja leelisi. Etiketita pudelites ei tohi hoida ei happeid, leelisi ega ka muid kemikaale.

Esmaabiks vajalikud vahendid peavad keemiakabinetis olema alati käepärast vastavas esmaabikapis.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Millisel naatriumhüdroksiidi keemilisel omadusel põhineb tema kasutamine naftasaaduste puhastamisel?
2. Kuidas saadakse tahket, kuidas vedelat seepi?
3. Kus asuvad meie vabariigi suurimad lubjatehased?
4. Selgitada reaktsioonivõrrandi abil, miks värskelt krohvitud seinad püsivad kaua niisked.
5. Miks loputatakse leelisega kokkupuutunud kohta (nahka või riiet) pärast veega pesemist lahja äädikhappe või sidrunhappe lahusega? Miks ei kasutata selleks sool- või väävelhappet?
6. Miks loputatakse nahka söövituse puhul hapetega söögisooda lahusega?
7. Kirjutada reaktsioonivõrrandid, mille järgi naatriumhüdroksiid reageerib: a) väävelhappega, b) süsihappegaasiga, c) difosforpentoksiidiga, d) vasksulfaadiga.
8. Määrata antud lahustest a) leelise ja b) happe lahus.
9. Kirjutada reaktsioonivõrrand mingi soola saamise kohta neutraliseerimisreaktsioonil. Arvutada metalli protsendiline sisaldus saadud soolas.

§ 3. Oksiidid.

Oksiidid on liitained, mille molekulid koosnevad kahest elemendist, millest üks on hapnik.

1. Oksiidide leidumine looduses.

Looduses leidub palju mitmesuguseid oksiide, millel on suur praktiline tähtsus igapäevases elus ja tööstuses. Kõige levinum oksiid on vesi ehk divesinikoksiid (H_2O). Elusorganismide hingamisel ning orgaaniliste ainete põlemisel ja kõdunemisel tekib süsinikdioksiid ehk süsihappegaas (CO_2). Seepärast leidub õhus alati vähesel määral süsihappegaasi (0,03%).

Paljude metallide ja mittemetallide oksiide leidub maakoores. Näiteks leidub kõikjal harilikku liiva ehk ränidioksiidi (SiO_2). Alu-

miiniumoksiidi (Al_2O_3) sisaldub savis ja mõnedes teistes kivimites ning mineraalides. Raua oksiidid moodustavad looduses suuri rauamaakide lademeid (näiteks punane rauamaak — Fe_2O_3). Vähesel määral esineb looduses punast vasemaaki — vask(I)oksiidi (Cu_2O) ja musta vask(II)oksiidi (CuO). Samuti leidub looduses tinaoksiidi e. tinakivi (SnO_2) jt. okside. Paljusid looduses leiduvaid okside kasutatakse tööstuses toorainena metallide saamisel.

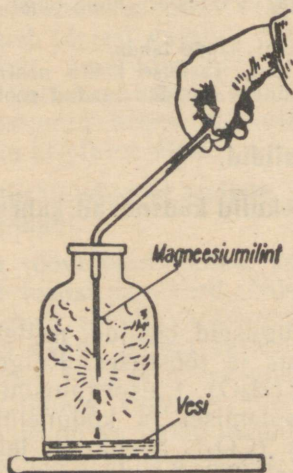
2. Aluselised ja happelised oksiidid.

Katse 1. Põletame tiigitangide vahel magneesiumilinti ja lahustame tekkiva magneesiumoksiidi vees (joonis 8). Seejärel lisame purki mõne tilga fenoolftaleiini ja loksutame.

Meenutame varemõpitu põhjal, millised keemilised reaktsioonid toimuvad antud katse käigus. Mida näitab fenoolftaleiini värvumine vaarikpunaseks? Kuidas nimetatakse okside, mis moodustavad aluseid?

Aluseliste oksiidide hulka kuuluvad peale magneesiumoksiidi veel naatrium-, kaalium-, kaltsium- ja vaskoksiid, kahe- ja kolmevalentse raua oksiidid ning veel teiste metallide oksiidid.

Katse 2. Võtame ainete põletamise lusikasse veidi punast fosforit ja süütame selle. Viime lusika koos põleva fosforiga klaaspurki, mille põhjas on vett, ja katame purgi kaanega. Loksutame purki, kuni valge «suits» täielikult lahustub. Lisame saadud lahusele paar tilka lilla lakmuse lahust. Lahus värvub punaseks.



Joonis 8. Magneesiumi põlemine.



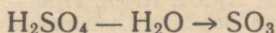
Joonis 9. Fosfori põlemine.

Kuidas nimetatakse fosfori põlemisel tekkivat oksiidi? Mis on tõendiks, et tekkiv fosforhape kuulub hapete klassi? Millised reaktsioonid toimuvad katse käigus? Kuidas nimetatakse oksiide, mis moodustavad happeid?

Happelised oksiidid on ka väveldioksiid ja väaveltrioksiid, süsinikdioksiid, ränidioksiid, dilämmastikpentoksiid jt.

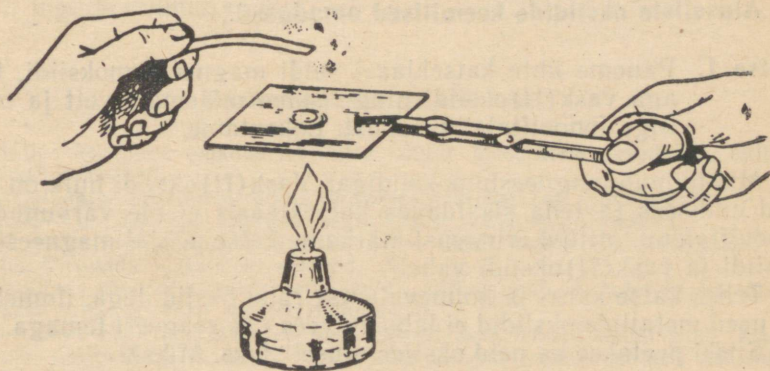
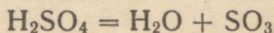
Happelisi oksiide nimetatakse ka hapete anhüdriidideks, mis tähendab seda, et nendele vett lisades saame happe.

Et tuletada mingisuguse happe anhüdriidi valemit, tuleb happe valemist mõtteliselt eraldada vesi. Näiteks vastab väavelhappele tema anhüdriid — SO_3 (väaveltrioksiid):



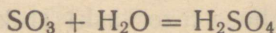
Et tegelikult eraldada väavelhapest vett ja saada väavelhappe anhüdriidi, tuleb väavelhapet kuumutada.

Katse 3. Tilgutame klaasplaadile 2—3 tilka kanget väavelhapet ja kuumutame (joonis 10). Hape laguneb, kusjuures eraldub valge suitsev aine — väaveltrioksiid (SO_3):



Joonis 10. Väavelhappe kuumutamine klaasplaadil.

Asetame veega niisutatud sinise lakmuspaberi väaveltrioksiidi aurudesse. Paber muutub punaseks. Järelkult moodustab väaveltrioksiid veega reageerimisel väavelhappe, mis muudabki lakmuse värvust. Väaveltrioksiid on väavelhappe anhüdriid.



Happelisi oksiide, mis moodustavad happeid, nimetatakse hapete anhüdriidideks.

Hapetel, mille molekulide koostisse ei kuulu hapnik, puuduvad anhüdriidid.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Tuua näiteid looduses leiduvate oksiidide ja nende kasutamise kohta.
2. Kirjutada reaktsioonivõrrandid järgmiste oksiidide saamise kohta:
a) Na_2O , b) K_2O , c) CaO (kahel erineval viisil), d) SO_2 , e) CO_2 (kahel erineval viisil), f) N_2O_5 .
3. Nimetada oksiide, mis on tavalistes tingimustes tahkes, vedelas või gaasilises olekus.
4. Millise värvusega on järgmised oksiidid: MgO , SiO_2 , Fe_2O_3 , CuO , FeO , Cu_2O , P_2O_5 , CO_2 , H_2O ? Kirjutada nimetatud oksiidide struktuurivalemid.
5. Milline tähtsus rahvamajanduses on asjaolul, et tinaoksiid (tinakivi), vaskoksiid ja raud(III)oksiid ei lahustu vees?
6. Kirjutada reaktsioonivõrrandid hapete anhüdriidide tuletamise kohta järgmistest hapetest: H_2SO_3 , H_2CO_3 , HNO_3 , H_2SiO_3 , H_3PO_4 .
7. Nimetada happeid, millel puuduvad anhüdriidid.
8. Millised järgmistest liitainetest ei ole oksiidid: P_2O_5 , HPO_3 , SO_3 , SiO_3 , KClO_3 , K_2O , KMnO_4 ?
9. Arvutada tinaoksiidi (SnO_2) protsendiline koostis ja kirjutada tema struktuurivalem.
10. Mitu grammi hapnikku ja elavhõbedat on 54 grammis elavhõbeoksiidis?
11. Mitu kilogrammi alumiiniumi sisaldub 306 kilogrammis alumiiniumoksiidis?
12. Mitu grammi vasksulfaati (CuSO_4) sisaldub 60 grammis 5%-lises vasksulfaadi lahuses?

3. Aluseliste oksiidide keemilised omadused.

Katse 1. Paneme ühte katseklaasi veidi magneesiumoksiidi, teise aga vask(II)oksiidi ning lisame mõlemale vett ja mõne tilga fenoolftaleiini lahust. Loksutame.

Mis toimub magneesiumoksiidiga? Vask(II)oksiidi hulk on jäänud endiseks ja teda sisaldavas katseklaasis ei ole värvunud ka fenoolftaleiin. Millist erinevust märkame katse põhjal magneesiumoksiidi ja vask(II)oksiidi vahel?

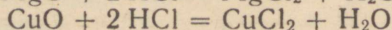
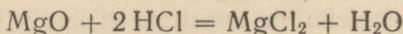
Tehes katse kahe- ja kolmevalentse raua oksiididega, ilmneb, et ka need metallide oksiidid ei lahustu vees ega reageeri temaga.

Siiski peetakse ka neid oksiide aluselisteks. Miks?

Katse 2. Paneme ühte katseklaasi magneesium-, teise vask(II)-oksiidi ja lisame mõlemale lahjendatud soolhapet. Sooljendame katseklaase. Valame magneesiumoksiidi sisaldavast katseklaasist mõne tilga vedelikku klaasplaadile ja aurustame vee. Klaasile jääb valge soolakirme (MgCl_2).

Sinise värvusega lahuse teke vask(II)oksiidi sisaldavas katseklaasis näitab, et ka siin tekkis sool — vask(II)kloriid (CuCl_2).

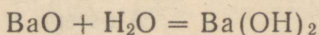
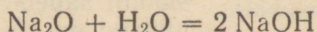
Reaktsioonide võrrandid on järgmised:



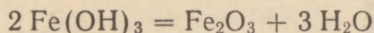
Katse näitab, et aluseliste oksiidide ühiseks omaduseks on nende reageerimine hapetega. Leelistega nad ei reageeri. Aluseliste oksiidide reageerimisel hapetega tekivad sool ja vesi. Seega võime aluselisi okside nende ühise omaduse põhjal defineerida järgmiselt:

aluselisteks oksiidideks nimetatakse metalli okside, mis hapetega reageerides annavad soola ja vee ning alustega ei reageeri.

Nagu esimesest katsest selgus, reageerib magneesiumoksiid veega, tekitades magneesiumaluse $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$. Veega reageerivad ka mõned teised metalli oksiidid. Näiteks:



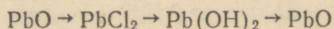
Aluselisteks oksiidideks nimetatakse metalli okside veel seepärast, et neid võib saada ka aluste lagundamisel. Näiteks saadakse raud(III)hüdrokksiidi kuumutamisel raud(III)oksiid:



Naatrium- ja kaaliumhüdrokksiidist sel teel okside ei saa, sest nad ei lagune kuumutamisel.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

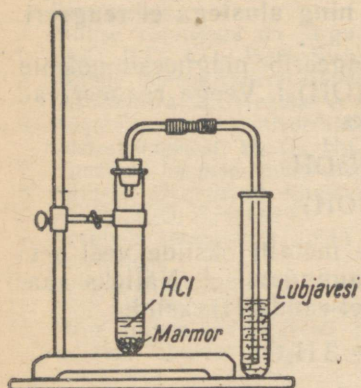
1. Milline keemiline omadus on ühine kõigile aluseliste oksiididele, milline ainult osale?
2. Kirjutada reaktsioonivõrrandid järgmiste hüdrokksiidide saamise kohta: KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$. Lähtuda hüdrokksiidis sisalduvast metallist.
3. On antud vask(II)oksiid ja väävelhappe lahus. Saada vask(II)sulfaadi lahus. Kirjutada reaktsiooni võrrand.
4. Kirjutada võrrandid reaktsioonide kohta, millega võib, lähtudes vasest, saada kahel erineval viisil vask(II)hüdrokksiidi.
5. On antud naatriumitükikesed, vesi, katseklaasid, fenooltaleiini lahus, klaaspulk, piirituslamp ja tikud. Saada kahe erineva reaktsiooni abil naatriumhüdrokksiidi.
6. Lähtudes vaskkloriidist, saada vaskoksiid; lähtudes raud(III)kloriidist, saada raud(III)oksiid. Kirjutada vastavad reaktsioonivõrrandid.
7. Koostada järgmiste aluste lagunemisreaktsioonide võrrandid:
 - 1) tsinkhüdrokksiid,
 - 2) alumiiiumhüdrokksiid,
 - 3) raud(II)hüdrokksiid,
 - 4) kroom(III)hüdrokksiid.
8. Kirjutada reaktsioonivõrrandid järgmiste muundumiste kohta:



9. Kirjutada reaktsioonivõrrandid raud(III)oksiidi tekke kohta a) ühinemisreaktsiooni, b) lagunemisreaktsiooni tulemusena.
10. Tõestada katseliselt, et magneesiumoksiid on aluseline oksiid.
11. Millises kaltsiumoksiidi koguses sisaldub 16 kg kaltsiumi?
12. Kui palju rauda sisaldub 32 tonnis punases rauamaagis (Fe_2O_3)?

4. Happeliste oksiidide keemilised omadused.

Katse 1. Valame katseklaasi paar milliliitrit lubjavett ja juhime sellesse süsihappegaasi. Moodustub valge sade. Reaktsioonivõrrand on järgmine:



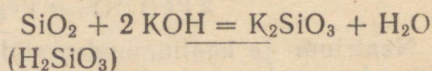
Joonis 11. Süsihappegaasi juhtimine lubjavette.



Millise happe sool tekitab reaktsioonil sademe? Millise happe anhüdriid on süsihappegaas?

Alustega reageerivad ka kõik teised happelised oksiidid, moodustades nende hapete soolaid, mille anhüdriidid nad on.

Näiteks:



Reaktsioon toimub kõrgel temperatuuril ränidioksiidi sulatamisel kaaliumhüdroksiidiga. Millise happe anhüdriid on SiO_2 ? Millise happe sool on K_2SiO_3 ?

Et alustega reageerimine on happeliste oksiidide iseloomustav omadus (hapetega nad ei reageeri), siis defineeritakse neid järgmiselt:

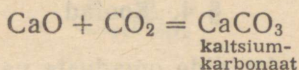
mittemetalli oksiide, mis alustega reageerides annavad soola ja vee ning hapetega ei reageeri, nimetatakse happelisteks oksiidideks.

Katse 2. Lahustame vees väävlisgaasi (SO_2) ja proovime saadud lahust sinise lakmuspaberiga. See muutub punaseks. Järelikult reageeris väävlisgaas veega ja tekkis hape. Teeme nüüd samasuguse katse ka ränidioksiidiga (SiO_2). Hapet ei teki.

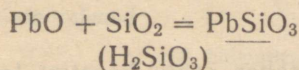
Varasemate katsete põhjal veendusime, et veega reageerivad ka süsinikdioksiid, difosforpentoksiid, vääveltrioksiid ja paljud teised mittemetallide oksiidid. Seega on teiseks happeliste oksiidide keemiliseks omaduseks nende reageerimine veega. Ka nimetus «happelised oksiidid» on tingitud nende oksiidide omadusest tekitada veega happeid. Ränidioksiid, mida tunneme igapäevasest elust liivana, on samuti happeline oksiid, kuid veega ta otseselt ei ühine. Sellele oksiidile vastavat hapet, ränihapet (H_2SiO_3), saadakse teisi.

5. Aluseliste ja happeliste oksiidide vastastikune toime.

Aluseliste ja happeliste oksiidide iseloomustav omadus on see, et nad ühinevad vahetult omavahel. Reaktsiooni tulemusena tekib sool. Kui näiteks tavaliselt tükkidena esinev kustutamata lubi (CaO) seisab kauemat aega lahtiselt õhu käes, siis need tükiid lagunevad. Antud juhul kulgeb ühinemisreaktsioon kaltsiumoksiidi ja õhus leiduva süsinikdioksiidi vahel. Reaktsiooni tulemusena tekib sool — kaltsiumkarbonaat:



Sool pliisilikaat (PbSiO_3) tekib aga näiteks pliioksiidi (PbO) ja liiva (SiO_2) vastastikusel reageerimisel (katseks on soovitatav neid oksiidide võtta vahekorras 1,5 g PbO ja 0,5 g SiO_2 , kusjuures kuumutamiseks on vaja kõrget temperatuuri). Pliisilikaat on klaasitaoline aine. Reaktsioonivõrrand on järgmine:



Tekivad nende hapete soolad, mille anhüdriidid reaktsioonist osa võtavad.

Happeliste oksiididega reageerides moodustavad aluselised oksiidid soolaid.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Miks ei defineerita happelisi okside nende omaduse järgi moodustada veega happeid?
2. Milliste hapete anhüdriidid on järgmised happelised oksiidid: SO_2 , P_2O_5 , N_2O_5 ?
3. Mis tüüpi reaktsioonid toimuvad aluselise oksidi ja happe ning happelise oksidi ja aluse vahel?
4. Mis tüüpi reaktsioonid toimuvad aluseliste ja happeliste oksiidide omavahelisel reageerimisel?
5. Kirjutada reaktsioonivõrrandid järgmiste aluseliste ja happeliste oksiidide reageerimise kohta:
 - 1) CaO ja SiO_2 ,
 - 2) MgO ja SO_3 ,
 - 3) K_2O ja CO_2 ,
 - 4) Na_2O ja P_2O_5 ,
 - 5) BaO ja N_2O_5 .
6. Lähtudes baariumhüdroksiidist ja vastavate hapete anhüdriididest, kirjutada reaktsioonivõrrandid järgmiste soolade tekkimise kohta: BaCO_3 , BaSO_4 , BaSO_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$.
7. Mille poolest erinevad aluselised ja happelised oksiidid?
8. Lähtudes kontsentreeritud vävelhapest, saada väveltrioksiid. Kirjutada vastava reaktsiooni võrrand.
9. Milleks kasutatakse süsinikdioksiidi omadust muuta lubjavesi häguseks? Kirjutada reaktsioonivõrrand.

10. Leida hapete HCl, H₃PO₄ ja H₂S molekulaal.
11. Difosforpentoksiid on valge tahke aine, mis õhu käes seismisel lahustub õhust seotud vees. Milline reaktsioon toimub sel puhul?
12. Kumbas happes on väevli protsendiline sisaldus suurem, kas väevhappes või väevvesinikhappes, ja mitu korda?
13. Milline reaktsioon toimub gaseeritud vee saamisel?
14. Kandikul on ainete põletamise lusikas, purk väevliga, piirituslamp ja tikud, purk veega ja sinine lakmuspaber. Saada väeveldioksiid ja tõestada, et ta on happe anhütriid.

§ 4. Soolad.

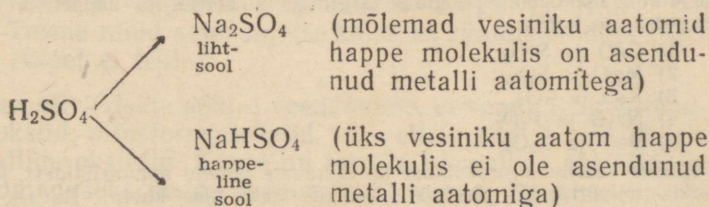
Hapete, aluste ja oksiidide omaduste vaatlemisel tegime kindlaks, et nende ainete omavahelisel reageerimisel moodustuvad mitmesugused soolad. Arvuliselt tuntakse soolasid väga palju. Vaatamata sellele, et soolad koostiselt ja omadustelt üksteisest erinevad, on neil siiski ühiseid omadusi. Seepärast kuuluvad nad ühte ainete klassi — soolade klassi.

1. Soolade koostis.

Kui vaatleme mistahes soola koostist tema valemi järgi, siis näeme, et soola molekul koosneb ühest või mitmest metalli aatomist ja happejäägist. Näiteks kaaliumnitraadi (KNO₃) molekul koosneb kaaliumi aatomist ja lämmastikhappe happejäägist. Naatriumsulfaadi (Na₂SO₄) molekul koosneb kahest naatriumi aatomist ja väevhappe happejäägist. Raud(III)sulfaadi [Fe₂(SO₄)₃] molekulis on kaks raua aatomit ja kolm väevhappe happejääki.

Seega võime öelda, et soolad on liitained, mille molekulid koosnevad metalli aatomitest ja happejääkidest.

Võrdleme soola valemit happe valemiga. Soola valem erineb happe valemist selle poolest, et happe vesinik on asendunud metalliga. Happe vesiniku asendumine metalliga võib olla täielik kui ka osaline. Nii võivad hapetest, mis sisaldavad molekulis kaks vesiniku aatomit, tekkida näiteks järgmised soolad:



Soola, mille molekulid koosnevad metalli aatomitest ja happejääkidest, nimetatakse lihtsoolaks.

Soola, mille molekulid koosnevad metalli aatomitest ja vesinikku sisaldavatest happejääkidest, nimetatakse happeliseks soolaks.

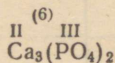
Lähtudes soola keemilisest koostisest, tuletatakse soola valem järgmiselt
1. Kirjutada kõrvuti metalli keemiline märk ja happejääk



2. Märkida nende valentsid



3. Valentside väikseima ühiskordse kaudu leida indeksid



Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Missuguseid aineid nimetatakse sooladeks?
2. Missuguseid aineid nimetatakse a) lihtsooladeks, b) happelisteks sooladeks? Tuua näiteid.
3. Koostada järgmiste soolade valemid:
 - 1) tsinknitraat
 - 2) alumiiniumkloriid
 - 3) kaaliumsulfaat
 - 4) kaaliumkarbonaat
 - 5) vasksulfaat
 - 6) magneesiumfosfaat
 - 7) naatriumfosfaat
 - 8) hõbenitraat
 - 9) raud(II)sulfaat
 - 10) naatriumkarbonaat
 - 11) kaltsiumfosfaat
 - 12) raud(III)sulfaat
 - 13) alumiiniumnitraat
 - 14) hõbefosfaat
4. Mida näitavad valemid/ a) NaNO_3 , b) NaCl ?
5. On antud järgmiste soolade valemid:
 Na_2CO_3 , CuSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Leida metallide valentsid.
6. Milline on happejäägi valents järgmistes hapetes ja nende soolades:
 - a) H_2SO_4 , K_2SO_4 , BaSO_4 ,
 - b) HNO_3 , NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$,
 - c) HCl , MgCl_2 , AlCl_3 ,
 - d) H_3PO_4 , Na_3PO_4 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$.
7. Mitmele grammile difosforpentoksiidile vastab 490 grammi fosforhapet?
8. Kui palju kaaliumnitraati ja vett kulub 350 grammi 5%-lise kaaliumnitraadi lahuse valmistamiseks?

2. Soolade nimetused.

Keemias on kasutusele võetud soolade rahvusvahelised nimetused. Need tuletatakse tavaliselt hapete ladinakeelsest nimetusest, mille ette lisatakse metalli nimetus.

Näiteks soola Na_2SO_4 nimetus tuletatakse naatriumi nimetusest ja väävelhappe ladinakeelsest nimetusest (*acidum sulfuricum*). Seega Na_2SO_4 — naatriumsulfaat.

Rahvusvaheliselt on kokku lepitud nimetada soolasid kõikides keeltes ühteviisi, lähtudes eespool mainitud põhimõttest.

Vaatleme soolade nimetusi alljärgnevas tabelis.

Happe valem ja nimetus	Soola valem ja rahvusvaheline nimetus
H_2SO_4 väävelhape	Na_2SO_4 naatriumsulfaat
H_2SO_3 väävlisahape	Na_2SO_3 naatriumsulfit
H_2CO_3 süsihape	Na_2CO_3 naatriumkarbonaat
H_2SiO_3 ränihape	Na_2SiO_3 naatriumsilikaat
HNO_3 lämmastikhape	$NaNO_3$ naatriumnitraat
H_3PO_4 ortofosforhape ehk fosforhape	Na_3PO_4 naatriumortofosfaat ehk naatriumfosfaat
HPO_3 metafosforhape	$NaPO_3$ naatriummetafosfaat
HCl soolhape	$NaCl$ naatriumkloriid
H_2S väävelvesinikhape	Na_2S naatriumsulfiid

Happeliste soolade nimetustes lisatakse metalli nimetuse järele sõna «vesinik». Näiteks:

$NaHSO_4$ — naatriumvesiniksulfaat,

$KHCO_3$ — kaaliumvesinikkarbonaat.

Mitmealuselistest hapetest saadud soolade puhul, mis sisaldavad enam kui ühe vesiniku aatomi, nimetatakse ka vesiniku aatomite arv:

NaH_2PO_4 — naatriumdive sinikfosfaat.

Muutuva valentsiga metallide soolade nimetused tuletatakse nii, et metalli nimetuse järele soola nimetuses asetatakse sulgudes metalli valents selles soolas rooma numbriga. Näiteks:

$FeCl_2$ — raud(II)kloriid (loe: raud-kaks-kloriid),

$FeCl_3$ — raud(III)kloriid (loe: raud-kolm-kloriid).

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Kuidas tuletatakse soolade nimetused? Tuua näiteid.

2. Tuletada soolade nimetused alljärgnevate valemite järgi ja määrata metalli valents:

K_2SO_4	$ZnSO_4$	Na_3PO_4	KPO_3
$NaNO_3$	$MgCO_3$	$CuSO_4$	FeS
$FeSO_4$	$Ca(NO_3)_2$	$BaCO_3$	K_2SiO_3
$AgCl$	$AlCl_3$	$MgSO_3$	$Fe(NO_3)_3$

3. Kirjutada vihkusse antud hapete valemite kõrvale vastavate soolade valemid metallide Na, Mg- ja Al-ga:

HNO_3	.....	.....	.....
H_2SO_3	.....	.....	.....
H_3PO_4	.....	.....	.....

4. Kumbas soolas sisaldub rohkem rauda, kas 1 tonnis raud(III)nitraadis või 1,5 tonnis raud(II)kloriidis?
 5. 3—4% -list raud(II)sulfaadi lahust kasutatakse viljapuude ja marjapõõsaste pritsimiseks. Kui palju soola ja vett on vaja 100 kilogrammi 3% -lise lahuse valmistamiseks?
 6. Kirjutada võrrandid reaktsioonide kohta, mille abil on võimalik saada tsingist lähtudes tsinksulfaati ja viimasest lähtudes tsinkhüdrosiidi.
 7. Milline hape ja milline alus peavad omavahel reageerima, et tekiks järgmised soolad: NaCl, CaCl₂, AlCl₃? Kirjutada reaktsioonivõrrandid.
 8. Kirjutada happeliste soolade valemid vastavate lihtsoolade valemite kõrvale, kasutades sama metalli:

Na_2CO_3	.....
K_3PO_4	.....

9. Võtta katseklaasi magneesiumsulfaadi lahust ja lisada veidi naatriumhüdrosiidi lahust. Milline uus sool tekib reaktsioonil ja milline on selle lahustuvus? Kirjutada reaktsioonivõrrand.

3. Soolade omadused.

Füüsikalised omadused. Soolad on erineva värvusega tahked kristalsed ained. Soolade lahustuvus vees on mitmesugune. Mõned soolad on praktiliselt lahustumatud, teised aga lahustuvad vees väga hästi. Alljärgnevas tabelis on toodud andmeid tähtsamate soolade lahustuvuse kohta.

Soolad	Soolade lahustuvus
Lämmastikhappe soolad	Kõik soolad on vees lahustuvad
Soolhappe soolad	Enamik sooladest on vees lahustuvad. Lahustumatu on AgCl. Vähe lahustub PbCl ₂
Väävelhappe soolad	Enamik sooladest on lahustuvad. Lahustumatud on BaSO ₄ ja PbSO ₄ . Väga vähe lahustub CaSO ₄ .
Süsihappe soolad	Lahustuvad on naatriumi- ja kaaliumi-soolad
Fosforhappe soolad	Lahustuvad on naatriumi- ja kaaliumi-soolad

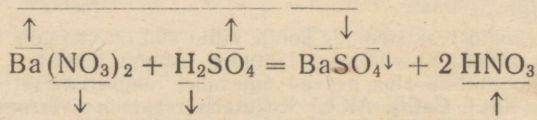
Keemilised omadused. Soolade keemilised omadused ilmnevad lahustes toimuvate vahetus- ja asendusreaktsioonide puhul.

Vaatleme neid reaktsioone.

Soolade reageerimine hapetega.

Katse. Valame katseklaasi baariumnitraadi lahust ja lisame veidi väävelhappe lahust. Kohe märkame, et reaktsiooni käigus tekib valge sade. See on baariumsulfaat — BaSO_4 .

Antud juhul toimub vahetusreaktsioon järgmise reaktsioonivõrandi kohaselt:



Baariumsulfaat (BaSO_4) kui vees mittelahustuv aine sadestub katseklaasi põhja. Baariumsulfaadi sademe tekkimine näitab väävelhappe või tema soolade esinemist lahuses. Reaktsioonil tekkinud lämmastikhape jääb lahusesse. Niiviisi reageerivad paljud soolad hapetega, kusjuures reaktsiooni tulemusena saadakse uued soolad ja uued happed. Selliseid reaktsioone kasutatakse hapete ja lahustumatute soolade saamiseks.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

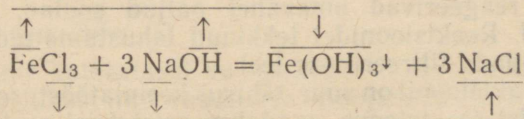
1. Missuguse happe soolad on kõik lahustuvad?
2. Missuguste hapete soolad on enamikus lahustumatud?
3. Kuidas soolad reageerivad hapetega? Tuua näide.
4. Kirjutada võrrandid reaktsioonide kohta, mis toimuvad alltoodud lahuste kokkuvõtmisel. Näidata, missugused ained sadestuvad (juhinduda raamatu lõpus olevast tabelist «Soolade lahustuvus vees»). Lahused on järgmised:
 - 1) kaltsiumkloriid ja väävelhape,
 - 2) plii(II)nitraat ja väävelhape,
 - 3) baariumkloriid ja fosforhape,
 - 4) alumiiniumnitraat ja fosforhape,
 - 5) tsinksulfaat ja fosforhape,
 - 6) hõbenitraat ja soolhape,
 - 7) plii(II)nitraat ja soolhape,
 - 8) vasksulfaat ja väävelvesinikhape,
 - 9) tsinkkloriid ja väävelvesinikhape.
5. On antud: soolhappe lahus, väävelhappe lahus, naatriumhüdrosiidi lahus ja vesi. Saada keedusool. Leida keedusoola protsendiline koostis.
6. Baariumkloriidi ja väävelhappe reageerimisel saadud sademes sisaldus 12 grammi väävlit. Milline kogus sadet tekkis?
7. On antud: soolhape, väävelhape, kaaliumhüdrosiidi lahus ja vesi. Määrata katseliselt iga antud aine.

8. Teha kindlaks, kummas katseklaasis on väävelhape, kummas naatriumsulfaadi lahus.
9. Saada sool soolhappe toimel hõbenitraadisse (AgNO_3). Mitu grammi hõbedat sisaldub 287 grammis saadud sademes? Milline on saadud soola lahustuvus vees?

Soolade reageerimine leelistega.

Katse. Valame katseklaasi raud(III)kloriidi lahust ja lisame naatriumhüdroksiidi lahust. Reaktsiooni tulemusena saame pruuni värvusega sademe. Tekkinud sade on raud(III)-hüdroksiid — $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Antud juhul kulgeb vahetusreaktsioon järgmiselt:



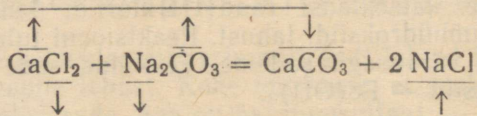
Raud(III)hüdroksiid on vees lahustumatu ja sadestub. Reaktsioonil tekkinud naatriumkloriid jääb lahusesse. Nii viisi reageerivad paljud soolad leelistega ning reaktsiooni tulemusena saadakse uued soolad ja uued alused. Selliseid reaktsioone kasutatakse peamiselt lahustumatute aluste saamiseks.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Kuidas reageerivad soolad leelistega? Tuua näiteid.
2. Kirjutada võrrandid reaktsioonide kohta, mis toimuvad allpool toodud lahuste kokkuvalamisel. Näidata, missugused ained sadestuvad. Lahused on järgmised:
 - 1) magneesiumsulfaat ja naatriumhüdroksiid,
 - 2) alumiiniumkloriid ja kaaliumhüdroksiid,
 - 3) tsinksulfaat ja naatriumhüdroksiid,
 - 4) raud(III)kloriid ja baariumhüdroksiid,
 - 5) vasknitraat ja kaaliumhüdroksiid,
 - 6) raud(II)sulfaat ja naatriumhüdroksiid.
3. Raud(III)kloriidi reageerimisel naatriumhüdroksiidiga saadakse raud(III)hüdroksiid ja naatriumkloriid. Kuidas on võimalik reaktsiooni saadustest eraldada naatriumkloriidi tahkes olekus?
4. Lähtudes vastavast soolast ja leelisest, saada vask(II)hüdroksiid. Lasta saadud alusel reageerida lahjendatud väävelhappega. Leida neutraliseerimisreaktsiooni tulemusena saadud aine vasesisaldus protsentides.
5. On antud tsingitükid, kaaliumhüdroksiidi lahus ja soolhappe. Saada tsinkhüdroksiid. Kirjutada reaktsioonivõrrandid.
6. Kolmes katseklaasis on järgmised lahused: CuSO_4 , KOH ja BaCl_2 . Kasutades antud aineid, saada $\text{Cu}(\text{OH})_2$, BaSO_4 ja CuO .
7. Kiriutada reaktsioonivõrrand raud(III)sulfaadi reageerimise kohta kaaliumhüdroksiidiga. Arvutada, kumb aine sisaldab rohkem alumiiniumi, kas lähteaine või reaktsiooni saadus, ja mitu korda.
8. Kuidas võib saada, lähtudes potasest (K_2CO_3), kaaliumhüdroksiidi? Kirjutada reaktsioonivõrrand.

Soolade reageerimine sooladega.

Katse. Valame katseklaasi kaltsiumkloriidi lahust ja lisame naatriumkarbonaadi (sooda) lahust. Näeme, et reaktsioonil tekib valge sade. See on kaltsiumkarbonaat — CaCO_3 . Antud juhul toimub vahetusreaktsioon järgmise võrrandi kohaselt:



Sel teel reageerivad omavahel paljud soolad, moodustades uusi soolaid. Reaktsioonidel tekkinud lahustumatuid soolaid on võimalik eraldada filtreerimise teel.

Vahetusreaktsioonil on suur tähtsus keemiatööstuses. Kasutades sooladevahelisi reaktsioone, saadakse neist teisi soolaid. Näiteks kaadmiumsulfaadi (CdSO_4) reageerimisel naatriumsulfiidiga (Na_2S) saadakse kaadmiumsulfiid (CdS). Kaadmiumsulfiid on kollase värvusega ja teda kasutatakse värvainena. Valget värvainet litopooni aga valmistatakse tsinksulfaadi ja baariumsulfiidi reageerimisel.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

- Selgitada sooladevahelist vahetusreaktsiooni näite põhjal.
- Missugune tähtsus on vahetusreaktsioonil?
- Koostada võrrandid reaktsioonide kohta, mis toimuvad järgmiste lahuste kokkuvalamisel. Näidata, missugused soolad sadestuvad. Lahused:
 - kaaliumkarbonaat ja kaltsiumnitraat,
 - magneesiumsulfaat ja naatriumkarbonaat,
 - pliiinitraat ja kaaliumsulfaat,
 - kaltsiumkloriid ja naatriumfosfaat,
 - baariumkloriid ja magneesiumsulfaat,
 - alumiiniumnitraat ja kaaliumfosfaat,
 - raud(II)sulfaat ja kaaliumkarbonaat,
 - tsinkkloriid ja naatriumkarbonaat,
 - vasksulfaat ja naatriumfosfaat.
- On antud magneesiumkloriidi lahus ja hõbenitraadi lahus. Eraldada reaktsioonil tekkinud lahustumatu aine. Kirjutada reaktsioonivõrrand. Millist hapet ja millise happe soolaid saab kindlaks teha hõbenitraadi abil?
- On antud alumiiniumsulfaadi lahus ja alumiiniumkloriidi lahus. Määrata kumbki neist ainetest. Millise soola abil tehakse kindlaks väävelhapet ja sulfaate?
- Kirjutada reaktsioonivõrrandid järgmiste muundumiste kohta:

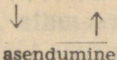
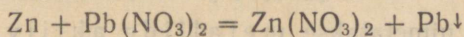
$$\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$$
- On antud tsinkkloriidi, hõbenitraadi ja kaaliumnitraadi lahused. Saada tsinknitraat ja eraldada see segust.
- Karusmarjapöösaste pritsimiseks kasutatakse 0,5%-list sooda (Na_2CO_3) lahust. Kui palju soodat ja vett on vaja 2 ämbritäie sellise lahuse valmistamiseks (1 ämbritäis on 12 kilogrammi).

Soolade reageerimine metallidega.

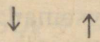
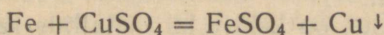
Paljud soolad reageerivad metallidega. Tõestame seda katsetega.

Katse 1. Valame katseklaasi plii(II)nitraadi lahust ja asetame sellesse tsingitüki. Mõne aja pärast näeme, et tsingitüki pinnale tekivad metalse läikega kristallid. Need on plii-kristallid.

Katse tõestab, et lahuses toimub asendusreaktsioon tsingi ja plii(II)nitraadi vahel:

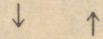
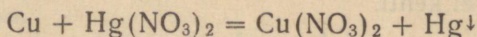


Katse 2. Valame katseklaasi vasksulfaadi lahust ja asetame sellesse puhastatud raudnaela. Soojendame nõrgalt. Mõne aja pärast näeme, et raudnaela pinnale tekib punane kirme. See on puhas vask. Reaktsiooni kulgemisel kaob vasksulfaadi lahuse sinine värvus. Lahus muutub uue soola — raudsulfaadi (FeSO_4) tekkimise tõttu rohekaks. Antud juhul toimub asendusreaktsioon järgmiselt:



Katse 3. Valame katseklaasi elavhõbenitraadi [$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$] lahust (elavhõbedasoolasid tuleb käsitseda ettevaatlikult: nad on mürgised) ja asetame sellesse puhastatud vaskplaadi (või -traadi). Mõne aja pärast tekib vaskplaadi pinnale elavhõbedakiht. Siis paneme vaskplaadi vette, et kõrvaldada tema pinnalt elavhõbenitraadi lahust. Järgnevalt hõõrume plaati puhta paberi või vatiga, kuni elavhõbe katab vaskplaadi pinda ühtlaselt.

Katse tõestab, et vase ja elavhõbenitraadi vahel toimub asendusreaktsioon:



Tehtud katsetest järeldame, et metalli aatomid võivad soola molekulides asendada teise metalli aatomeid, mis on seotud happesääkidega. Seejuures tekivad uus sool ja uus metall.

Sellised asendusreaktsioonid toimuvad lahustes paljude soolade ja metallide vahel.

Katse 4. Valame ühte katseklaasi tsinksulfaadi lahust ja asetame sellesse vasetükke. Teise katseklaasi valame keedusoola lahust ja asetame sellesse tsingitükke. Jälgime, kas

ilmneb keemilise reaktsiooni tunnuseid. Mille põhjal võime otsustada, et antud katsetes reaktsiooni ei toimu?

Katsed tõestavad, et mitte iga metall ei suuda mistahes metalli aatomeid tema soolast välja tõrjuda ega asendada. Asendamine on tingitud metallide keemilisest aktiivsusest. Ühed metallid on keemiliselt aktiivsemad kui teised. Keemilise aktiivsuse järgi reastatakse metallid järgmiselt:

K Na Ca Mg Al Zn Fe Sn Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au

metallide keemilise aktiivsuse vähenemise suund →

Saadud rida nimetatakse metallide aktiivsuse reaks.

Metallide aktiivsuse rida algab aktiivsemate metallidega ja lõpeb vähem aktiivsetega. Iga metall selles reas tõrjub kõik temale järgnevad metallid nende sooladest välja, kuid ei suuda välja tõrjuda temale eelnevaid metalle. Näiteks tsink tõrjub soolade lahustest välja raua, tina, plii, vase, elavhõbeda, hõbeda, plaatina ja kulla, kuid ei tõrju välja kaaliumi, naatriumi, kaltsiumi, magneesiumi ja alumiiniumi. Vask aga tõrjub soolade lahustest välja elavhõbeda, hõbeda, plaatina ja kulla, kuid ei ole võimeline välja tõrjuma tsinki, raua jt. metalle, mis asetsevad metallide aktiivsuse reas temast vasakul.

See seaduspärasus on kehtiv ka metallide reageerimisel hapetega, mille tagajärjel vesinikust aktiivsemad metallid tõrjuvad hapetest vesiniku välja. Seetõttu ongi vesinik asetatud metallide aktiivsuse ritta. Vesinikust vähem aktiivsed metallid ei suuda hapetest vesinikku välja tõrjuda. Seda suudavad teha ainult metallid, mis asetsevad metallide aktiivsuse reas vesinikust vasakul.

Asendusreaktsioonidel on suur tähtsus. Neid kasutatakse näiteks väärtuslike metallide, nagu hõbeda ja elavhõbeda saamisel. Selleks töödeldakse nimetatud metallide soolasid vähem hinnalise metalliga, näiteks rauaga.

Metallide aktiivsuse rea kasutamisel reaktsioonide teostamisel ja reaktsioonivõrrandite kirjutamisel tuleb silmas pidada, et metall oleks vabas olekus (lihtainena). Vahetusreaktsioonide puhul see seaduspärasus ei kehti.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Kuidas reageerivad soolad metallidega? Tuua näiteid.
2. Mis on metallide aktiivsuse rida ja kuidas seda kasutatakse?
3. Millised metallid on aktiivsemad a) tsingist, b) rauast, c) elavhõbedast?
4. Koostada reaktsioonivõrrandid:
 - 1) tsink ja tina(II)kloriid,
 - 2) tsink ja vaseklooriid,
 - 3) vask ja hõbenitraat,
 - 4) raud ja elavhõbenitraat.
5. Millal toimub ja millal ei toimu reaktsioon ja miks, kui:
 - a) raud(II)kloriidi lahusesse asetada vasetükke,

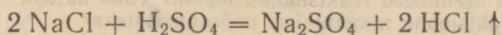
- b) vask(II)kloriidi lahusele lisada alumiiniumi,
 - c) hõbenitraadi lahusele lisada elavhõbedat,
 - d) väävelhappe lahusele lisada magneesiumi,
 - e) soolhappe lahusesse asetada vasetükke?
6. Teostada järgmised muundamised: $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuO}$. Kirjutada vastavate reaktsioonide võrrandid.
7. Kuidas saada kolmel eri viisil magneesiumkloriidi? Kirjutada vastavate reaktsioonide võrrandid.
8. Eraldada hõbenitraadist puhas hõbe. Kirjutada toimuva reaktsiooni võrrand.
9. Saada sool raudnaela reageerimisel elavhõbenitraadiga. Mitu protsenti rauda sisaldab see sool?
10. Kirjutada võrrandid reaktsioonide kohta, mille abil on võimalik teostada järgmised üleminekud: $\text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe(OH)}_2 \rightarrow \text{FeCl}_2$.

4. Tingimused, mille puhul reaktsioonid kulgevad lõpuni.

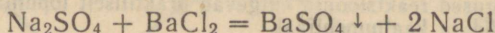
Varem korraldatud katsetest teame, et paljude keemiliste reaktsioonide tulemusena saadud ained eralduvad sademena või gaasina.

Peatume mõnedel reaktsioonidel. Näiteks:

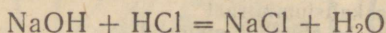
a) naatriumkloriidi ja väävelhappe reageerimisel eraldub kloorvesinik, mis lahkub reaktsiooni keskkonnast gaasina:



b) naatriumsulfaadi reageerimisel baariumkloriidiga tekib baariumsulfaat, mis vees ei lahustu ja eraldub sademena:



c) naatriumhüdroksiidi reageerimisel soolhappega tekivad vees lahustuv naatriumkloriid ja vesi:

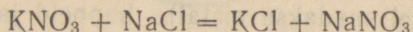


Toodud reaktsioonidest nähtub, et ühel juhul üks reaktsiooni saadustest eraldub keemilise reaktsiooni keskkonnast gaasina (HCl), teisel juhul aga sademena (BaSO₄), kuna kolmandal juhul tekkis neutraliseerimisreaktsiooni käigus vesi (H₂O).

Kui keemiliste reaktsioonide käigus reaktsiooni saadused eralduvad gaasina, sademena või tekib vesi, siis kulgevad sellised reaktsioonid lõpuni. Lõpuni kulgevaid reaktsioone nimetatakse pöördumatuteks.

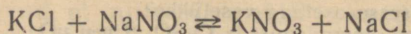
Pöördumatuid reaktsioone kasutatakse soolade, hapete ja aluste saamiseks.

Katsed näitavad, et kui ükski reaktsiooni saadustest ei eraldu teistest, siis ei saa selline reaktsioon ka lõpuni kulgeda ja sel juhul saadakse nii lähteainetest kui ka reaktsiooni saadustest koosnev segu. Näiteks võiks kaaliumnitraadi ja naatriumkloriidi lahuse kokkuvalamisel oodata järgmise reaktsiooni kulgemist:

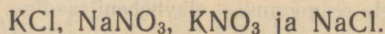


Reaktsiooni siiski ei toimu, sest mõlemad reaktsiooni saadused — KCl ja NaNO₃ — jäävad lahusesse ning ei eraldu reakt-

sioonikeskkonnast. Selle tagajärjel hakkab lahuses kulgema eelmisele reaktsioonile vastupidine reaktsioon:



Sel juhul toimub lahuses samaaegselt kaks reaktsiooni — nii otsene kui ka vastupidine reaktsioon (pöördreaktsioon). Lahuse aurustamisel saaksime neli ainet:



Reaktsioone, mille saadused reageerivad tekkimise järel uuesti omavahel ja moodustavad jälle lähteaineid, nimetatakse pöörduvateks.*

Reaktsiooni pöörduvuse tingimuste tundmaõppimine on suure tähtsusega keemiatööstuses, sest tingimuste loomine, mis soodustavad keemilise protsessi pöördumatust, võimaldavad tõsta protsessi tootlikkust, s. t. toodetava aine kogust.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Millal kulgevad keemilised reaktsioonid lõpuni? Tuua näiteid.
2. Missuguseid reaktsioone nimetatakse pöördumatuteks?
3. Missugune praktiline tähtsus on pöördumatutel reaktsioonidel?
4. Missugused tunnused on pöörduvatel reaktsioonidel?
5. Missuguseid reaktsioone nimetatakse pöörduvateks?
6. Näidata, missugused reaktsioonid kulgevad praktiliselt lõpuni:
 - 1) baariumkloriid ja kaaliumsulfaat,
 - 2) naatriumsulfaat ja plii(II)nitraat,
 - 3) kaltsiumnitraat ja kaaliumkarbonaat,
 - 4) vasknitraat ja naatriumkarbonaat,
 - 5) naatriumkloriid ja kaltsiumnitraat,
 - 6) magneesiumsulfaat ja alumiiniumkloriid,
 - 7) raud(III)kloriid ja baariumnitraat.
7. Teostada reaktsioonid a) väävelhappe ja baariumkloriidi, b) kaaliumhüdroksiidi ja soolhappe vahel. Kuidas kindlaks teha, kas need reaktsioonid kulgevad lõpuni?
8. Naatriumsulfaadi reageerimisel baariumnitraadiga saadi 60 grammi sadet. Kui palju baariumi on sadet moodustavas soolas?

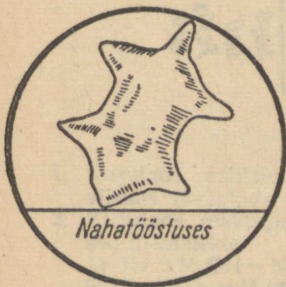
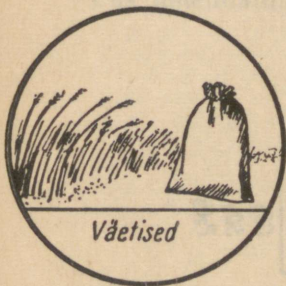
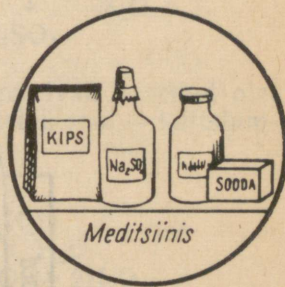
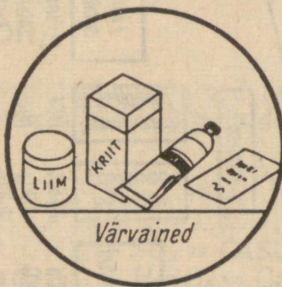
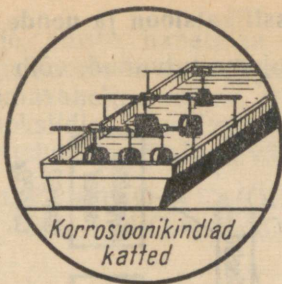
5. Soolade tähtsus.

Soolasid tuntakse väga palju. Neid esineb laialdaselt nii loomkui ka taimorganismide koostises, mineraalides ja kivimites. Looduslikud veed sisaldavad mitmesuguseid lahustunud soolasid. Lahustuvad soolad võivad moodustada ka lademeid (NaCl , NaNO_3).

Sooladel on suur praktiline tähtsus. Seetõttu valmistatakse neid keemiatööstuses suurtes kogustes. Mitmesuguseid soolasid kasutatakse põllumajanduses mineraalväetistena ja kahjuritõrjeks. Mõned soolad leiavad kasutamist tehnikas ehitusmaterjalidena. Soolade töötlemisel saadakse metalle, happeid ja aluseid.

Tuletada meelde VII klassi keemia kursusest tähtsamaid soolasid ja nende kasutusalasid.

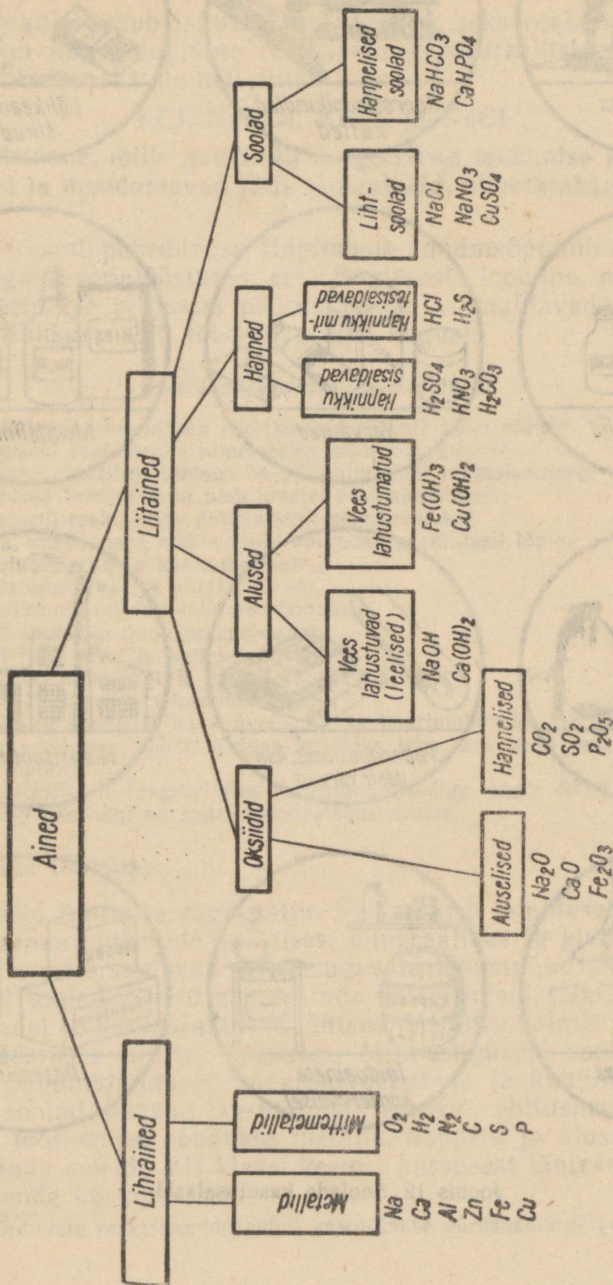
* Pöörduvate reaktsioonide puhul kasutatakse võrdsusmärgi (=) asemel \rightleftharpoons .



Joonis 12. Soolade kasutusalasid.

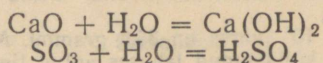
§ 5. Ainete üldine klassifikatsioon ja nende omavaheline seos.

Kõik ained, millega oleme tutvunud, võib jaotada järgmistesse klassidesse:

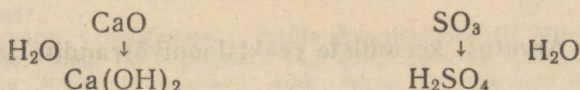


Tutvunud oksiidide, aluste, hapete ja soolade omadustega ja saamisviisidega, võime koostada skeemi, milles piltlikult on näidatud ainete klasside omavaheline seos.

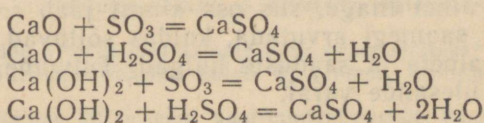
Lähtume kaltsiumoksiidist ja vääveltrioksiidist. Veega reageerimisel moodustab kaltsiumoksiid aluse, vääveltrioksiid aga happe:



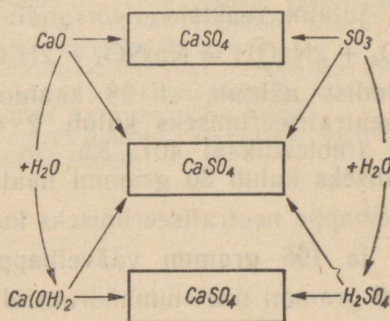
Koostame skeemi



Skeemi vasakul poolel olevad ained reageerivad paremal olevate ühenditega, kusjuures kõikidel juhtudel tekib sool — kaltsiumsulfaat:



Ekh lühendatult:



Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Kirjutada reaktsioonivõrrandid naatriumkarbonaadi saamise kohta erinevatel viisidel (kasutada näitena õpikus antud skeemi).
2. Kirjutada reaktsioonide võrrandid, mille abil on võimalik teostada järgmised üleminekud:
 - 1) $\text{Na} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
 - 2) $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
 - 3) $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
 - 4) $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
 - 5) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
 - 6) $\text{Ba} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{BaO}$

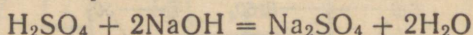
3. Kasutades vasksulfaadi, kaaliumhüdroksiidi ja baariumkloriidi lahuseid, saada vask(II)hüdroksiid, baariumsulfaat ja vaskoksiid.
4. Väävelhappe anhüdroidi reageerimisel kaltsiumhüdroksiidiga saadi sool, mis sisaldas 16 grammi väävlit. Kui palju soola tekkis reaktsioonil ja milline sool see on?
5. Happe ja aluselise oksiidi reageerimisel saadi kaaliumkarbonaat. Nimetada lähteained ja kirjutada reaktsioonivõrrand. Leida kaaliumi protsendiline sisaldus saadud soolas.
6. Keedusoola lahustuvus 10° juures on 35,8 grammi. Mitu grammi keedusoola on pooles kilogrammis küllastunud lahuses antud tingimustel?

§ 6. Arvutusi keemiliste reaktsioonivõrrandite järgi.

Õppides tundma happeid, aluseid, oksiide ja soolasid, tegime nendega mitmeid katseid. Toimunud reaktsioonid aga kirjutasime vihikusse reaktsioonivõrranditena. Nendest näeme, millised ained reaktsioonidesse astuvad ja millised ained tekivad. Kui võtame katsel ühte ainet liiaga, siis osa ainest jääb reageerimata. Võrrandite abil saamegi arvutada, kuidas sõltuvad üksteisest reaktsiooni lähteainete ja saaduste hulgad. Tutvume selliste arvutus-
te antud ülesande varal.

Ülesanne. Kas piisab 158 grammist naatriumhüdroksiidist 196 grammi väävelhappe neutraliseerimiseks?

Lahendus. Kirjutame reaktsioonivõrrandi:



Reaktsioonivõrrandist nähtub, et 98 kaaluosa väävelhappe (molekulkaal 98) neutraliseerimiseks kulub $2 \cdot 40 = 80$ kaaluosa naatriumhüdroksiidi (molekulkaal 40). Kui 98 grammi väävelhappe neutraliseerimiseks kulub 80 grammi naatriumhüdroksiidi, siis 1 grammi väävelhappe neutraliseerimiseks kulub $\frac{80}{98}$ grammi naatriumhüdroksiidi ja 196 grammi väävelhappe neutraliseerimiseks $\frac{80}{98} \cdot 196 = 160$ grammi naatriumhüdroksiidi.*

Vastus. 158 grammist naatriumhüdroksiidist ei piisa 196 grammi väävelhappe neutraliseerimiseks.

Sarnaselt eeltooduga võib sama võrrandi abil arvutada: a) kui palju väävelhapet kulub antud naatriumhüdroksiidikoguse neutraliseerimiseks, b) kui palju naatriumsulfaati tekib antud väävelhappekoguse neutraliseerimisel naatriumhüdroksiidiga, c) kui palju vett tekib antud koguse naatriumsulfaadi kohta jne.

* Toodud lahenduskäik on sisuliselt võrde $\frac{80}{98} = \frac{x}{196}$ lahendamine, kus x tähistab otsitava naatriumhüdroksiidi hulka.

$$x = \frac{80 \cdot 196}{98} = 160 \text{ grammi naatriumhüdroksiidi.}$$

Keemialaboratoriumides ei kulge ainetega katsetamine juhuse-likult, pimesi. Alati arvutatakse eelnevalt reaktsioonivõrrandite abil vajalike lähteainete suhe ja hulgad, mis kuuluvad uue aine saamiseks.

Ülesandeid.

1. Mitu grammi hapnikku saadakse 64,8 grammi elavhõbeoksiidi (HgO) la-
gundamisel?
2. Valge õlivärvi valmistamiseks kasutatakse tsinkoksiidi. Mitu kilogrammi
tolmutaolist tsinki tuleb põletada 16,2 kilogrammi tsinkoksiidi saamiseks?
3. Kui palju magneesiumsulfaati võib saada magneesiumi reageerimisel
10 grammi 60%-lise väävelhappe lahusega?
4. «Jootvedeliku» valmistamiseks pandi soolhappe lahusega reageerima
32,5 grammi tsinki. Kui palju vesinikku eraldus seejuures?
5. Hoone ehitamiseks kasutati 12 tonni kustutamata lupja (CaO). Kui palju
lubjakivi tuli kuumutada selle koguse kaltsiumoksiidi saamiseks?
6. Põletada kolvis pool grammi väävlit ja arvutada eralduva vääveldioksiidi
kogus.
7. Kui palju vett kulub 3 tonni kustutamata lubja kustutamiseks?
8. Mitu grammi kaltsiumhüdroksiidi kulub 49 grammi fosforhappe neutrali-
seerimiseks?
9. Lahusele, mis sisaldas 20 grammi naatriumhüdroksiidi, lisati lahust, mis
sisaldas 21 grammi lämmastikhapet. Milline on tekkinud lahuse keskkond
(happeline, aluseline või neutraalne)?
10. Mitu grammi vesinikku kulub 8 grammi vask(II)oksiidi redutseerimiseks?
11. Missugusel juhul tekib rohkem vesinikku, kas 1 grammi naatriumi või
1 grammi kaltsiumi reageerimisel veega?
12. Mitu grammi vask(II)kloriidi neab reageerima naatriumhüdroksiidiga, et
saada niisugune kogus vask(II)hüdroksiidi, mis tekib 320 grammi vask-
sulfaadi reageerimisel naatriumhüdroksiidiga?
13. Lahusele, milles oli 20 grammi vasksulfaati, lisati 6 grammi rauaviilmeld.
Kas raud reageeris täielikult?

II peatükk.

MINERAALVÄETISED.

Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei XXII kongressil, NLKP 1962. a. märtsipleenumil ja 1963. a. detsembripleenumil osutati suurt tähelepanu põllumajanduse kemiseerimisele, s. o. keemiliste vahendite rakendamisele taimede väetamisel, kahjurite hävitamisel, taimehaiguste vastu võitlemisel ja umbrohutõrjel. Põllumajanduse kemiseerimine aitab luua toiduainete küllust meie maal ja varustada paljusid tööstusharusid toorainega.

§ 1. Mineraalväetised ja nendega väetamine.

Taimede põletamisel lendub neis sisalduv orgaaniline aine, järele aga jääb mineraalne aine — tuhk. Tuha uurimine on näidanud, et ta sisaldab neid keemilisi elemente, mida leidub mullas olevates mineraalsoolades.

Meenutage botaanika kursusest, millega on seletatav mineraal-soolade hulga vähenemine põllul ja miks on vaja mulda väetada.

Taimed omastavad vajalikke elemente mitte üksnes mullast, vaid ka õhust (joonis 13). Kuidas kindlaks teha, milliseid joonisel toodud elemente peab sisalduma mullas? Vastuse sellele küsimusele annavad katsed vesikultuuridega (joonis 14). Lämmastiku-, väävl-, fosfori-, kaaliumi-, magneesiumi-, kaltsiumi- või raua-soolade puudumine toitesegu lahuses kutsub esile taimede nõrga arenemise või hukkumise. Seepärast nimetatakse neid elemente **põ h i e l e m e n t i d e k s**. Neist väävlit, magneesiumi, kaltsiumi ja rauda on mullas tavaliselt taimedele vajalikul hulgal. Puudu jääb aga kaaliumist, fosforist ja lämmastikust. mistõttu väetatakse peamiselt kaaliumi-, fosfori- ja lämmastikuühenditega.

Põllumajanduses kasutatakse mineraalväetistena väga paljusid soolasid. Nii on vajalikeks mineraalväetisteks kaaliumkloriid (KCl), kaaliumsulfaat (K_2SO_4), naatriumnitraat ($NaNO_3$), kaltsiumfosfaat [$Ca_3(PO_4)_2$] jt. Ka tuhk on hästi kasutatav mineraalväetisena, sest temas on taimedele vajalikke soolasid. Meie vabariigil on põlevkivituhha näol suured väetisereservid. Et põlevkivituhk neutraliseerib ka mulla liigset happelisust, siis on teda soovitatav kasutada eriti happelistel muldadel (soomullad).

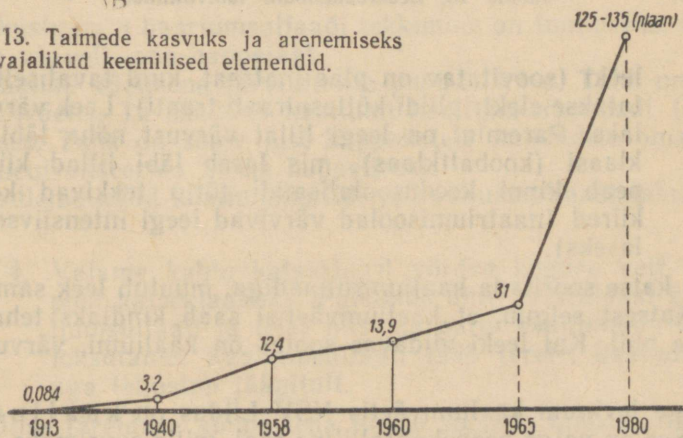
Mineraalväetiste toodangu kasvu Nõukogude Liidus näitab diagramm joonisel 15.



Joonis 13. Taimede kasvuks ja arenemiseks vajalikud keemilised elemendid.



Joonis 14. Maisi vesikultuurid. 1 — täieliku toiteseguga; 2 — toitesegu ei sisalda N-, P-, K-, Mg-, Ca-, S- ja Fe-ühendeid.



Joonis 15. Mineraalväetiste toodangu kasv Nõukogude Liidus (miljonites tonnides).

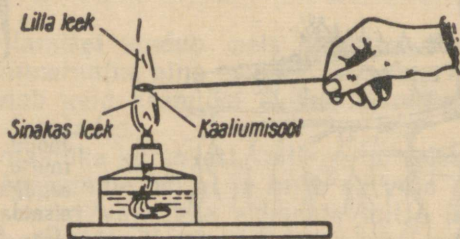
Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Kuidas tehakse kindlaks taimede toitumine mullas leiduvatest mineraal-sooladest?
2. Milliseid taimedele vajalikke elemente nimetatakse põhielementideks ja miks?
3. Millistest sooladest on mullas kõige suurem puudus?
4. Miks ei väetata tavaliselt kaltsium-, raud-, väävel- ja magneesiumväetistega?
5. Nimetada mineraalväetistena kasutatavaid soolaid.
6. Jutustada tuha osast väetisena Eesti NSV-s.

§ 2. Kaaliumväetised.

Tähtsamad kaaliumväetised on järgmised soolad: kaaliumkloriid (KCl) ja kaaliumsulfaat (K_2SO_4). Kaaliumi olemasolu nendes soolades teeme kindlaks järgmiselt.

Katse 1. Võtame peene terastraadi ja kuumutame seda põleti leegis. Puudutame nüüd traadiga kaaliumkloriidi ja viime traadi koos tema külge kleepunud väetisega põleti



Joonis 16. Leekreaktsiooni läbiviimine.

leeki (soovitav on plaatinatraat, kuid tavaliselt kasutatakse elektripliidi küttespiraali traati). Leek värvub lillaks. Paremini on leegi lillat värvust näha läbi sinise klaasi (koobaltklaas), mis laseb läbi lillad kiired ja peab kinni keedusoolalasisandi tõttu tekkivad kollased kiired (naatriumisoolad värvivad leegi intensiivselt kollaseks).

Kui katse sooritada kaaliumsulfaadiga, muutub leek samuti lillaks. Katsest selgub, et kaaliumväetisi saab kindlaks teha leegi värvuse abil. Kui leeki viidavas soolas on kaaliumi, värvub leek lillaks.

Kõige levinum kaaliumväetis NSV Liidus on kaaliumkloriid. See on valge peenekristalliline sool, mille suurimaks puuduseks on paatuvus (kõvaks kuivamine), mistõttu teda on raske kasutada ja säilitada. Selle puuduse tõttu on hakatud valmistama

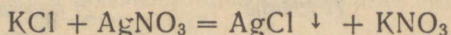
mittepaatuvad jämedakristallilist granuleeritud (teralist) kaaliumkloriidi.

Kaaliumkloriidi kõrval toodetakse ka väiksema kaaliumisisaldusega soolasid. Tuntumaid neist on nn. kaalisool, mida saadakse kaaliumkloriidi segamisel looduslike kaaliumisooladega, näiteks sülviniidiga (kaaliumkloriid segus naatriumkloriidiga). Kaalisool on tavaliselt roosaka värvusega kristalne aine. Sülviniidile iseloomulik värvus aitab teda eristada teistest väetistest. Kaalisool ei paatu nii kergesti kui kaaliumkloriid.

Järgnevalt tutvume kloriidi sisaldavate kaaliumväetiste kindlakstegemisega.

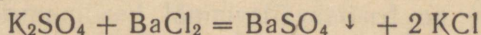
Katse 2. Lahustame paaris milliliitris destilleeritud vees veidi kaaliumkloriidi ja lisame mõned tilgad hõbenitraadi (AgNO_3) lahust. Tekib valge kogukas sade, mis ei lahustu hapetes.

Et kaaliumkloriid on välimuselt sarnane paljude teiste väetistega, näiteks kaaliumsulfaadiga, siis on nimetatud reaktsioon tema kindlakstegemiseks väga oluline.



Kaaliumväetisena on kasutusel ka kaaliumsulfaat (K_2SO_4). See on valge või lisandite tõttu kollakas peenekristalliline sool. Kuidas kindlaks teha, et mineraalväetis kaaliumsulfaat on väävelhappe sool?

Katse 3. Lahustame paaris milliliitris vees veidi kaaliumsulfaati ja lisame baariumkloriidi (BaCl_2) lahust. Tekib valge piimjas sade.



Lahustumatu baariumsulfaadi tekkimine on tunnuseks, et lahuses on väävelhappe happejääk.

Kohaliku väetisena tarvitatakse puutuhka. Tuhk on vanim kaaliumväetis. Ta sisaldab kaaliumi kaaliumkarbonaadi (K_2CO_3) koostises. Tuhk on sobiv just happelistele muldadele oma võime tõttu neutraliseerida mulla happelisust.

Võrdleme nüüd kaaliumkloriidi ja kaaliumsulfaadi lahustuvust vees.

Katse 4. Valame kahte katseklaasi võrdse koguse vett (umbes pool katseklaasist). Puistame ühte katseklaasi 2 g kaaliumsulfaati ja teise niisama palju kaaliumkloriidi ning loksutame. Kaaliumsulfaati jääb järele, kaaliumkloriid aga lahustub jäägitult.

Millise järelduse võime teha nende soolade lahustuvusest? Et kaaliumkloriid ja kaaliumsulfaat lahustuvad hästi vees, siis on nad taimede poolt omastatavad.

Kaalium on tähtis toiteelement mitte üksnes taimedele, vaid ka inimesele ja loomadele. Palju on kaaliumiühendeid näiteks ajus, südames, maksas ja neerudes. Eriti on kaaliumiühendid vajalikud organismi kasvuperioodil. Inimene saab talle vajaliku kaaliumikoguse taimedest ja loomadest. Seega on taimede kaaliumisisaldus meie toitumise seisukohalt väga oluline. Kui mullas on küllaldaselt kaaliumiühendeid, siis leidub neid ka taimedes. Eriti kaaliumirikad on noored taimeosad. Palju leidub kaaliumiühendeid kartulites, suhkrupeedis ja päevalilles. Eriti tundlikud kaaliumiühendite suhtes on kaunviljad. Kaaliumi puudumisel kasvavad nõrgalt arenenud varte ja lehtedega kääbustaimed. Niisugused taimed on vastuvõtlikud mitmesugustele taimehaigustele.

Mulda antakse kaaliumväetisi sõltuvalt mullast ja kasvatatavast põllukultuurist. Talirukkile näiteks antakse 0,7—1 ts kaaliumkloriidi või 1—2 ts laalisoola hektari kohta. Kaaliumväetiste toimest annab ettekujutuse joonis 17.



Joonis 17. Kaaliumväetiste mõju saagi suurusele.

Kaaliumväetisi kasutatakse ka rohumaade väetamiseks, eriti turvasmuldadel. Saagi tõstmise kõrval parandavad kaaliumväetised ka saagi omadusi. Näiteks suurendavad kaaliumväetised lina kiu- ja seemnesaaki ning tõstavad kiu kvaliteeti. Kaaliumsulfaat suurendab kartulite tärklisesisaldust jne.

Üle poole maailma kaaliumisoolavarudest on Nõukogude Liidu territooriumil. Solikamski kaaliumisoolade leiukoht on suurim maailmas. 1965. aastaks suureneb kaaliumisoolade tootmine meie maal 2,5-kordseks, võrreldes 1959. aastaga.

Ka Eesti NSV-s leidub võimalusi kaaliumväetiste tootmiseks. Katsed on näidanud, et fosforiidi kaevandamisel eemaldatavad glaukonitliiva- ja diktüoneemakiltkivikihid (eriti aga diktüoneemakiltkivi tuhk) on kasutatavad kaaliumväetisena.

Kaaliumväetisena kasutatakse ka Kunda tsemenditehase «Punane Kunda» tootmisjääki — tolmu. Tsemendiklinkri põletamisel tekkiv tolm sisaldab üle 35% kaaliumsulfaati.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Iseloomustada tähtsamaid kaaliumväetisi.
2. Kuidas tehakse kindlaks soolhappe happejääk kaaliumkloriidis?
3. Kuidas tehakse kindlaks väävelhappe happejääk kaaliumsulfaadis?
4. Kuidas mõjub taimedele kaa'iumiühendite puudus?
5. Koostada diagramm kaaliumisoolade toodangu suurenemise kohta Nõukogude Liidus järgmistele andmetele põhjal.

Kaaliumväetiste toodang tuhandetes tonnides:

1913. a. —	29
1940. a. —	520
1945. a. —	46
1956. a. —	1800
1965. a. —	6000

6. Valmistada 300 g 0,2%-list kaaliumsulfaadi lahust.
7. Millisele kaaliumkloriidi kogusele vastab 470 tonni kaaliumi?
8. Arvutada kaa'iumi protsendiline sisaldus kaaliumsulfaadis.
9. Põllu igale hektarile anti 150 kg kaa'iumkloriidi, milles oli 5% lisandeid. Mitu kilogrammi kaaliumi sai põllu iga hektar?
10. Mitu protsenti kloori on segus, mis koosneb 74,5 kilogrammist kaaliumkloriidist ja 58,5 kilogrammist naatriumkloriidist?
11. 300 grammi 2%-lisele kaaliumkloriidi lahusele lisati ülehulgas hõbenitraadi lahust. Mitu grammi sadet tekkis?
12. Põllule tuleb anda väetist, milles sisaldub 940 kg kaaliumi. Mitu kilogrammi kaaliumkloriidi on selleks vaja kü'vata? Mitmele hektarile ätkub sellest väetisekogusest, kui ühele hektarile kulub umbes 0,7 ts kaaliumkloriidi?
13. Teha katseliselt kindlaks, kummas antud katseklaasis on kaaliumsulfaat ja kummas kaaliumkloriid.

§ 3. Lämmastikväetised.

Vanimad orgaanilised lämmastikväetised on laudasõnnik ja kompost. Et suurem osa sõnniku koostisse kuuluvast lämmastikust esineb mitmesuguste orgaaniliste ühenditena, mis aeglaselt muutuvad taimedele omastatavaks, siis ei suuda sõnnik kiiresti kasvavate taimede lämmastikuvajadust rahuldada. See puudus tuleb kõrvaldada lämmastikuühendite lisamisega. Lämmastikku sisaldavaid aineid, mida kasutatakse taimede lämmastikuvajaduse rahuldamiseks, nimetatakse lämmastikväetisteks. Lämmastikväetisena kasutatakse paljusid lämmastikhappe soolasid [NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$]. Et nimetatud soolad sisaldavad lämmastikku happejäägi koostises, siis nimetatakse neid nitraatväetisteks.

Lämmastikhappe soolasid teeme kindlaks järgmiselt.

Katse 1. Paneme katseklaasi mõned naatriumnitraadi kristallid ja väikese vaselaastukese. Valame nüüd katseklaasi nii palju kontsentreeritud väävelhapot, et katseklaasis olevad ained muutuksid niiskeks. Katseklaasi soojendamisel ilmuvad pruunid lämmastikdioksiidi (NO_2) aurud, mille järgi tunnemegi nitraate.

Tähtsamad lämmastikväetised on ammooniumväetised, nagu ammooniumsulfaat $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$, ammooniumnitraat (NH_4NO_3) ja ammooniumkloriid (NH_4Cl) .

Ammooniumväetistena kasutatakse ammooniumisoolasid, mille molekulides ei ole happejääk seotud metalliga nagu tavaliselt, vaid ühevalentse aatomiterühmaga NH_4 (ammooniumrühm).

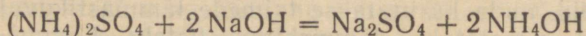
Jälgime toodud tabelist, kus asub lämmastik nitraat- ja ammooniumväetistes.

Nitraatväetised		Ammooniumväetised	
Metall	Happegääk	Ammooniumrühm	Happegääk
Na	$\underline{\text{NO}_3}$	$\underline{\text{NH}_4}$	Cl
K	$\underline{\text{NO}_3}$	$(\underline{\text{NH}_4})_2$	SO_4
Ca	$(\underline{\text{NO}_3})_2$	$\underline{\text{NH}_4}$	$\underline{\text{NO}_3}$

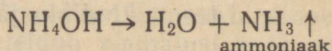
Nagu tabelist näeme, on lämmastik nitraatväetiste puhul happegäägis, ammooniumväetiste puhul aga ammooniumrühmas. Ammooniumnitraat aga sisaldab lämmastikku nii happegäägis kui ka ammooniumrühmas.

Katse 2. Valame ühte katseklaasi ammooniumsulfaadi ja teise ammooniumnitraadi lahust. Lisame mõlemale veidi naatriumhüdrosiidi lahust ja soojendame katseklaase. Mõlemast katseklaasist eraldub mõne aja pärast teravat ammoniaagi lõhna, mis ongi lämmastiku olemasolu tunnuseks ammooniumväetistes.

Ammooniumsulfaadi reageerimisel naatriumhüdrosiidiga tekib ammooniumhüdrosiid (nuuskiiritus):



Soojendamisel laguneb ammooniumhüdrosiid veeks ja ammoniaagiks (NH_3) . Ammoniaagist ongi tingitud nuuskiiritusele iseloomulik terav lõhn.



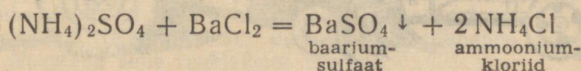
Tutvume tähtsamate lämmastikväetistega.

Ammooniumnitraat ehk ammooniumsalpeeter (NH_4NO_3) on tahke kristalne aine. Värvuselt on ta valge või kollakasvalge. Ammooniumsalpeeter on väga hügrokoopne väetis (neelab endasse õhuniiskust), mistõttu ta paatub. Seepärast tuleb teda hoida kuivas kohas. Granuleeritud ammooniumsalpeeter ei paatu.

teda on hea külvata ja pole vaja lisatööjõudu tema peenestamiseks enne külvi.

Ammooniumsulfaat $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ on valge või sinakas-hall peenekristalliline aine. Ta ei paatu seismisel. Sageli sisaldavad nii ammooniumsulfaat kui ka ammooniumnitraat hapet. Seda on vaja väetamisel arvestada, sest liigne happelisus mõjub taimedele halvasti. Et vahet teha ammooniumsulfaadi ja ammooniumnitraadi vahel, teeme järgmised katsed.

Katse 3. Võtame ühte katseklaasi ammooniumsulfaadi ja teise ammooniumnitraadi lahust ning lisame mõlemale veidi baariumkloriidi lahust. Katseklaasis, kus tekkis valge piimjas sade, oli järelikult ammooniumsulfaat.



Sageli kasutatakse nn. ammooniumsulfaat-nitraati $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3]$, mida nimetatakse ka montaaansalpeetriks. See väetis on saadud ammooniumsulfaadi ja ammooniumnitraadi segamisel (segaväetis). Ammooniumsulfaat-nitraat on valge kristalne aine. Seismisel ta ei paatu.

Nitraatväetistest on juba väga kaua kasutusel looduslik naatriumnitraat ehk naatriumsalpeeter (NaNO_3), mida nimetatakse ka tšiili salpeetriks. (Sõna «salpeeter» on pärit ladinakeelsetest sõnadest *sal petrae*, mis tähendab «kivisool».) Naatriumsalpeeter (NaNO_3) on valge hügrokoopne aine. Seismisel ta paatub, muutudes kõvaks ja tükiliseks. Selle puuduse vältimiseks väetist granuleeritakse.

Nitraatväetistest tuntakse veel kaltsiumnitraati ehk lubisalpeetrit $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ jt.

Väga tähtis väetis on karbamiid $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$. See on valge tahke aine, mis sisaldab 3 korda rohkem lämmastikku kui kaltsiumnitraat. Selle asemel, et transportida kolm autokoormat kaltsiumnitraati, kulub ainult üks koorem karbamiidi (lämmastikväetisi iseloomustatakse seotud lämmastiku sisalduse järgi nendes). Eriti vastuvõtlikud on karbamiidi suhtes viinamari, peet, humal jt. Karbamiid ei ole ainult väetis. Teda võib kasutada ka veiste söödaraatsioonis. Eriti soovitatav on teda lisada maisile sileerimisel, et tõsta maisi toiteväärtust.

Viimasel ajal on hakatud väetisena kasutama ammoniaagi (NH_3) 25% -list vesilahust. Et ammoniaak ei lenduks, on vaja see vedelväetis viia 10—15 cm sügavusse mulda. Selleks kasutatakse vastavaid põllutööriistu, nn. taimetoitjaid (joonis 18).

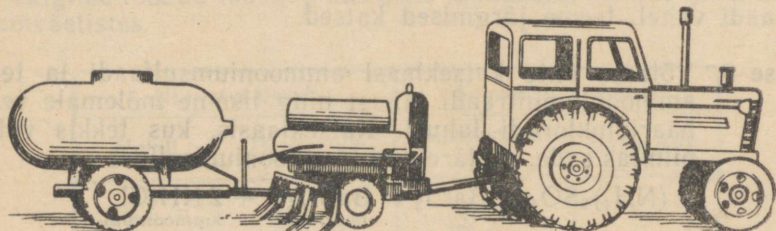
Lämmastikväetised on hästi lahustuvad ja taimede poolt kergesti omastatavad.

Tähtsal kohal lämmastikväetiste hulgas on bakterväetised nitragiin ja asotogeen. Nitragiin on vedelik, mis sisaldab mü-

garbaktereid. Nitragiiniga immutatakse liblikõieliste taimede seemneid või mulda enne külvi. Asotogeeni (müülabaktereid sisaldav vedelik) kasutatakse aga kõigile põllukultuuridele.

Lämmastik kuulub valkude koostisse ja koguneb seetõttu nendes taimede osadesse, mis sisaldavad rohkem valku.

Valkaineid sünteesivad taimed ja sellest protsessist võtab osa



Joonis 18. Vedelväetiste külvaja (taimetoitja).

lämmastik, mida taimed omastavad mullas olevatest lämmastikku sisaldavatest sooladest. Loomad ja inimene saavad lämmastikku taimede poolt sünteesitud valmis valkude kujul. Taimed ega ka loomad ei saa elada lämmastikuta.

Lämmastikupuudus tingib taimede nõrka kasvu ja lehtede kahvatut värvust. Lämmastikurikas mullas kasvavad aga lopsakad taimed, mis on tumeda sinakasrohelise värvusega.

Kõrsviljadele ja linale antakse 0,7—2 ts lämmastikväetist hektarile, suhkruppeedile, kartulile ja juurviljadele aga 1,5—3 ts. Ühe tonni lämmastikväetiste külvamine ühele hektarile karjamaale tõstab selle toodangu kahekordseks.

Lämmastikväetiste osast saagi suurusele annab ettekujutuse joonis 19.



Joonis 19. Lämmastikväetiste mõju saagi suurusele.

Tuleb aga silmas pidada, et mullas oleks küllaldaselt ka taimede poolt omastatavaid fosfori- ja kaaliumiühendeid. Ainuüksi lämmastikväetiste kasutamisega võidakse saagi suurust ja kvaliteeti isegi vähendada.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Kuidas satub lämmastik loomsetesse valkudesse?
2. Millest võib näha, et kasvava taime lämmastikuvajadus on rahuldatud?
3. Millest sõltub lämmastikväetiste kogus, mida arvestatakse põllule andmiseks?
4. Teha katseliselt kindlaks, et ammooniumkloriid on ammooniumisool. Tõestada, et ammooniumkloriid on kloriid.
5. Mitu protsenti lämmastikku on karbamiidis? Teha vastav arvutus.
6. Mitu grammi ammooniumkloriidi tekib 33 grammi ammooniumsulfaadi reageerimisel baariumkloriidiga?
7. 1 ha kartulipõllule on vaja anda 18 kg lämmastikku. Mitu kilogrammi ammooniumnitraati tuleb selleks külvata?
8. Taimede pealtväetamiseks valmistati ammooniumsulfaadi lahust. Selleks lahustati 150 g väetist 10 liitris vees. Milline on saadud lahuse protsendiline kontsentratsioon?
9. Kui suure kaltsiumnitraadi $[Ca(NO_3)_2]$ kogusega antakse mullale niisama palju lämmastikku kui 132 kg ammooniumsulfaadiga?
10. Kaaliumsalpeetrit (KNO_3) saadi varem lämmastikhappe toimet potasesse (K_2CO_3). Koostada selle reaktsiooni võrrand.
11. Üheks lubisalpeetri ehk kaltsiumnitraadi $[Ca(NO_3)_2]$ saamise viisiks on lahjendatud lämmastikhappe neutraliseerimine kriidi või lubjakiviga ($CaCO_3$). Koostada nimetatud reaktsiooni võrrand.
12. Keskmise nisusaagi puhul viiakse põllult ära kuni 75 kg lämmastikku hektari kohta. Kui suur puhta ammooniumnitraadi kogus võib asendada selle kaotuse?

§ 4. Fosforväetised.

Juba ammust ajast kasutatakse väetisena kondijahu. Nimelt sisaldub loomade kontides suurel määral fosforhappe soola — kaltsiumfosfaati $[Ca_3(PO_4)_2]$.

XIX sajandi esimesel poolel ehitati esimesed kondijahuveskid. Et kiirendada kondijahu toimet taimedesse, töödeldi teda väävelhappega. Seejuures tekkinud produkti hakati nimetama superfosfaadiks. See suurepärase väetis on kasutusel ka tänapäeval ühe tähtsaima fosforväetisena. Kondijahu on aga superfosfaadi tootmisel asendatud fosforiidi või apatiidiga, mis sisaldavad samuti kaltsiumfosfaati. Kondijahu, superfosfaat ja teised fosforväetised sisaldavad fosforhappe (H_3PO_4) soolaid.

Superfosfaat $[Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4]$ on teravalõhnaline pulber või terakesed (granuleeritud superfosfaat). Lahtiselt seistes muutub ta niiskeks ja paatub. Peale lahustuva ja seega taimedele vastuvõetava fosforhappe soola — kaltsiumdivesinikfosfaadi $[Ca(H_2PO_4)_2]$ sisaldab superfosfaat veel lisaainet kaltsiumsulfaadi näol ($CaSO_4$ — kips). Superfosfaati kasutatakse tavaliselt neutraalsetel ja aluselistel muldadel (leetmullad), sest temas olev fosforhappe sool lahustub hästi vees.

Et selgusele jõuda, kas fosforväetises sisalduv fosfaat lahustub vees, sooritame järgmise katse.

Katse 1. Võtame kolbi paar grammi superfosfaati ja lahustame selle destilleeritud vees (umbes pool katseklaasi). Filtree-

rimisega eraldame lahusest mittelahustuvad ained. Valame paar milliliitrit saadud filtraati katseklaasi ja lisame mõned tilgad hõbenitraadi (AgNO_3) lahust. Tekib kollane hõbefosfaadi (Ag_3PO_4) sade. Järelejäänud filtraadi hoiame teiseks katseks.

Et lahustumatud fosfaadid nimetatud sadet ei tekita, siis saab selle reaktsiooni abil kindlaks teha, kas antud fosforväetis on vees lahustuv või mitte. Kui sama katse korraldada fosforiidijahuga, siis kollast sadet ei teki. Vees ei lahustu ka kondijahus sisalduvad fosfaadid. Taimed saavad neist fosforiühendeid omastada vaid happelistel muldadel ja mõnede taimede juurte happeliste eritiste toimel.

Katse 2. Võtame eelmises katses saadud filtraati ja kontrollime seda sinise lakmuspaberiga. Lakmuspaber muutub punaseks. Kui filtraadile lisada veidi baariumkloriidi lahust, tekib valge baariumsulfaadi (BaSO_4) sade. Katsest selgub, et superfosfaat sisaldab lisandina väävelhapet.

Granuleeritud superfosfaat ei paatu ja teda on hea külvata koos seemnetega, seepärast hakkab ka Maardu Keemiakombinaat käesoleval seitseaastakul teda tootma.

Fosforiidijahu on hall tolmu pulber. Temas sisalduv kaltsiumfosfaat [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$] aga vees ei lahustu. Seepärast võib fosforiidijahu otseselt, s. o. ilma superfosfaadiks muutmiseta, kasutada vaid happelistel muldadel.

Kaevandatud fosforiidimaagist sõelutakse liiv välja, millega suureneb maagi kaltsiumfosfaadisaldus (rikastamine). Rikastatud fosforiit jahvatatakse kuulveskites nn. fosforiidijahuks. Mida peenemaks on fosforiit jahvatatud, seda paremini on fosforiidijahu taimede poolt omastatav. Fosforiidijahu on soovitatav anda koos sõnnikuga, mis suurendab tema omastatavust.

Väetamiseks kasutatakse ka nn. fosfaatsegu, mida saadakse superfosfaadi ja fosforiidijahu segamisel vahekorras 1:1. Tugevasti happelist muldadel annab see väetis superfosfaadist paremaid resultate.

Häid tulemusi on saavutatud bakterväetise fosforbakteriini kasutamise, mis koos mineraalväetistega tagab kõrgeid saake. Fosforbakteriin muudab mullas leiduvad fosforiühendid taimedele kättesaadavaks.

Kogu maailmas viiakse igal aastal viljasaagiga põldudelt ära üle 10 miljoni tonni fosforiühendeid. Et looduslikke allikaid, mis mulda fosforiühenditega täiendaksid, peaaegu ei ole, siis osutub nõndanimetatud «fosforinälg» mullas palju suuremaks kui vajadus lämmastiku järele. Siit selgub, kui suur tähtsus põllumajanduses on fosforväetiste kasutamisel.

Kõige enam sisaldub fosforit just taimede viljades ja seemnetes, samuti noortes lehtedes. Fosforit ei vaja taim ainult rakkude

ehitusmaterjaliks, vaid fosfor võtab osa mitmesugustest taimedes toimuvatest protsessidest. Ta on oluline näiteks tärglise muutumisel suhkruks suhkrupeedis, ta soodustab tärglise ladestumist kartulimugulaisse jne. Fosfor soodustab taime juurestiku arenemist ja kiirendab õitsemist ning viljade valmimist. Fosforväetistega tugevasti väetatud kurgid, tomatid jt. köögiviljad hakkavad saaki andma paar nädalat varem kui nõrgalt väetatult. Fosforipuudusel väheneb tunduvalt teraviljasaak. Põllult saadakse küll põhku, kuid teri on vähe, samuti langeb taime vastupidavus mitmesugustele haigustele.

Kõrsviljadele antakse 1,5—2,5 ts, söödajuurviljadele ja kartulile aga 2—3 ts superfosfaati või fosforiidijahu hektarile. Fosforväetiste kasutamise tähtsust näitab joonis 20.



Joonis 20. Fosforväetiste mõju saagi suurusele.

Väga oluline tegur kõikide kultuuride saagikuse tõstmisel on nii mineraal- kui ka orgaaniliste väetiste õige kasutamine. Lämmastikväetised näiteks mõjuvad hästi, kui mullas on küllaldaselt fosfori- ja kaaliumühendeid. Fosforväetised mõjuvad lämmastiku ja kaaliumi ning kaaliumväetised lämmastiku ja fosfori olemasolu korral.

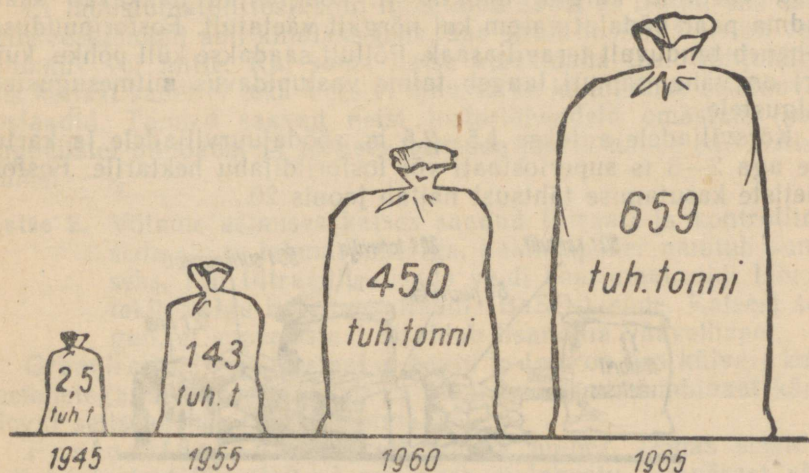
Eesti NSV-s leiduv fosforiit on orgaanilise tekkega. Aladel, kus leidub fosforiiti, laius kunagi meri. Selles meres elanud loomade nn. ooboluste kujud sisaldavad kaltsiumfosfaati $[Ca_3(PO_4)_2]$ ja moodustavadki fosforiidikihi. Mida rohkem ooboluste kodusid fosforiidimaagis leidub, seda suurem on maagi kaltsiumfosfaadisisaldus.

1956. a. lasti Maardus käiku superfosfaaditehas, mis kasutab toorainena Koola poolsaarelt sisseveetavat apatiiti. Kohaliku oobolusfosforiiti kasutatakse fosforiidijahuna väetamiseks ja ka toodetud superfosfaadile lisamiseks, millega parandatakse viimase omadusi. Superfosfaadi tootmiseks vajalikku väävelhapet valmistab Maardusse ehitatud väävelhappetehas.

Põllumajandusele antava rikastatud fosforiidijahu hulga kasvu Eesti NSV-s näitab diagramm joonisel 21.

Fosforiidi- ja apatiidivarude poolest on Nõukogude Liit kõige rikkamaid maid maailmas. Ajavahemikul 1920 kuni 1928 avastasid nõukogude geoloogid akadeemik Fersmani juhtimisel Koola pool-

saarel suuri apatiidilademeid. Rikkad fosforiidimaagi leiukohad asuvad Kasahstanis (Karatau ja Aktjubinsk), Moskva lähedal, Ukrainas, Eesti NSV-s (Maardu) ja mujal. Eesti NSV territooriumil moodustavad fosforiidivarud umbes 150 miljonit tonni, millest Maardu piirkonnas on ligi 50 miljonit tonni.



Joonis 21. Rikastatud fosforiidijahu tootmise kasv Eesti NSV-s.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Nimetada tähtsamaid fosforvætisi.
2. Teha katseliselt kindlaks, kas antud fosforvætis sisaldab lahustuvat fosfaati.
3. Jutustada tähtsamate fosforvætiste omadustest.
4. Iseloomustada fosforvætiste tähtsust taimedele.
5. Mida mõeldakse fosforiidimaagi rikastamise all?
6. Kuidas saadakse superfosfaati?
7. Milles seisnevad granuleeritud vætiste eelised?
8. Viljakoristusega kõrvaldati hektariliselt põllult umbes 70 kg fosforit. Kui suur puhta kaltsiumfosfaadi kogus võib asendada selle kaotuse?
9. Kui suures kaltsiumfosfaadi koguses on 1 tonn fosforit?
10. Kui suur on fosfori protsendiline sisaldus diammofoosis $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$?
11. Puuviljaaedadele arvestatakse 1 ha kohta tavaliselt 35 kg fosforit. Mitu kilogrammi kaltsiumfosfaati vastab sellisele fosforikogusele? Mitu tsentnerit kaltsiumfosfaati kulub 20 ha suuruse puuviljaaia väetamiseks?
12. 1 hektari maisi väetamiseks kulub 8 kg fosforit. Mitu ts puhast superfosfaati $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4]$ on vaja 16 ha suuruse maisipõllu väetamiseks?

§ 5. Mikrovætised.

Põllumajanduse praktikast on teada fakte, kus vajaliku põhielementide sisalduse puhul mullas esinevad taimede kasvus ja arengus ikkagi häired. Näiteks muutuvad leheotsad valkjaks, mõnikord tekivad lehtedele laigud, õied langevad maha jne. Katsed näitavad, et õite langemise põhjuseks on enamasti booriühendite puudus muldas. Valkjad leheotsad tekivad soomuldadel kasvanud taimedel, kus

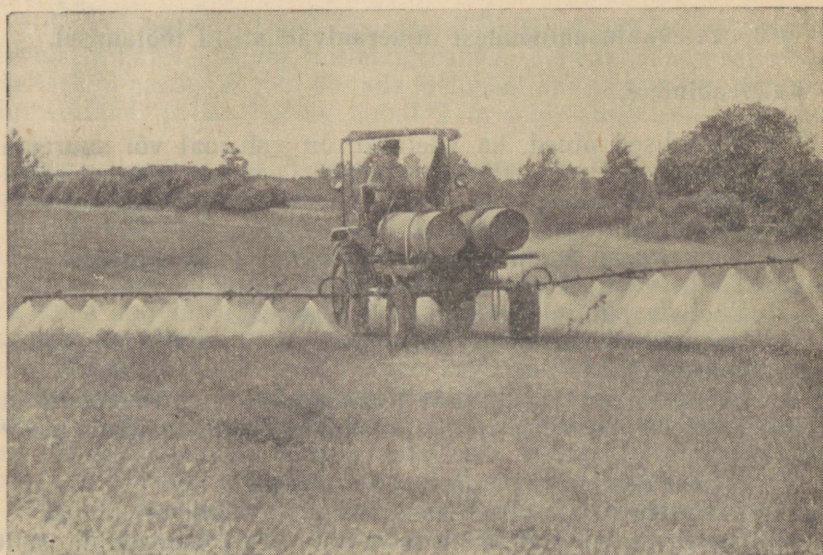
on puudus vaseühenditest. Laikude põhjustajaks, sõltuvalt kasvatatavast kultuurist, on aga sageli mangaaniühendite puudus.

Järelkult vajavad taimed väetistena ka boori, mangaani, vase jt. elementide soolasid. Et tarvidus mainitud elementide järele on väga väike, nimetatakse neid mikroelementideks (kreeka keeles *mikros* — väike).

Aineid, mis sisaldavad taimede normaalseks arenemiseks vajalikke mikroelemente, nimetatakse mikroväetisteks.

Boori sisaldavatest väetistest on tähtsaim nn. boormagneesium. See on kerge valge pulber, milles on kuni 1,5% vees lahustuvaid booriühendeid. Mikroväetisi antakse hektarile mitte tsentnertes, vaid kilogrammides. Kui näiteks niisutada seemneid boorväetise lahusega, piisab 1 hektarile väetisekogusest, mis sisaldab 1 kuni 2 g boori. Et boor tõstab tunduvalt seemnesaake, kasutatakse teda seemnepõldude väetamiseks. Boorväetiste kasutamisel suhkrupeedipõllul suurenevad saak ja peedi suhkrusisaldus. Samuti ei esine suhkrupeedil siis nn. südamikumädanikku.

Vaskväetisena kasutatakse peamiselt vasevitrioli, kuid ka väävelhappe valmistamise jääkprodukti — püriidiräbu. Viimast saab ka Eesti NSV Maardu Keemiakombinaadi väävelhappetsehhist. Vasevitriol on sinine kristalne aine, mis on mürgine. Püriidiräbu on hallikasmust pulber. Räbu vasesisaldus on palju väiksem kui vasevitriolil. Vaskväetistega ei väetata põldu mitte



Joonis 22. Mikroväetiste külvamine.

(gal aastal, vaid üks kord iga viie aasta tagant. Uurimised on näidanud, et vaseühendite kasutamisel soomaadel suurenes maisi haljasmassi saak 70 protsendi võrra.

Viimasel ajal valmistatakse mikrovaetiste tablette. Nii kulub selleks, et töödelda tsentner seemet, 4—6 vase-kaaliumi või tsingi-kaaliumi tabletti. Mainitud preparaadid kiirendavad seemnete idanemust ja suurendavad saaki.

Mangaani antakse taimedele peamiselt kaaliumpermaanganaadina ($KMnO_4$) ja mangaansulfaadina ($MnSO_4$). Põhja-Eesti lubjarikastel muldadel on kartulimugulate niisutamisel 0,03%-lise mangaanvaetise lahusega saavutatud märgatavat kartulisaagi suurenemist.

Peale mangaan-, vask- ja boorvaetiste kasutatakse mikrovaetistena veel tsink-, molübdeen-, jood- jne. vaetisi. Mikrovaetistega tuleb taimi vaetada siis, kui nende vajadused kaalium-, lämmastik- ja fosforvaetiste järele on rahuldatud. Vastasel korral ei anna mikrovaetised soovitud tulemusi.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

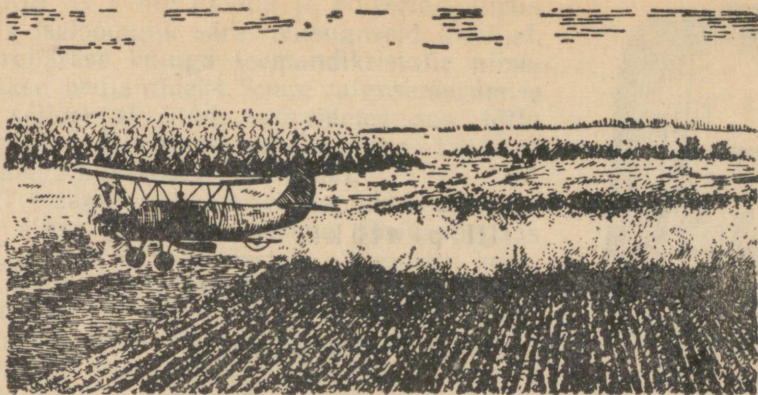
1. Mis on mikrovaetised?
2. Mis on mikroelemendid?
3. Milline praktiline tähtsus on booriühenditel taimekasvatuses?
4. Jutustada vaskvaetiste kasutamisest.
5. Nimetada tähtsamaid mikrovaetisi.
6. Kuidas vaetatakse mikrovaetistega?

§ 6. Ettevaatusabinõudest mineraalvaetistega töötamisel.

1. Kaitseabinõud.

Kõik keemilised ained, ka vaetised, on vähemal või suuremal määral mürgised. Peale selle on vaetised ja nende lahused söövitava toimega. Seepärast tuleb vaetistega töötamisel väga ettevaatlik olla ja toimida alati vastavalt juhenditele.

1. Vaetisi peab hoidma lukustatud ladudes või kuurides.
2. Tühje vaetisekotte ei tohi laokile jätta.
3. Vaetiste lahuseid ei tohi jätta valveta.
4. Vaetiste peenestamisel tuleb kanda kaitseprille, et vaetiseterad silma ei satuks.
5. Lahustamisel kinni pidada ettenähtud kontsentratsioonidest.
6. Taimede pritsimisel vaetiste lahustega tuleb hoiduda pealetuult.
7. Pärast vaetistega töötamist pesta käed.
8. Vaetistega töötamisel kasutada kitleid või eririietust.
9. Enne vaetiste lahustamist mingis nõus kontrollida selle puhtust.
10. Vaetisi või nende lahuseid mitte jätta etikettideta seisma.



Joonis 23. Väetiste külvamine lennukilt.

2. Ettevaatusabinõud väetiste säilitamisel ja segamisel.

Väetiste säilitamiseks kasutatakse eri ladusid. Igal juhul tuleb aga väetisi hoida kuivas kohas ja mitte maapinnal või muldpõrandal, kus nad kergesti paatuvad.

Väetiste salved peavad olema varustatud väetise liiki tähistava etiketiga.

Hügrokoopseid väetisi (ammooniumnitraati jt.) on vaja hoida niiskuskindlates kottides, mittehügrokoopseid väetisi aga salvedes. Väetisekihi paksus ei tohi ületada fosforiidijahu puhul 3 m, ammooniumsulfaadi ja kaalisoola puhul 2 m ning superfosfaadi puhul 1,5 m.

Hügrokoopsete väetiste peenestamisel enne külvi tuleb arvestada, et ammooniumnitraati ei tohi peenestada mitte varem kui 3 päeva enne külvi, sest vastasel korral paatub ta uuesti. Kaalisoolal on vastav aeg 5—10 päeva, superfosfaadil 2 kuud. Põldudele antakse enamasti mitut liiki väetisi. Et mitte korduvalt külvata, segatakse mulda viidavad väetised eelnevalt. Segada ei tohi aga ammooniumväetisi lupja sisaldavate väetistega, sest seejuures toimub keemiline reaktsioon, mille tulemusena eraldub gaasiline ammoniaak, mille koostises olev lämmastik läheb niiviisi taimedele kaduma. Väetiste segamisel tuleb arvestada ka ainete hügrokoopssust. Superfosfaati ja nitraatväetisi võib segada ainult mõni päev enne külvi, vastasel korral tekivad ka siin lämmastikukaod.

Väga oluline tegur kahjustuste vältimiseks väetistega töötamisel on nende transpordi, laadimise ja peenestamise mehhaniseerimine, mille puhul väetistega kokkupuutumist nõudvaid operatsioone teostavad masinad.

III peatükk.

SÜSINIK. SÜSINIKUÜHENDID.

§ 1. Süsinik — *Carboneum*.

Keemiline märk C.
Aatomkaal 12,0.

1. Süsinik looduses.

Süsinikku leidub looduses niihästi ehedalt kui ka rohkearvuliste ühendite näol. Vaba süsinik esineb peamiselt grafiidi ja teemandina; ka kaevandatavad söed (kivisüsi, antratsiit) on peaaegu puhas süsinik. Ühenditena leidub süsinikku kõigis elusorganismides. Väga suurtes kogustes esineb süsinik paljude mineraalide koostises. Nii näiteks koosnevad lubjakivi, marmor ja kriit peamiselt kaltsiumkarbonaadist (CaCO_3). Kõige levinum nendest on lubjakivi, mis moodustab kohati suure paksusega lademeid. Öhus leidub süsinikku süsihappegaasina (CO_2). Ka looduslikud veed sisaldavad alati süsihappegaasi ja mitmesuguseid süsihappe soolasid.

Süsinikku ja süsinikuühendeid leidub ka teistel planeetidel ning Päikesel.

2. Süsiniku allotroopsed esinemiskujud.

Vaba süsinik esineb kahe lihtaine — teemandi ja grafiidi kujul. Kuigi need lihtained erinevad omadustelt tunduvalt teineteisest, koosnevad nad ometi ühe ja sama elemendi — süsiniku aatomitest.

Teemand on läbipaistev kristalne aine, mis murrab tugevasti valguskiiri. Ta erikaal on 3,5. Praegu tuntud ainetest on teemand kõige kõvem. Erandlik kõvadus võimaldab teemandi kasutamist klaasi lõikamisel ja kõvade kivimite puurimisel. Näiteks kasutatakse nafta tootmisel erilisi puure (joonis 24), mis on varustatud teemantidega. Niisuguse puuriga puuritakse läbi paksude ja kõvade kivimikihtide kuni maapõues asuvate naftalademeteni.

Teemante leidub looduses võrdlemisi harva ja tavaliselt väikeste kristallidena. Seni oli peamiseks teemantide leiualaks Aafrika. Viimasel ajal aga avastati Nõukogude Liidus Jakuudi ANSV-s ülirikas teemantide leiukoht.

Kui teemante lihvida ja poleerida, ilmub neile iseloomulik sära. Niisuguseid lihvitud, korrapärase kujuga teemandikristalle nimetatakse briljantideks. Suure valgusemurdmise ja sellest tingitud «värvidemängu» tõttu kasutatakse briljante ehtekivimina. Teemant on kõige hinnalisem vääriskivi.

Teemandi põletamisel hapnikus moodustub ainsa põlemissaadusena süsihappegaas (CO_2). See asjaolu tõestab, et teemant koosneb ainult puhtast süsinikust.

Grafiit on tumehall nõrga metalliläikega kristalne aine. Tema erikaal on 2,17 kuni 2,3. Vastandina teemandile on grafiit väga pehme ja katsudes rasvane. Kui tõmmata grafiiditükiga üle paberi, jääb sinna tume jälg. Sellel põhineb grafiidi kasutamine pliiatsite valmistamisel (pliiatsisüdamikud valmistatakse grafiidi ja savi segust). Grafiidipulbrit kasutatakse veel määrdeõli asemel kõrgel temperatuuril töötavate masinaosade määrimiseks ja tulekindlate tiiglite valmistamiseks. Et grafiit juhib hästi elektrit, siis kasutatakse teda elektrotehnikas elektrootide, liugkontaktide jm. valmistamisel.

Nõukogude Liidus leidub suuri grafiidilademeid Siberis, Ukrainas jm. Grafiiti võib valmistada ka kunstlikult söest või koksist.

Grafiidi põletamisel hapnikus moodustub ainsa põlemissaadusena süsihappegaas. Seega koosneb ka grafiit ainult süsinikust.

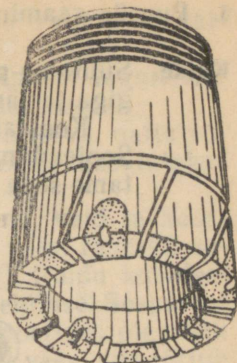
Et teemant ja grafiit koosnevad ühest ja samast keemilisest elemendist — süsinikust, nimetatakse neid süsiniku allotroopseteks teisenditeks. Sõna «allotroopia» on tuletatud kreeka keelsest sõnadest *allos* — teine ja *tropos* — liik.

Keemilise elemendi omadust esineda mitme lihtainena nimetatakse allotroopiaks.

Lihtaineid aga, mis koosnevad ühest ja samast elemendist, nimetatakse selle elemendi allotroopseteks teisenditeks ehk allotroopseteks modifikatsioonideks.

Järsk erinevus teemandi ja grafiidi omadustes (kõvadus, erikaal jm.) on seletatav nende erineva sisemise ehitusega. Süsiniku aatomite paigutus teemandi kristallis ja grafiidi kristallis on erinev.

Kunstlikud teemandid. Et teemant ja grafiit on mõlemad ühe ja sama elemendi — süsiniku allotroopsed teisendid, hakati juba möödunud sajandil uurima võimalusi grafiidi muundamiseks teemandiks. Viimasel ajal on need katsed õnnestunud. Kõrgel temperatuuril ja suure rõhu all (temperatuur 2000° ja rõhk 100 000 at) muundub grafiit teemandiks. Et aga kunstlike teemantide saamine nõuab suuri kulusid, on nad looduslikest veel kallimad.

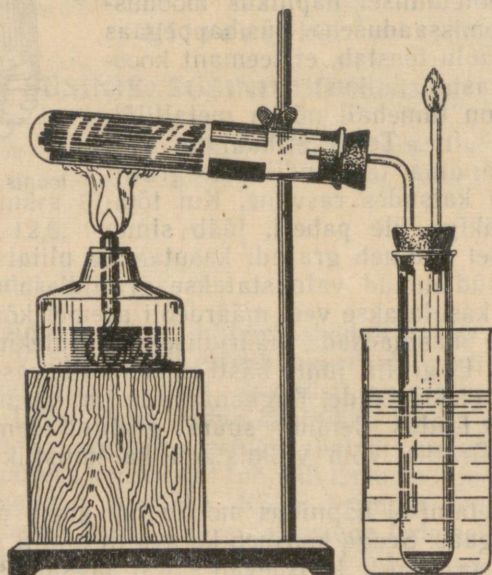


Ioonis 24. Teemant-puur.

3. Puusöe saamine ja omadused.

Katse. Süütame puupirru ja põletame seda. Pird põleb heleda leegiga ja järele jääb hall tuhk.

Koostame nüüd katseadme vastavalt joonisele 25. Soojendame esmalt kergelt kogu katseklaasi, siis kuumutame seda kohta, mis on tihedalt täidetud tuletikujämeduste



Joonis 25. Puidu kuivdestillatsioon.

puupirdudega. Algab puidu keemiline lagunemine. Katseklaasi, mida jahutame külma veega, kogunevad vedelad laguproduktid. Gaasitorust väljuvad gaasid, mis süttivad põleva tiku lähendamisel. Kuumutatav puit aga muutub söeks. Puistame mõne söetüki katseklaasist välja ja viime ta tiiglitangide või plekiriba abil põleti leeki. Süsi põleb leegita, kusjuures järele jääb tuhk.

Veendusime, et puit lagunes, moodustades tahkeid, vedelaid ja gaasilisi laguprodukte.

Ainete lagundamist, mis toimub nende kuumutamisel õhu juurdepääsuta, nimetatakse kuivdestillatsiooniks ehk utmiseks.

Puidu utmisel eraldunud gaaside hulgas on vesinikku, süsinikoksiidi, süsihappegaasi ja teisi gaase. Puidu kuivdestillatsiooni vedelproduktide hulgas on aga vett, puutõrva, äädikhapet, puu-

piiritust jm. Järelejääv süsi sisaldab lisanditena vaid mineraalaineid, mis annavad söe põlemisel tuha.

Just lisandite puudumise tõttu, mis kuumutamisel lagunevad lenduvateks aineteks, põleb süsi, vastupidi puidule, leegita.

Kõige puhtam süsi on tahm ehk nõgi, mis tekib tõrva, nafta või mitmesuguste õlide mittetäielikul põlemisel. Tahma kasutatakse musta värvi ja tuši valmistamisel.

Süsi ei ole süsiniku kolmas allotroopne teisend, vaid ta koosneb väga väikestest grafiidikristallidest. Süsi on väga raskesti sulav aine; tema sulamistemperatuur on ligi 3500°. Puidu kuivdestillatsioonil saadud puusüsi säilitab puidu poorse ehituse. Seepärast ujubki vette visatud puusöetükk veepinnal, sest poorides olev õhk hoiab teda ülal. Kui aga keeta söetükki mõni aeg vees, siis tõrjub vesi poorides oleva õhu välja ja söetükk langeb põhja. Samuti vajub vee alla ka pulbristatud süsi, sest süsi on veest raskem.

Peale puusöe saadakse kuivdestillatsioonil, olenevalt kasutatud lähteainest, mitmesuguseid söeliike. Kivisöest ja põlevkivist saadakse koksi, kontidest kondisütt jne.

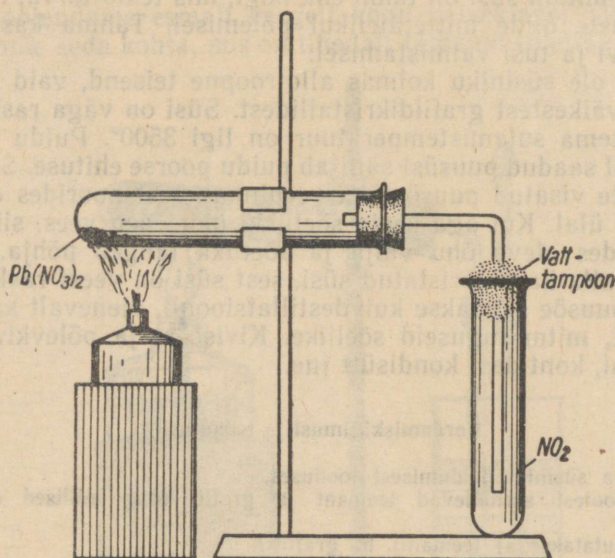
Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Jutustada süsiniku leidumisest looduses.
2. Mille poolest sarnanevad teemant ja grafiit ning millised erinevused neil on?
3. Kus kasutatakse a) teemanti, b) grafiiti?
4. Mida nimetatakse allotroopiaks?
5. Millal tekib puidust a) tuhk, b) süsi?
6. Kirjeldada puidu kuivdestillatsiooni katset.
7. Mida nimetatakse utmiseks?
8. Tüna näiteid puidu utmise produktide kohta.
9. Miks süsi põleb leegita?
10. Kuidas nimetatakse kivisöe «sütt» ja kus seda kasutatakse?
11. Mis on tahm ja milleks teda kasutatakse?
12. Mitu protsenti süsinikku sisaldub kaltsiumkarbonaadis?
13. Mitu grammi süsihappegaasi on 10 kuupmeetris õhus, kui on teada, et 1 liiter õhku kaalub 1,29 grammi ja õhus on keskmiselt 0,046% süsihappegaasi? Mitu grammi süsinikku on sellises süsihappegaasi koguses?
14. Mitu grammi hapnikku kulub 3 grammi süsiniku põlemiseks?
15. Mitu grammi süsihappegaasi eraldub, kui süsinikuga reageerib 10 liitrit hapnikku (1 liiter hapnikku kaalub 1,43 g)?
16. Leida mineraalide ja kivimite kogust kriit, marmor, lubjakivi, grafiit ja kaevandatavad söed.
17. Teostada muundamised:
baariumkarbonaat → süsihappegaas → baariumkarbonaat.

4. Puusöe adsorbeerivad omadused.

Puusöe tähtsamaid omadusi on tema võime siduda oma pinnaga gaase ja vedelikes lahustunud aineid. Seda söe omadust nimetatakse *adsorptsiooniks* (ladinakeelsest sõnast *adsorbere* — kinni hoidma, ligi tõmbama).

Katse 1. Asetame katseklaasi mõned pliinitraadi kristallid. Suleme katseklaasi korgiga, mida läbib gaasijuhtetoru, ja soojendame. Eralduva lämmastikdioksiidi kogume kuiva katseklaasi (joonis 26). Kui katseklaasi on kogunenud



Joonis 26. Lämmastikdioksiidi saamine.

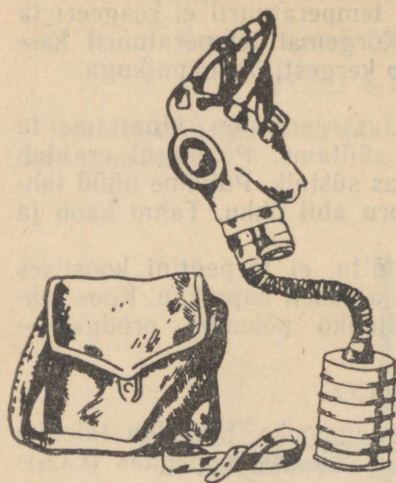
pruuni lämmastikdioksiidi (NO_2), lõpetame soojendamise ja puistame katseklaasi söepulbrit. Suleme katseklaasi korgiga ja raputame. Millega seletada pruuni lämmastikdioksiidi kadumist?

Sõe omadust adsorbeerida mürgiseid gaase kasutatakse gaasitorbikute valmistamisel (joonis 27). Esimene gaasitorbik valmistati Esimese maailmasõja ajal 1915. aastal. Selle leiutas vene teadlane akadeemik N. D. Zelinski. Akadeemik Zelinski avastas ka parima meetodi suure adsorptsioonivõimega sõe, nn. aktiivsõe valmistamiseks. Selleks kuumutatakse kasepuusütt ülekuumendatud veeauru voolus.

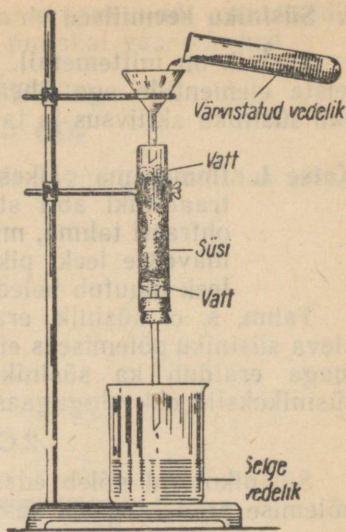
Zelinski leiutatud gaasitorbik päästis Esimese maailmasõja ajal tuhandeid sõdureid piinarikkast surmast.

Katse 2. Võtame lakmuse või tindiga värvustatud lahuse ja filtreerime seda läbi söekihi, nagu on näidatud joonisel 28. Filtraat osutub värvusetuks.

Värvustatud lahusele võib lisada veel mitmesuguseid lõhnavaid aineid (väävelvesinikvesi, nuuskiiritus jm.).



Joonis 27. Gaasitorbik.



Joonis 28. Lahuse valastumine söe toimel.

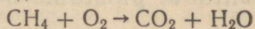
Ka lõhn kaob söe adsorbeeriva toime tõttu. Samasugust värvustatud lahuse valastumist võime täheldada ka nimetatud lahuse soojendamisel söepulbriga ja järgneval filtreerimisel.

Tööstuses kasutatakse sütt ainete puhastamiseks. Filtreerimise läbi aktiivsöe kihi puhastatakse suhkrutööstuses suhkrulahus sellele kollast värvust andvatest ainetest. Aktiivsütt kasutatakse toorpiirituse, mitmesuguste õlide, kartulisiirupi jm. puhastamiseks.

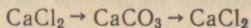
Arstiteaduses kasutatakse aktiivsütt mürgituste, näiteks kala- ja vorstimürgituse puhul ravimina.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Mis on adsorptsioon?
2. Tuua näiteid katsete kohta, mis selgitavad puusöe adsorptsioonivõimet.
3. Kus kasutatakse puusöe adsorbeerivaid omadusi?
4. Kes leiutas gaasitorbiku?
5. Aidakahjurite ja tooparasiitide vastu kasutatakse kloorpikriini (CCl_3NO_2). Kui suur on süsiniku protsendiline sisaldus kloorpikriinis?
6. Mitu kilogrammi süsinikku on a) 1 tonnis marmoris (CaCO_3), b) 1 tonnis soodas (Na_2CO_3), c) 1 tonnis vingugaasis (CO)?
7. Kui palju süsihappegaasi vabaneb 1 kilogrammi metaani (CH_4) põlemisel? Reaktsiooni skeem on järgmine:



8. Kuidas teostuvad järgmised muundumised:

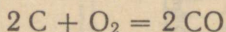


5. Süsiniku keemilised omadused.

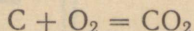
Süsinik on mittemetall. Harilikul temperatuuril ei reageeri ta teiste elementide ega ühenditega. Kõrgemal temperatuuril kasvab süsiniku aktiivsus ja ta reageerib kergesti õhuhapnikuga.

Katse 1. Immutame väikese vatitüki tärpentiniga, kinnitame ta traaditüki abil statiivi ja süütame. Põlemisel eraldub ohtrasti tahma, mis on puhas süsinik. Puhume nüüd tahmavasse leeki pika klaastoru abil õhku. Tahm kaob ja leek muutub heledamaks.

Tahm, s. o. süsinik, eraldub seetõttu, et tärpentin koos sisaldava süsiniku põlemiseks ei jätku küllaldaselt hapnikku. Koos tahmaga eraldub ka süsiniku mittetäieliku põlemise produkt — süsinikoksiid ehk vingugaas (CO):



Süsinikoksiid põleb edasi süsihappegaasiks. Süsiniku täieliku põlemise produktiks on süsinikdioksiid ehk süsihappegaas (CO₂):



Süsiniku täielikul põlemisel tekib enam soojust, mistõttu leek muutub heledamaks.

Süsiniku omadust ühineda hapnikuga ja moodustada süsinikoksiidi või süsinikdioksiidi tuleb arvestada kütmisel. Korstnast väljuv tahm on seega kaotsiläinud kütus ja kõneleb ebaõigest kütmisest.

Väga kõrgel temperatuuril ühineb süsinik vesiniku, räni, väävli ja metallidega. Metallidega tekitab süsinik nn. karbiide (näiteks kaltsiumkarbiidi — CaC₂).

Süsinik ühineb kergesti ka paljude liitainete koostises oleva hapnikuga.

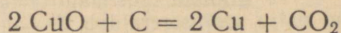
Katse 2. Paneme katseklaasi veidi granuleeritud vask(II)oksiidi ja niisama palju söepulbrit (joonis 29). Segame võetud ained katseklaasi raputamisega ja suleme katseklaasi korgiga, mida läbib gaasijuhtetoru. Paigutame gaasijuhtetoru otsa nõusse, milles on lubjavesi, ja kuumutame katseklaasi sisu tugevasti pikemat aega. Gaasijuhtetorust väljuvad gaasimullikesed, mis muudavad lubjavee häguseks. *

Kui gaasi eraldumine on peaaegu lõppenud, võtame gaasijuhtetoru lubjaveest välja ja seejärel lõpetame kuumutamise. Lasknud katseklaasil (korki pealt võtmata) küllaldaselt jahtuda, puistame segu portselankaussi või

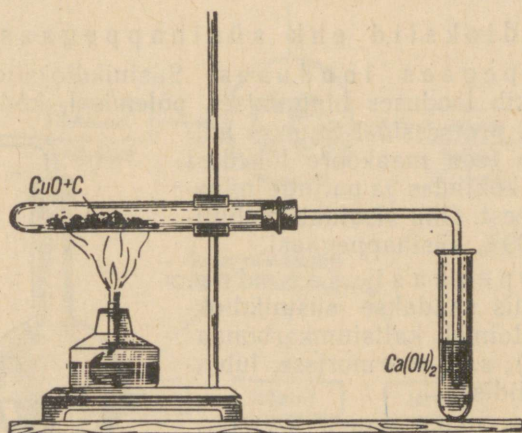
* Kiiremini toimub reaktsioon meditsiinis kasutatava aktiivsõega (tabletid peenestada).

valgele paberilehele. Kui oleme puhunud vaskoksiidi terakestelt sõe, märkame neil punakat vase värvust.

Reaktsioonivõrrand on järgmine:



Reaktsioonil sidus süsinik vaskoksiidi hapniku ja muutus süsihappegaasiks.



Joonis 29. Vaskoksiidi taandamine sõega.

Hapniku eemaldamist liitainest nimetatakse taandamiseks ehk redutseerimiseks.

Ainet, mis liitainelt hapniku ära võtab, nimetatakse taandajaks ehk redutseerijaks.

Seega toimus antud katsel vask(II)oksiidi taandamine, kusjuures taandajaks oli süsi.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Kirjutada süsiniku täieliku ja mittetäieliku põlemise reaktsioonivõrrandid.
2. Millistes tingimustes reageerib süsinik vesiniku, rüni, väävli ja metallidega?
3. Tuua näide süsiniku taandava toime kohta.
4. Millist ainet nimetatakse taandajaks?
5. Mitu kilogrammi süsihappegaasi tekib päevas 10 ahjust, kui igas ahjus põletatakse ära 20 kg kuivi puid, mille süsinikusisaldus on 48% (arvestades, et kogu süsinik põleb süsihappegaasiks)?
6. Kuidas on võimalik süsinikoksiidi puhastada süsihappegaasist?

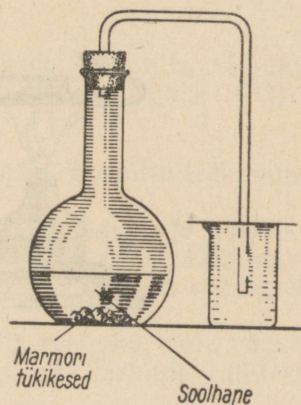
7. Mitu grammi õhku (õhus on kaalu järgi 23% hapnikku) kulub 60 grammi süsiniku põletamiseks?
8. Kui palju vaske saab teoreetiliselt 500 kilogrammi vask(II)oksiidi redutseerimisel süsinikuga?
9. On kindlaks tehtud, et 12 grammi süsiniku täielikul põlemisel eraldub 95 400 cal soojust. Kui palju soojust eraldub 2,4 kg süsiniku põlemisel?
10. Kirjutada reaktsioonivõrrandid pliioksiidi ja raud(II)oksiidi redutseerimise kohta süsinikuga.

§ 2. Süsiniku ühendid hapnikuga.

Süsinikdioksiid ehk süsihappegaas (CO_2).

Süsihappegaas looduses. Süsinikdioksiid ehk süsihappegaas tekib looduses hingamisel, põlemisel, kõdunemisel ja paljudel teistel protsessidel. Suurtes hulkaes eraldub teda maakoore lõhedest vulkaanilistes kohtades ja paljude mineraalallikate veest. Õhk sisaldab mahuliselt umbes 0,03% süsihappegaasi.

Süsihappegaasi saamine. Laboratooriumis saadakse süsinikdioksiidi hapete toimel kaltsiumkarbonaadis (CaCO_3), s. o. marmorisse, lubjakivisse või kriidisse.



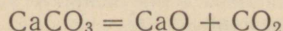
Joonis 30. Süsihappegaasi saamine.

Katse. Paneme kolbi mõned marmortükid ja lisame lahjendatud soolhapet (1:4). Suleme kolvi kiiresti korgiga, mida läbib gaasijuhtetoru (joonis 30). Kogume eralduva süsihappegaasi joonisel näidatud viisil keeduklaasi. Keeduklaasi täitumist kontrollime põleva pürruga. Täidame niiviisi mitu keeduklaasi, et hiljem saaks tutvuda süsihappegaasi omadustega.

Märkus. Suurema hulga süsinikdioksiidi saamiseks on sobiv kasutada Kipp'i aparati.

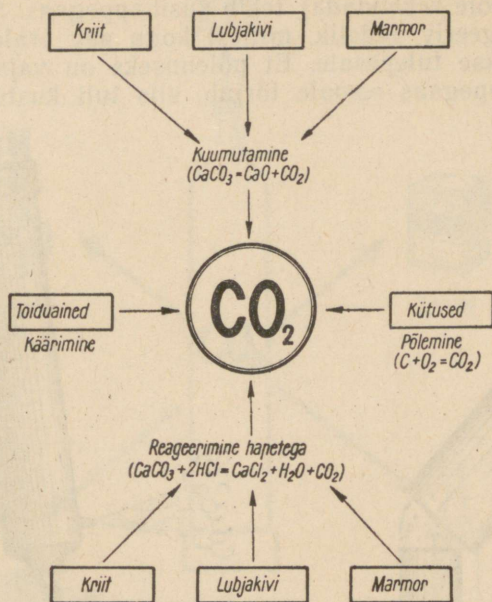
Et karbonaatide reageerimisel hapetega eraldub süsihappegaas, kasutatakse soolhappe tilgutamist karbonaatidele viimaste äratundmiseks.

Tööstuses saadakse süsinikdioksiidi kõrvalsaadusena lubja tootmisel (lubjakivi kuumutamisel):



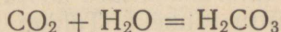
Samuti tekib süsihappegaas kõrvalsaadusena mitmesugustes käärimisprotsessides, näiteks piirituse, õlle ja pärmis tootmisel. Ka leiva- ja saiataina «kerkimine» on tingitud süsihappegaasi tekki-

misest, mis teeb leiva ja saia küpsemisel kohedaks. Süsinikdioksiidi tekkimise võimalusi iseloomustab joonis 31.



Joonis 31. Süsihappegaasi tekkimine erinevatel viisidel.

Süsihappegaasi omadused ja kasutamine. Süsihappegaas on värvusetu ja lõhnata gaas. Et ta on õhust umbes poolteist korda raskem, saab teda nagu vett ühest anumast teise valada. Süsihappegaas lahustub vees võrdlemisi hästi, kusjuures tema lahustumisega kaasneb keemiline reaktsioon ja moodustub süsihape (H₂CO₃). Süsihappegaas on happeline oksiid.

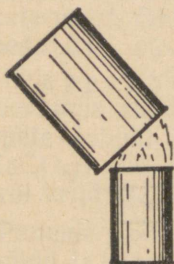


Süsihappegaas ei põle ega võimalda enamiku teiste ainete põlemist.

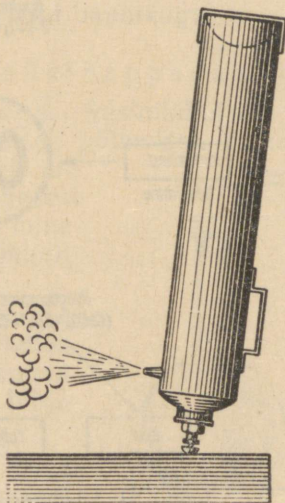
Katse 1. Viime süsihappegaasiga täidetud anumasse põleva küünla, see kustub.

Katse 2. Valame tühja konservipurki mõned tilgad bensiini ja süütame selle. Kallame suuremast, süsihappegaasiga täidetud purgist süsihappegaasi sellesse purki, kus on põlev bensiin (joonis 32). Leek kustub.

Süsihappegaasi omadust mitte võimaldada põlemist kasutatakse tulekustutites. Tulekustutid (joonis 33) on täidetud kas rõhu all oleva süsihappegaasiga või ainetega, mille reageerimisel (kui tulekustuti tööle rakendada) tekib süsihappegaas. Süsihappegaasi juga või reageeriv vedelik, millest kogu aeg eraldub süsihappegaasi, juhitakse tulepesale. Et põlemiseks on vaja õhuhapnikku, mille süsihappegaas eemale tõrjub, siis tuli kustub.



Joonis 32. Bensiini kustutamise süsihappegaasiga.

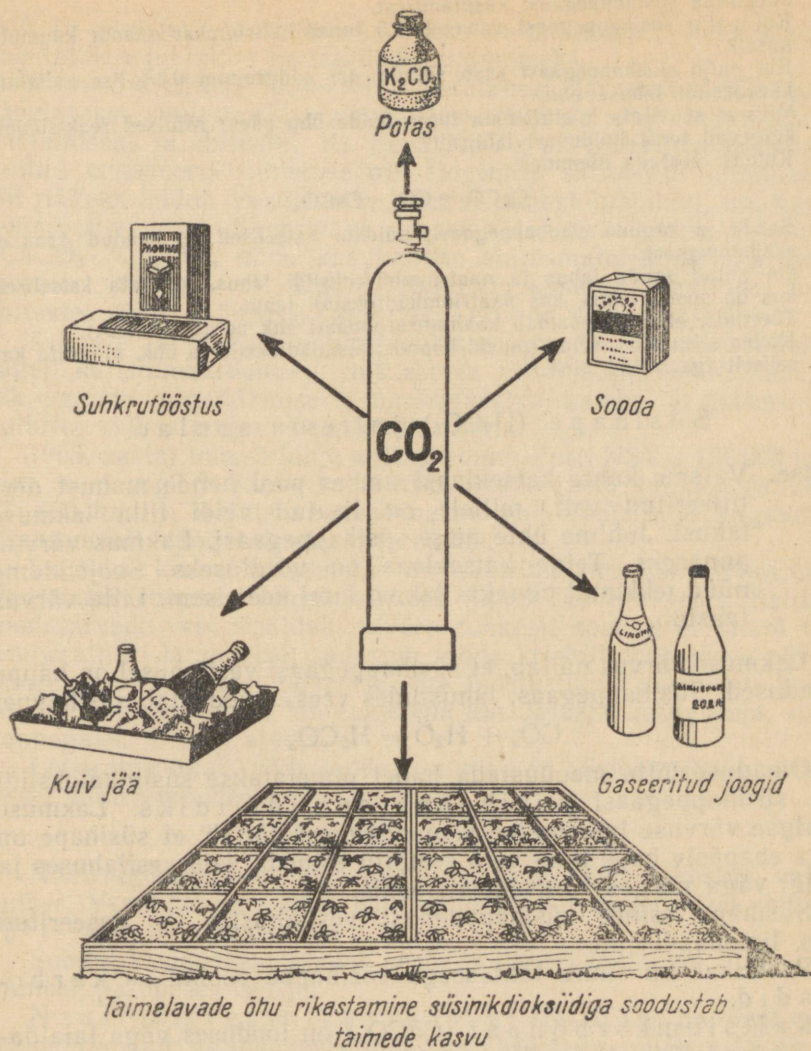


Joonis 33. Tulekustuti tegevuses.

Süsihappegaasi kindlakstegemiseks kasutatakse lubjavett.

Rõhu all (60 at) muutub süsihappegaas vedelaks. Vedelat süsihappegaasi hoitakse alal teraspudelites. Pudelist väljavalamisel neelab süsihappegaas ümbruskonnast soojust ja muutub tekkiva madala temperatuuri tõttu tahkeks. Tahket ja kokkusurutud süsinikdioksiidi nimetatakse «kuivaks jääks». «Kuiv jää» aurub -79° juures. «Kuiva jää» omadust aurumisel jahutada ümbritsevat keskkonda kasutatakse kiiresti riknevate toiduainete hoidmisel ning veol raudteel ja laevadel. Tahket süsihappegaasi kasutatakse ka jäätise tootmisel ja hoidmisel. «Kuiva jääd» võib asetada otse kaubakastide vahele, sest ta ei muutu vedelaks, vaid kohe gaasiks. Seega pole karta kauba märjakssaamist. Et süsihappegaas ei soodusta bakterite ja hallitusseente elutegevust, siis säilivad toiduained tema atmosfääris tunduvalt kauem kui õhus.

Süsihappegaasi kasutamisest annab ülevaate joonis 34.

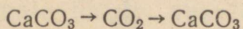


Joonis 34. Süsihappegaasi kasutamine.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Jutustada süsihappegaasi esinemisest looduses.
2. Kuidas saadakse süsinikdioksiidi a) laboratoorselt, b) tööstuses?
3. Kirjutada võrrand reaktsiooni kohta, mis toimub vee ja süsihappegaasi vahel süsihappegaasi lahustumisel vees.
4. Kuidas tehakse kindlaks süsihappegaasi?

5. Jutustada süsihappegaasi kasutamisest.
6. Kui palju süsihappegaasi vabaneb 1,5 tonni kaltsiumkarbonaadi kuumutamisel?
7. Kui palju süsihappegaasi saab siduda 4,6 kilogrammi 0,2%-lise kaltsiumhüdroksiidi lahuse abil?
8. Miks ei soovitata kustutamata lupja hoida õhu käes? Millised reaktsioonid kulgevad tema hoidmisel lahtiselt?
9. Kuidas teostada üleminek

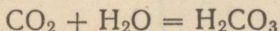


10. Saada ja koguda süsihappegaasi; näidata katseliselt, et saadud gaas on süsihappegaas.
11. On antud sooda lahus ja naatriumhüdroksiidi lahus. Määrata katseliselt, kus on sooda lahus, kus naatriumhüdroksiidi lahus.
12. Töestada, et tuhk sisaldab kaaliumkarbonaati ehk potast (K_2CO_3).
13. Kolbides on värvusetud gaasid hapnik, süsinikdioksiid ja õhk. Määrata katseliselt iga antud aine.

Süsihape (H_2CO_3) ja tema soolad.

Katse. Valame kahte katseklaasi umbes pool nende mahust destilleeritud vett, millele on lisatud veidi lilla lakmuse lahust. Juhime ühte neist süsihappegaasi. Lakmus värvub punaseks. Teine katseklaas on võrdluseks. Soojendame nüüd tekkinud punakat lahust kuni keemiseni. Lilla värvus taastub.

Lakmuse värvus näitab, et süsihappegaasi vesilahusel on happe omadused. Süsihappegaas, lahustudes vees, moodustab süsihappe:



Omaduse tõttu moodustada hapet nimetatakse süsinikdioksiidi ehk süsihappegaasi süsihappeanhüdriidiks. Lakmuse esialgse värvuse taastumine soojendamisel näitab, et süsihape on väga ebapüsiv hape ning võib seetõttu esineda vaid vesilahuses ja sealgi väga nõrgas kontsentratsioonis.

Süsihape esineb süsihappegaasi vesilahustes — gaseeritud vees, limonaadis jm.

Praktikas on suure tähtsusega süsihappe soolad — karbonaadid.

Kaltsiumkarbonaat (CaCO_3) on looduses väga laialdaselt levinud. Ta esineb näiteks lubjakivi, marmori ja kriidi koostises. Need ained on kõik ühesuguse keemilise koostisega, kuid on tekkinud erinevalt.

Lademetenähtena leiduvat lubjakivi nimetatakse paeks. See on mitmesuguste lisandite tõttu harilikult hallika või kollaka värvusega. Põhja-Eestis ja saartel leidub suuri paelademeid. Lubjakivikihid võivad moodustada isegi suuri mäemassiive (Balkani mäed).

Lubjakivi on tähtis ehitusmaterjal. Vanemad kivihooned meie vabariigis, mitmesugused vanaaegsed lossid, kindlused jm. ehitused on kõik tehtud lubjakivist. Lubjakivi on lähteaineks ka lubja

(siit ka nimetus), tsemendi ja klaasi valmistamisel. Peenestatud kasutatakse lubjakivi ka muldade lupjamiseks.

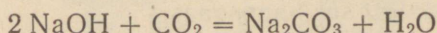
Peenekristallilist lubjakivi nimetatakse marmoriks. Marmorit kasutatakse skulptuuride ja mälestussammaste ning -tahvlite valmistamiseks ja ehitustel. Ka Eesti NSV-s on mõned lubjakivimid tuntud «marmor» nimetuse all, tingituna sarnasest välimusest. Nii näiteks leidub Vasalemma lähedal puhast lubjakivi, nn. vasalemma marmorit. Saaremaal Kaarma lähedal leidub dolomiiti ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), mida kasutatakse ehitusmaterjalina saaremaa marmorit nimetuse all. Dolomiitkatet on kasutatud paljudel uus-ehitustel (kino «Sõprus» Tallinnas, Tallinna Kaubamaja jt.).

Allikate ja praeguste ning endiste järvede põhjast saadakse sageli kaltsiumkarbonaati, mis esineb kriidi kujul. Kriiti kasutatakse seinte valgendamiseks, maalrivärvina, hamba- ja poleerimis-pulbrite valmistamisel ning koolikriidina.

1965. aastal tõuseb lubja aastatoodang Eesti NSV-s 198 000 tonnini, s. o. ligi 3 korda suuremaks 1950. aasta lubjatoodangust (71 000 tonni). Rajatakse uued paemurrud Padises ja Tagaveres (Saaremaal) ning laiendatakse endisi.

Sooda keemiline nimetus on naatriumkarbonaat (Na_2CO_3). Naatriumkarbonaati leidub mõnede Siberi järvede vetes. Selliste soodajärvede vesi sisaldab niivõrd rohkesti soodat, et talvel vee temperatuuri langemisel sadestub sooda kristallidena järve põhja. Suurem osa soodat toodetakse aga tööstuslikult keemiliste protsesside abil, kusjuures lähteainetena kasutatakse keedusoola, süsihappegaasi ja teisi aineid.

Laboratooriumis võib soodat valmistada süsihappegaasi juhtimisel naatriumhüdroksiidi lahusesse:



Naatriumkarbonaat ehk sooda on vees hästi lahustuv valge pulber. Vesilahusest väljakristallunud soodat nimetatakse kristall- ehk pesusoodaks.

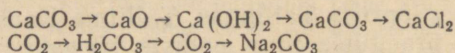
Soodat kasutatakse klaasi, seebi ja paberi tootmisel, riide värvimisel, pesupesemisel jm.

Naatriumvesinikkarbonaat (NaHCO_3) on süsihappe happeline sool. Igapäevases elus tuntakse teda söögisooda nimetuse all.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Kuidas tekib süsihape ja millised on tema omadused?
2. Miks pole võimalik süsihapet saada puhtal kujul?
3. Kuidas nimetatakse süsihappe soolaid? Tuua näiteid.
4. Jutustada lubjakivi leidumisest Eesti NSV-s ja tema kasutamisest.
5. Milline keemiline koostis on a) soodal, b) söögisoodal?
6. Milleks kasutatakse soodat?
7. Mitmest kilogrammist kaltsiumkarbonaadist võib selle kuumutamisel saada 500 kilogrammi lubja?

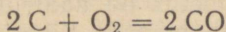
8. Magneesiumkarbonaadi kuumutamisel saadi 60 grammi magneesiumoksiidi. Mitu grammi süsihappegaasi eraldus seejuures?
9. Mitu protsenti süsinikku sisaldab dolomiidis ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)?
10. Analüüsiks on antud ehitusmaterjalid kustutatud lubi ja kriidipulber. Määrata katseliselt mõlemad ained.
11. On antud naatriumkloriid, -sulfaat ja -karbonaat. Määrata katseliselt, millise happe sool igaüks neist on.
12. Millises naatriumkarbonaadi (Na_2CO_3) koguses on niisama palju süsinikku kui 1 kilogrammis kaaliumkarbonaadis (K_2CO_3)?
13. Vees lahustati 190 grammi soodat (Na_2CO_3). Arvutada saadud lahuse protsendiline kontsentratsioon ja veesisaldus, kui 80 grammi selle lahuse aurutamisel saadi 4 grammi soodat.
14. Kuidas teostada üleminekud



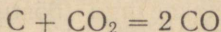
15. Arvutada kaltsiumkarbonaadi protsendiline koostis.
16. Kui palju kaotab oma kaalust 1 tonn magneesiumkarbonaati kuumutamisel kuni süsinikdioksiidi täieliku eraldumiseni?

Süsinikoksiid (CO).

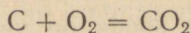
Eespool nägime, et süsinikoksiid tekib söe või süsinikku sisaldavate kütuste põlemisel, kui õhku on mitteküllaldaselt:



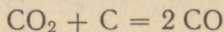
Tööstuslikult saadakse aga süsinikoksiidi süsihappegaasi läbi juhtimisel hõõguvatest sütest:



Selleks kasutatakse erilist seadet — gaasigeneraatorit (joo- nis 35). Generaatorisse pandud puit või koks süüdatakse alumises kihis ja siis juhitakse generaatorisse tugev õhuvool. Kütuse põlemisel tekib esialgu süsihappegaas:



Süsihappegaas, tõustes generaatoris ülespoole, reageerib kõr- gel temperatuuril söega ja moodustab süsinikoksiidi:

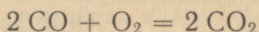


Generaatorist saadava gaasi, nn. generaatorigaasi tähtsamaks koostisosaks on süsinikoksiid.

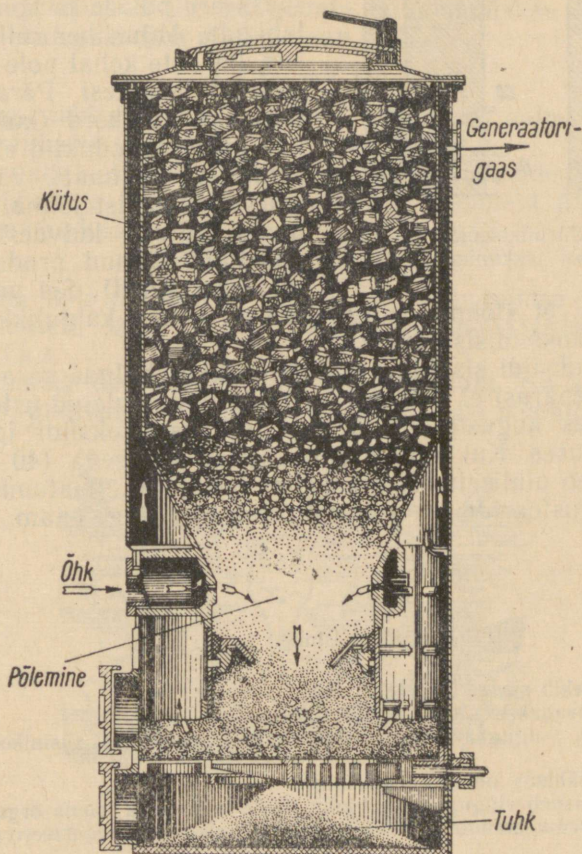
Süsinikoksiid on värvuseta ja lõhnata, õhust veidi kergem ja vees vähe lahustuv gaas, mis on väga mürgine. Lõhnatus teeb süsinikoksiidi väga ohtlikuks, sest inimene ei tunne CO ole- masolu õhus. Õhk, mis sisaldab ruumala järgi 0,06% CO, on juba mürgine; 0,15%-line CO-sisaldus on juba eluohtlik, kuna 1%-lise CO-sisaldusega õhk mõjub surmavalt. Süsinikoksiidiga mürgitatu tuleb kohe värske õhu kätte kanda. Raskematel juhtudel on vaja teha kunstlikku hingamist ja anda sisse hingata hapnikku.

Süsinikoksiid põleb sinaka leegiga, muutudes seejuures süsi-

happegaasiks. Süsinikoksiidi põlemisel eraldub palju soojust, millel põhinebki tema kasutamine tööstuses küttegaasina.

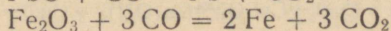
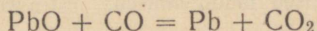


Süsinikoksiidi põlemisel tõuseb temperatuur kuni 1400°-ni. Kõrgel temperatuuril ühineb süsinikoksiid väga energiliselt hapni-

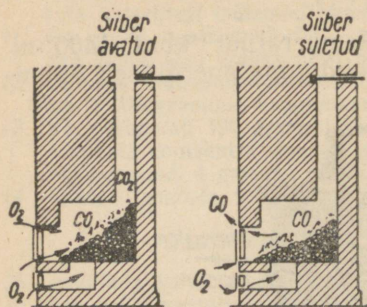


Joonis 35. Gaasigeneraator.

kuga, võttes selleks hapnikku isegi hapnikku sisaldavatest ainetest, näiteks metalli oksiididest. Süsinikoksiid nagu süsigi on taandaja. Seda süsinikoksiidi omadust kasutatakse metallurgias metallide saamiseks nende oksiididest, näiteks:



Koldes, kus on rohkesti hõõguvaid süsi, tekib alati süsinikoksiidi. Ahjusiibri enneaegse sulgemise korral levib mürgine süsinikoksiid köetavasse ruumi (joonis 36).



Joonis 36. Süsinikoksiidi ja süsihappegaasi tekkimine ahjus.

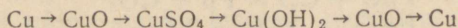
Avaks öelda, et «lõhnab vingu järele». Vingu kahjulikkus seisneb just süsinikoksiidisisalduses.

Süsinikoksiidi sisaldavad elule ohtlikus hulgas ka autode heitgaasid. Seepärast ei tohi mootorit käivitada suletud ustega garaazis. Suurttes kogustes tekib mürgist süsinikoksiidi igapäevases tänavaliikluses. Kui auto liigub ühtlase kiirusega (40–60 km/t), siis väheneb oluliselt süsinikoksiidi tekkimine. Peatumisel ristteedel ja valgusfooride ees aga mürgitub õhk kõige enam.

Ahjusiibrit ei tohi sulgeda, kui ahjus leidub veel rohkesti heledalt hõõguvaid süsi, vaid tuleb hoida veidi avatuna, et süsinikoksiid saaks ära põleda ja korstna kaudu lahkuda. Ahjusiiber suletakse alles siis, kui süte kohal pole enam näha siniseid leegikesi. Pärast kütmist tuntakse mõnikord (kui ahjus olevad põlemisproduktid ahjusuu sulgemisest hoolimata välja pääsevad) toas erilist lõhna, mida tekitavad kütuse kuivdestillatsioonil põlemata jäänud produktid (tõrv ja teised ained). Sel puhul on ta-

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

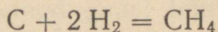
1. Kuidas tekib süsinikoksiid?
2. Kuidas saadakse süsinikoksiidi tööstuses?
3. Jutustada vingugaasi omadustest. Miks nimetatakse süsinikoksiidi vingugaasiks?
4. Milline tähtsus on süsinikoksiidil?
5. Milles seisneb vingugaasi kahjulik toime inimese ja looma organismisse?
6. Mis on redutseerimine? Tuua näiteid süsinikoksiidi redutseerivate omaduste kohta.
7. Millist ainet nimetatakse redutseerijaks?
8. Mitu kilogrammi pliid võib saada 1338 kg pliioksiidi redutseerimisel vingugaasiga?
9. Rauamaagi (Fe_2O_3) redutseerimisel vingugaasiga saadi 224 tonni rauda. Kui palju süsihappegaasi eraldus seejuures?
10. 28 grammi vingugaasi põlemisel eraldub 68 000 cal soojust. Kui palju soojust eraldub 1,4 kilogrammi süsinikoksiidi põlemisel?
11. Kui palju süsinikoksiidi kulutati vask(II)oksiidi redutseerimiseks, kui reaktsioonil eraldunud süsihappegaasi koguses oli 600 kilogrammi süsinikku?
12. Kuidas teostuvad järgmised muundumised:



13. Generaatorigaas sisaldab kaalu järgi 48 protsenti vingugaasi, 30 protsenti süsihappegaasi ja 22 protsenti lämmastikku. Mitu grammi hapnikku kulub 1 kilogrammi sellise generaatorigaasi põletamiseks?
14. Kas generaatorigaasi saab kasutada metalli oksiidide redutseerimiseks?

§ 3. Süsiniku ühendid vesinikuga.

Vesiniku juhtimisel üle hõõguvate süte saadakse katalüsaatori juuresolekul gaasiline aine metaan (CH_4):



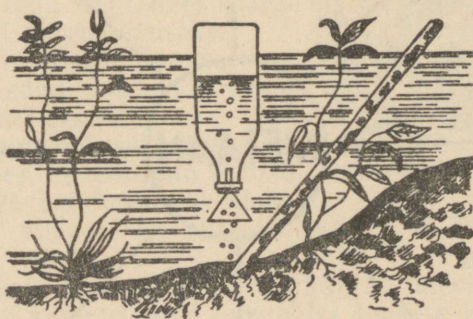
Vesinikuga tekitab süsinik ka teisi ühendeid, näiteks etüleen (C_2H_4), atsetüleen (C_2H_2) jt.

Analüüs näitab, et metaan koosneb ainult süsinikust ja vesinikust. Süsinikust ja vesinikust koosnevaid ühendeid nimetatakse süsivesinikeks.

Metaan (CH_4).

Esimesena leiti metaani sooš, kus ta tekib taimse ja loomse päritoluga ainete lagunemisel. Seepärast nimetatakse teda ka soogaasiks.

Majapidamisgaas sisaldab kuni 40% metaani. Ka söekaevandustes sageli plahvatust tekitava kaevandusgaasi peamine koostis-

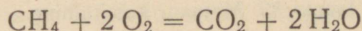


Joonis 37. Soogaasi kogumine.

osa on metaan. Koos teiste süsivesinikugaasidega eraldub metaan naftapuuraududest ja nafta keemilisel töötlemisel. Looduslike gaaside tähtsaim koostisosa on metaan. Ka meie vabariigis toodetava põlevkivigaasi koostises leidub metaani.

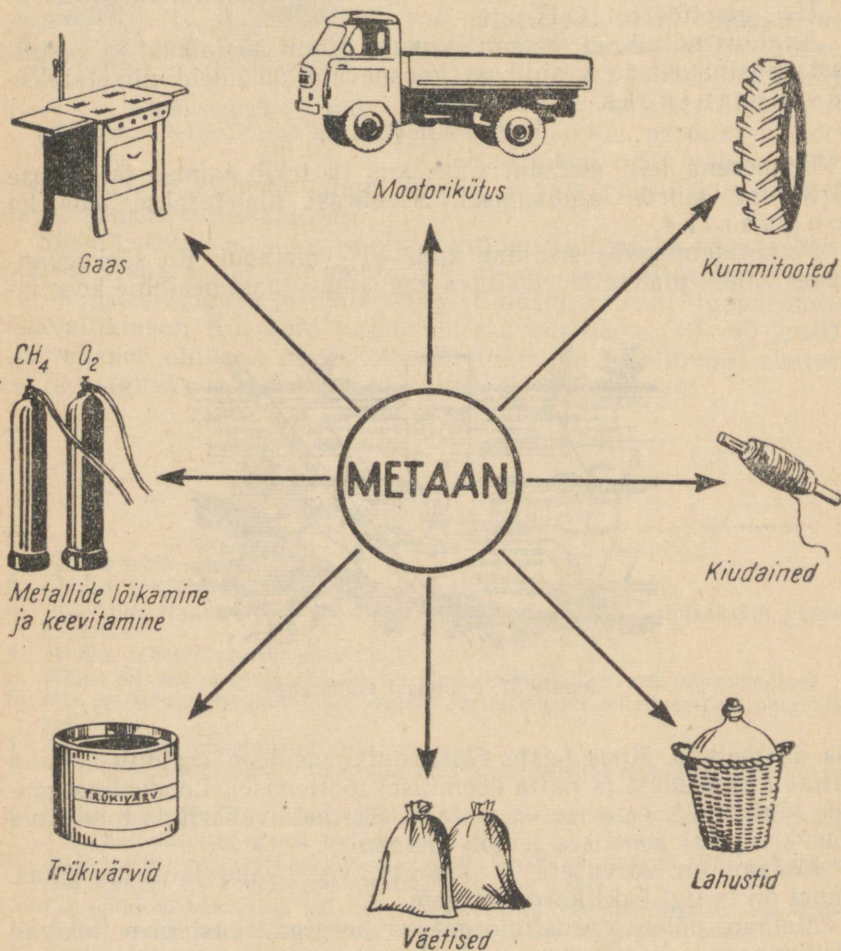
Metaan on värvusetu ja lõhnata, vees vähe lahustuv gaas. Ohust on ta ligi kaks korda kergem.

Metaan põleb vaevaltmärgatava leegiga, kusjuures tekivad süsihappegaas ja veeaur:



Metaani segu hapnikuga tekitab süütamisel tugeva plahvatuse. Koos teiste süsivesinikgaasidega on metaan käesoleval ajal kujunenud keemiatööstuse peamiseks tooraineks.

Nii on metaan tooraineks atsetüleeni (C_2H_2) saamisel, millest valmistatakse suurepärase omadustega kautšukit, plastmasse, keemilisi kiude ja palju muud. Seejuures vabaneb kõrvalproduktina vesinik, mis on lähteaineks lämmastikväetiste, sünteetilise bensiini jne. tootmisel.



Joonis 38. Metaani kasutamine.

Metaanist toodetakse mitmesuguseid lahusteid, täitegaase moodsatele külmutusmasinatele ja keemilist kiudainet õnanti, mis ületab oma kvaliteedilt kaprooni. Ka keemilist kiudainet lavsaani saab valmistada metaanist lähtudes. Lavsaanist riided on kortsumiskindlad ja pärast pesemist ei vaja nad triikimist. Ka meie vabariigis on võimalusi lavsaani tootmiseks põlevkivisaaduste baasil.

Looduslik gaas.

Maapõues esinevat gaasi nimetatakse looduslikuks gaasiks. Nõukogude Liidu suuremad gaasi leiukohad asuvad Stavropoli, Saraatovi ja Volgogradi ümbruses, Kesk-Aasias (Usbeki NSV) ning Lääne-Ukrainas.

Kaukaasias tunti looduslikke põlevaid gaase juba väga ammu. Gaasi väljavoolu kohtadesse ehitati nn. tulekumardajate templeid, mida kasutati usulistel eesmärkidel rahva petmiseks (joonis 39).

On huvitav märkida, et ka Eesti NSV-s Keri, Prangli ja teistel saartel eraldub maa seest vähesel määral looduslikku gaasi. Aastail 1907—1912 kasutati seda isegi Keri saarel asuva tuletorni valgustamiseks.

Looduslikku gaasi kasutatakse kunstlikult saadud nn. tööstusliku gaasiga samadel eesmärkidel — kütusena ja toorainena keemiatööstuses. Põhjus on selles, et mõlemad gaasid sisaldavad põlevaid keemilisi ühendeid metaani, etüleeni jt. süsivesinikke.

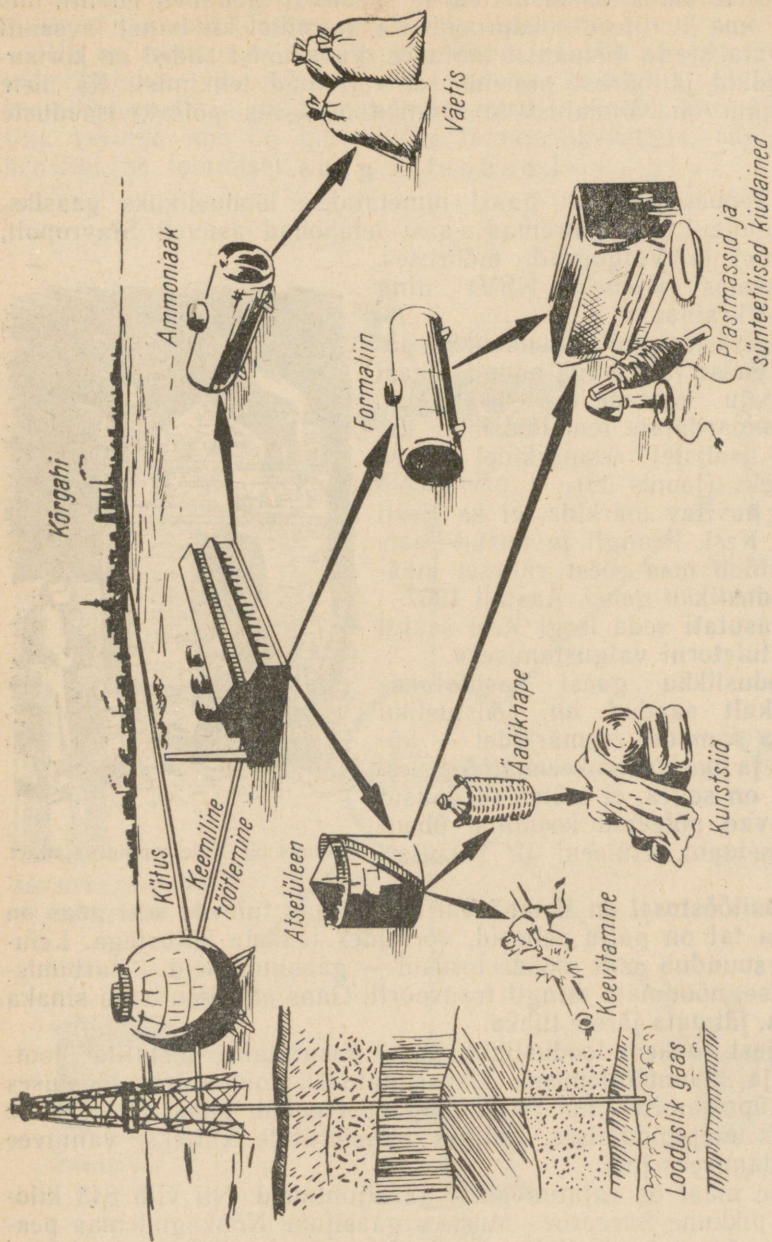
Gaasitööstusel on tänapäeval ees hiilgav tulevik, sest gaas on odav ja tal on palju eeliseid, võrreldes tahkete kütustega. Leiukohast suundub gaas mööda torusid — gaasijuhtmeid — tarbimiskohta ise, nõudmata mingit transporti. Gaas põleb suitsuta sinaka leegiga, jätmata järele tuhka.

Järjest rohkem looduslikku gaasi kasutatakse metallide tootmisel ja kuumtöötlemisel, klaasisulatusel, toiduainete tööstuses leiva küpsetamisel jne. Palju mugavusi pakub gaasi tarvitamine koduses majapidamises, näiteks gaasipliitide kütteks, vannivee soojendamiseks jne.

Meie maal on rajatud pikki gaasijuhtmeid. Nii viib 843 kilomeetri pikkune Saraatov—Moskva gaasijuhe Nõukogudemaa pealinnale odavat looduslikku gaasi. Kiievi keemiatööstust ja küttevajadust rahuldab aga 513 kilomeetri kauguselt tulev Dašava gaas



Joonis 39. Tulekumardajad.



Joonis 40. Loodusliku gaasi kasutusala.

Karpaatidest. Viimasel ajal on avastatud ja kasutusele võetud mitmed uued loodusliku gaasi leiukohad. Gaasimagistraalide üldpikkus ulatub 1965. aastaks 26 000 kilomeetrit.

Kommunismi ülesehitamise programm näeb ette suurendada lähema 15 aasta jooksul Nõukogude Liidus gaasitoodang 1958. aastaga võrreldes 13—15-kordseks. 1980. aastaks ületab see 700 miljardit m³. Loodusliku gaasi varud meie kodumaal on ammendamatud.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Milliseid aineid nimetatakse süsivesinikeks?
2. Jutustada metaani leidumisest ja saamisest.
3. Jutustada metaani omadustest.
4. Kus kasutatakse metaani?
5. Mis on looduslik, mis tööstuslik gaas?
6. Millised eelised on gaasilisel kütusel?
7. Jutustada gaasitööstuse edusammudest Nõukogude Liidus.
8. Kui palju süsinikku ja vesinikku on vaja selleks, et nende reageerimisel saada 24 grammi metaani?
9. Leida metaani protsendiline koostis.
10. Gaasisegu sisaldab 40% metaani, 6% vesinikku, 20% vingugaasi, 24% süsihappegaasi, 7% lämmastikku ja 3% teisi gaase. Kui palju hapnikku kulub 10 kilogrammi sellise gaasisegu põlemiseks?
11. Mitu kilogrammi õhku (kus on kaalu järgi 23% hapnikku) kulub 112 kilogrammi metaani põlemiseks?
12. Mitu grammi vesinikku sisaldub 56 grammis metaanis?
13. Kui palju veeauru vabanes metaani põlemisel, kui koos veeauruga eraldus 66 grammi süsinikdioksiidi?

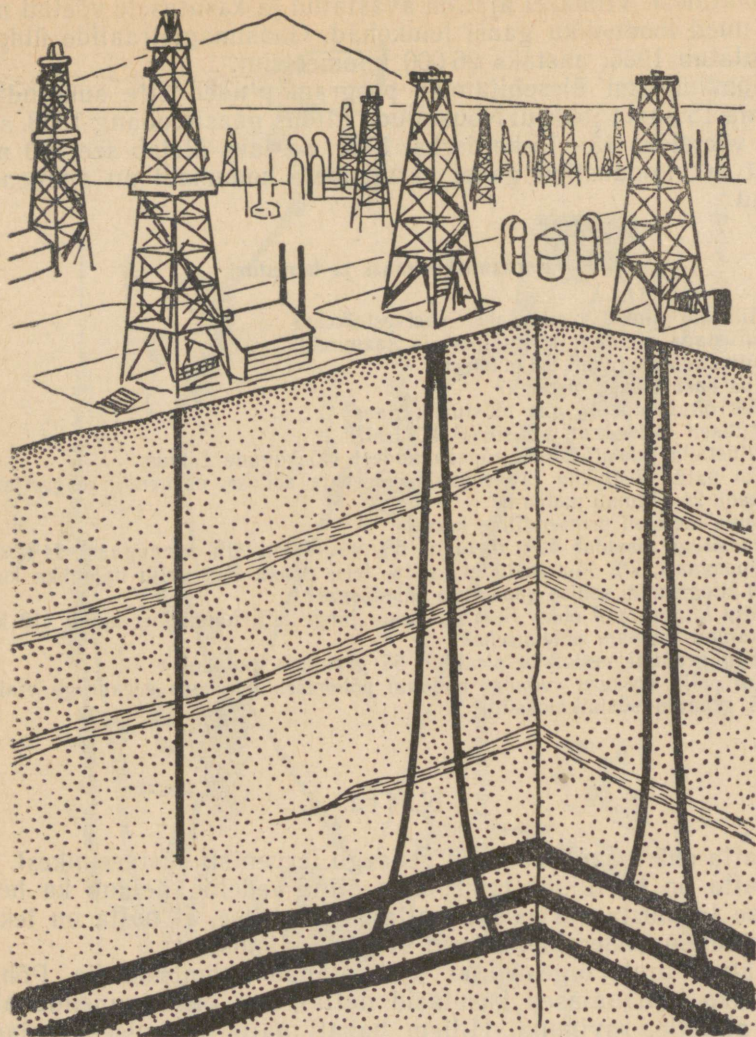
Nafta.

Nafta ehk maaõli koosneb peaaegu tervenisti süsivesinikest.

Nafta on harilikult tumepruun õline vedelik. Leidub ka helekollase ja musta värvusega naftat. Oletatakse, et nafta on tekkinud maapõues mereloomade ja taimede jäänustest.

Naftat tunti õige vanal ajal. Vanad roomlased ja Põhja-Ameerika indiaanlased kasutasid naftat, mis oli kogunenud allikate pinnale, ravimina. Hiljem hakati nafta tootmiseks rajama kaeve, mis ulatusid kuni naftalademeteni. Käesoleval ajal toodetakse naftat puuraukudest. Esimene naftapuuraug Vene maal rajati Bakuu rajoonis 1848. a. Puuraukude sügavus ulatub sageli 5 kilomeetrit ja üle selle. Naftapuuraug töötab mõned aastad. Puuraukude rajamiseks ehitatakse 30—45 meetri kõrgused tornid. Naftatööstuse tornid rajatakse lähestikku, mistõttu see ala paistab kaugelt mingi omapärase linnana (joonis 41).

Puhastamata naftat kasutatakse mõnikord vaid vedelkütusena. Suurema väärtusega on aga nafta fraktsioneerimisel ehk järkjär-

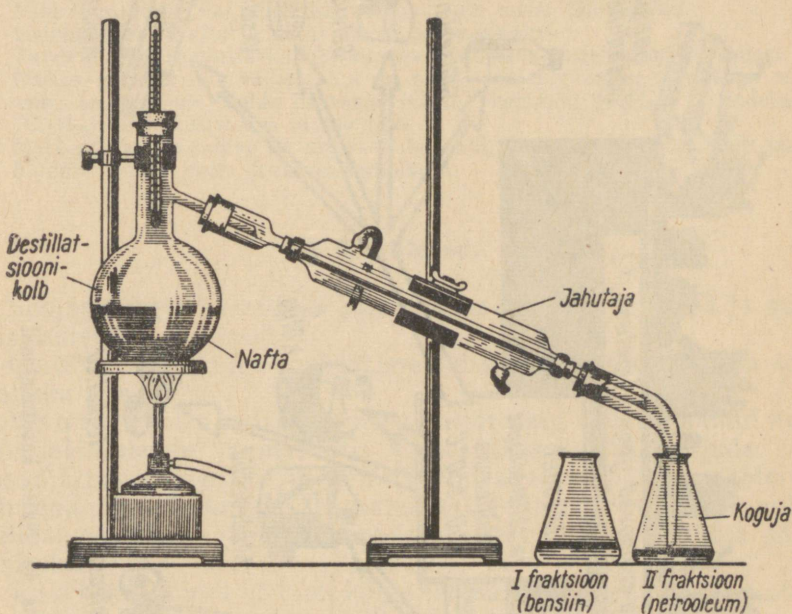


Joonis 41. Vaade naftatootmise rajoonile.

gulisel destilleerimisel saadavad produktid (bensiin, petrooleum, masuut).

Katse. Koostame seadme nafta destilleerimiseks vastavalt joonisele 42 ja soojendame naftat. Naftas leiduvatest süsivesinikest eraldub esmalt bensiin, sest tema keemistemperatuur on kõige madalam. Bensiini aurud kondenseeruvad

jahutis ja kogujasse saame bensiini. Kui temperatuur tõuseb üle 150°C , eemaldame kolvi bensiiniga ja hakkame destillatsiooniprodukte koguma teise kolbi. Teises temperatuuride piirkonnas ($150\text{--}300^{\circ}$) saadakse teine fraktsioon, milleks on petrooleum.



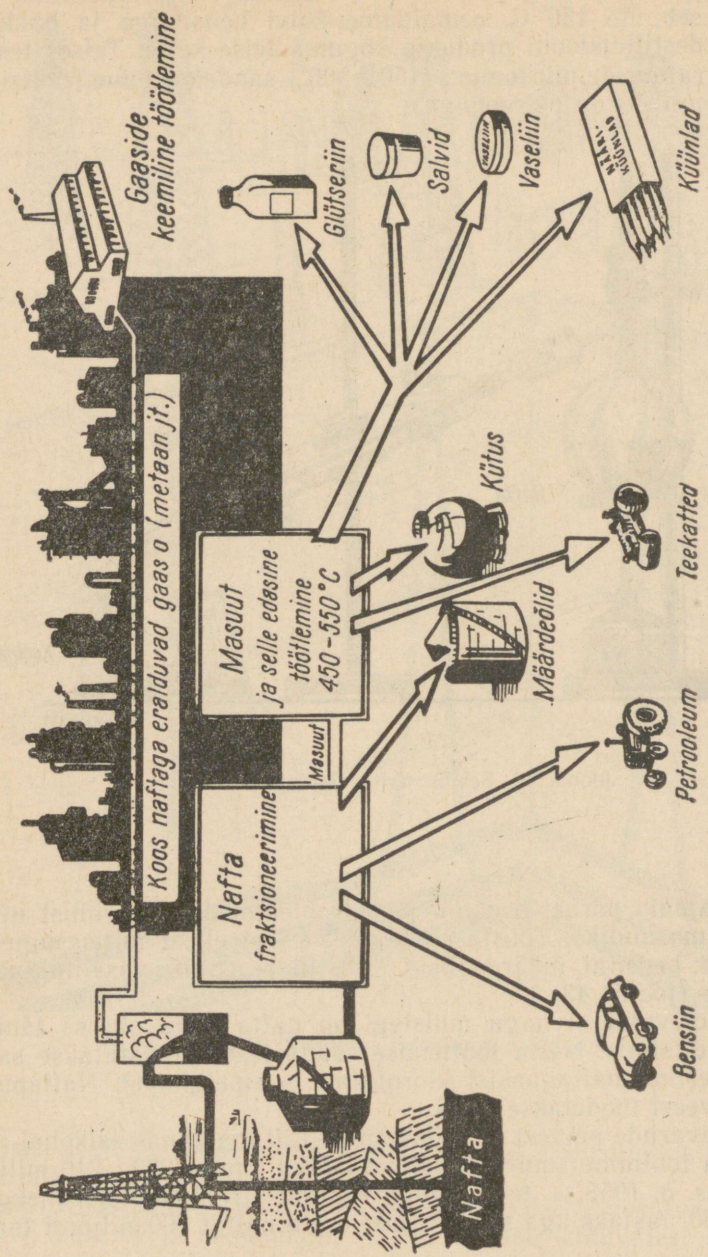
Joonis 42. Seadis nafta fraktsioneerimiseks.

Naftajääki pärast bensiini ja petrooleumi destilleerimist nimetatakse masuudiks. Tööstuses saadakse ka sellest mitmesuguseidprodukte: bensiini, määrdeõlisid, kunstlikku asfalti, vaseliini, parafiini jne. (joonis 43).

Käesoleval ajal nagu muistegi on nafta väga olulise tähtsusega meditsiinis. Nafta töötlemise saadustest valmistatakse salve ja glütseriini, naftagaasist kloroformi ja sipelghapet. Naftapuuraukude veest toodetakse joodi.

Naftavarude poolest on Nõukogude Liit maailmas esikohal.

Nafta tootmine suureneb seitseaastaku lõpuks 230—240 miljoni tonnini, s. o. 1958. a. toodanguga võrreldes rohkem kui kahekordselt. 1980. aastaks aga nähakse ette toota naftat 700 miljonit tonni.



Joonis 43. Nafta kasutusalasid

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Millest koosneb nafta?
2. Jutustada nafta omadustest.
3. Kuidas toodetakse naftat?
4. Kuidas töödeldakse naftat?
5. Jutustada nafta kasutamisest ja tuua näiteid naftasaaduste kohta.
6. Miks osutatakse naftatööstuse arendamisele suurt tähelepanu?
7. Iseloomustada naftatoodangu kasvu seitseaastakul.
8. Tutvuda naftasaaduste kollektsiooniga. Nimetada vedelaid naftasaadusi.
9. Naftas sisaldub nii väikese kui ka suure süsiniku aatomite arvuga süsi-
vesinike molekule. Leida heksaani (C_6H_{14}), heptaani (C_7H_{16}) ja dodekaani
($C_{12}H_{26}$) süsinikusisaldus protsentides.
10. Maikopi nafta sisaldab 34 protsenti bensiini. Kui palju bensiini võib saada
5 tonni sellise nafta fraktsioneerimisel?

§ 4. Kütused.

Soojusenergia saamiseks kasutatakse tahkeid, vedelaid ja gaasilisi aineid — kütuseid.

Gasikütustena märkisime juba generaatorigaasi ja looduslikku gaasi.

Vedelkütustena tunneme naftat ning sellest saadud bensiini, petrooleumi ja masuuti. Viimast kasutatakse ahjude kütteks tööstuses, bensiini ja petrooleumi aga sisepõlemismootorite kütusena. Vedelkütusena kasutatakse ka viinapiiritust, mis põleb mittetahmava leegiga ja on seepärast sobiv piirituslampides põletamiseks.

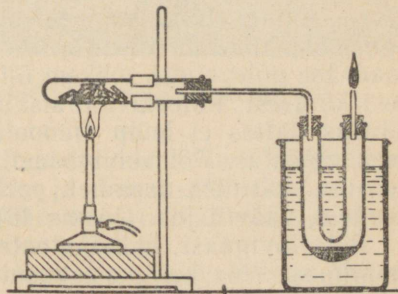
Tahkekütustest on kõige tähtsamad kaevandatavad söed (pruunsüsi, kivisüsi ja antratsiit), põlevkivi, turvas ja puit.

1. Kivisüsi.

Kivisüsi on tihe must aine, mida kaua aega kasutati ainult kütuseks. Käesoleval ajal on ta ka ühe tähtsama rahvamajandusharu — söe- ehk koksikeemiatööstuse tooraine. Kivisöest saadakse veel majapidamisgaasi, bensiini, värvaineid, lõhkeaineid, plastmasse, ravimeid, kautšukit, väetisi jne.

Kõigist maailma maavara-dest toodetakse kivisütt kõige rohkem — üle miljardi tonni aastas.

Nõukogude Liidus kasvab söe tootmine enneolematu tempoga. Kui 1920. aastal toodeti umbes 18 miljonit tonni sütt, siis 1950. aastaks oli söetoodang



Joonis 44. Kivisöe utmine.

tõusnud juba 250 miljoni tonnini ja 1960. aastaks 513 miljoni tonnini. Seitseaastaku lõpuks tõuseb söe tootmine 600 miljoni tonnini, eelseisva 20 aasta jooksul (1980. a.) aga 1200 miljoni tonnini.

2. Koks.

Kivisöe kuumutamisel ilma õhu juurdepääsuta (kuivdestillatsioon ehk utmine) tekivad mitmesugused ained: gaasilised, vedelad ja jäägis tahked.

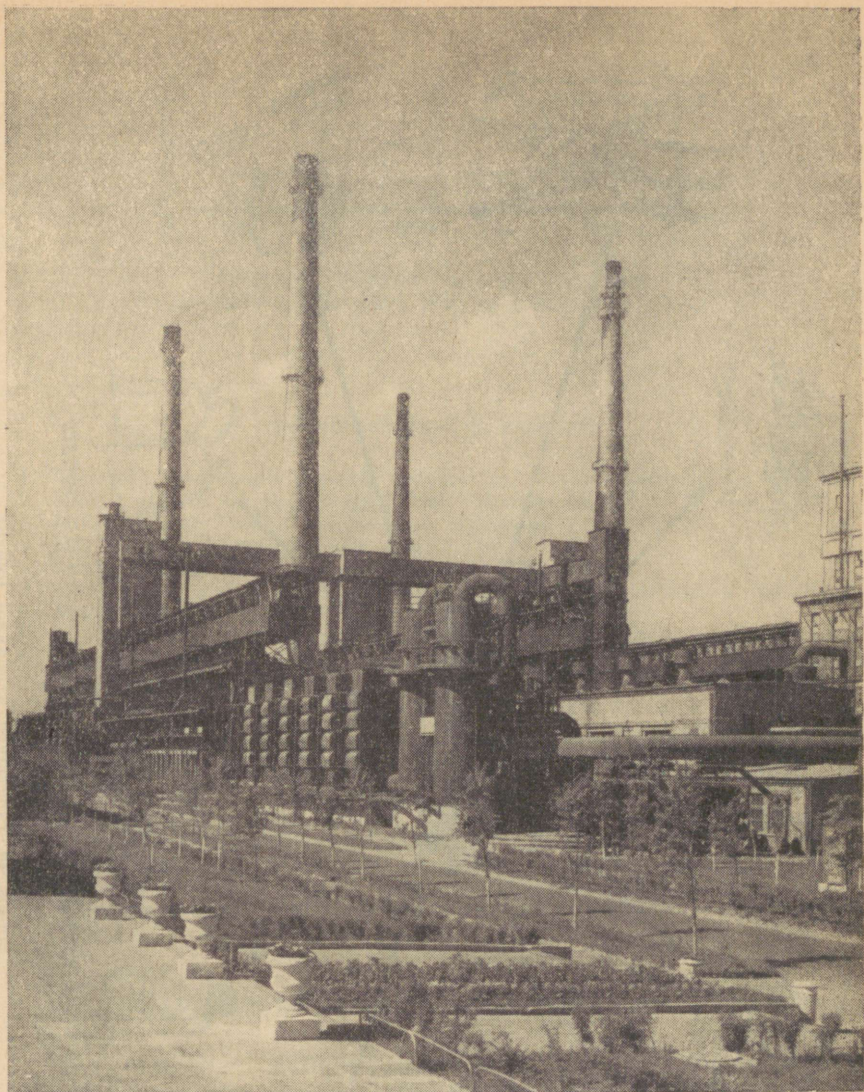
Katse. Soojendame raskesti sulavast klaasist katseklaasis peenestatud kivisütt. Seadise koostame vastavalt joonisele 44. Katseklaasi põhi peab olema suudmest kõrgemal. Kolbi või U-toru, millesse kogutakse kivisöe kuivdestillatsiooni produktid, jahutatakse külma veega. Lähendame põleva tiku sirgest torust väljuvale gaaside segule. See süttib ja põleb valgustava leegiga. Katseklaasi korgi juurde ja kolbi kogunevad kuivdestillatsiooni vedelad saadused. Pärast gaasiliste ja vedelate laguproduktide eraldumist jääb katseklaasi k o k s (kivisöesüsi).

Koks on hallika värvusega tahke urbne kivisöe kuivdestillatsiooni jääk. Koksi saadakse söe kuumutamisel 500—1000°-sel temperatuuril. Hea kütteväärtuse tõttu (6000—8000 kcal/kg) kasutatakse teda metallurgiatööstuses metallide sulatamisel maakidest. Kuivdestillatsioonil saadavat gaasi kasutatakse kütusena või toorainena keemiatööstuses. Keemiatööstuse tähtsad toorained on ka kuivdestillatsiooni vedelproduktid — kivisöetõrv ja tõrvavesi.

3. Põlevkivi.

Põlevkivi on kollakaspruuni kuni tumepruuni värvusega. Ta on nii pehme, et teda võib küünega kriimustada. Põlevkivilademeid leidub Nõukogude Eestis Rakverest kuni Narvani. Suure tuhasisalduse tõttu kasutatakse teda kohaliku kütusena nagu turvastki. Kütusena on põlevkivil tähtis koht elektrienergia tootmisel (Kohtla-Järve, Ahtme, Balti soojuselektrijaam jt.). Eriti väärtuslikud on aga põlevkivi kuivdestillatsiooni ehk utmise saadused. Nimelt saadakse põlevkivist rohkem õli ja gaasi kui mistahes teisest tahkest kütusest. Põlevkiviõli sisaldab selliseid ühendite rühmi, mida näiteks naftas ei leidu (fenoolid jt.) ja millel baseerub moodne keemiatööstus. Põlevkivi baasil toodetakse meie vabariigis autobensiini, värnitsa aseainet, parkaineid, trükivärvi, taimekaitsevahendeid, väävlit jne. (joonis 46).

Põlevkivigaasi hakati tootma meie vabariigis esmakordselt maailmas. Põlevkivigaasi kasutatakse kütusena Tallinnas, Leningradis, Kohtla-Järvel ja mujal. Tähtis koht on gaasil keemiatööstuse toorainena.

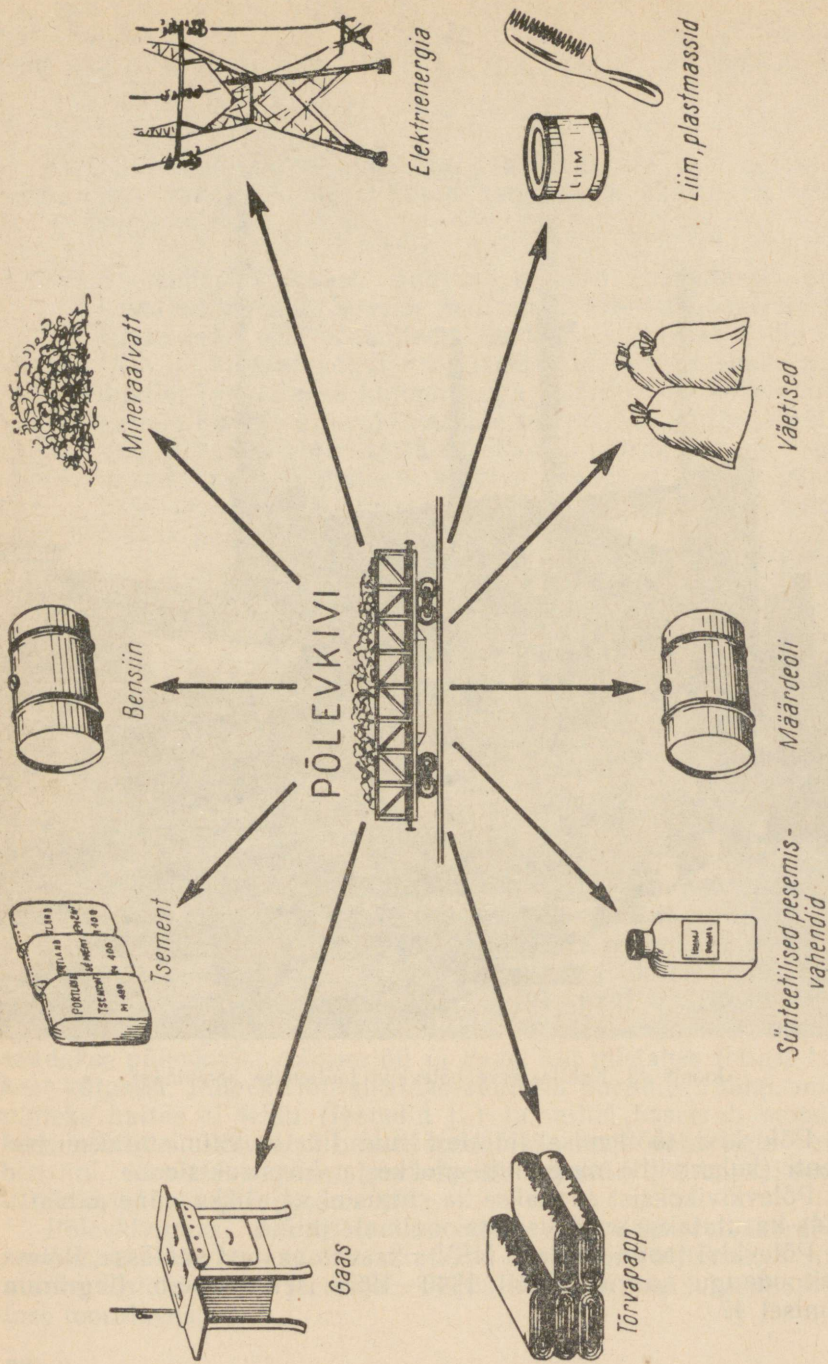


Joonis 45. Kohtla-Järve põlevkivi töötlemise kombinaat.

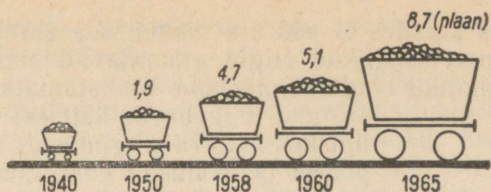
Põlevkivi töötlemisel järelejäänud tuhast valmistatakse tsementi (kukermiiti) ning ehitusplokke ja -konstruktsioone.

Põlevkivikoksist saadakse ka ehitustel vajalikku mineraalvatti, mida kasutatakse soojusisolatsioonimaterjalina.

Põlevkivi tootmine Eesti NSV-s kasvab aastast aastasse. Põlevkivitoodangu kasvu aastail 1940—1965 iseloomustab diagramm joonisel 47.



Joonis 46. Põlevkivist saadavaid tooteid.



Joonis 47. Põlevkivitoodangu kasv Eesti NSV-s (võrreldes 1940. a. toodanguga).

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Nimetada tähtsamaid tahkeid, vedelaid ja gaasilisi kütuseid.
2. Milline tähtsus on kivisöel ja naftal keemiatööstuses?
3. Milles seisneb kivisöe koksistamise põhimõte?
4. Mis on koks ja milleks teda kasutatakse?
5. Kuidas saadakse ja milleks kasutatakse koksigaasi?
6. Jutustada põlevkivi kasutamisest kütusena ja keemiatööstuse toorainena.
7. Milline on kivisöetoodangu kasvutempo seitseaastakul?
8. Iseloomustada põlevkivitoodangu suurenemist Eesti NSV-s seitseaastakul.
9. Leida, millistes kandikule asetatud pudelites on järgmised vedelkütused: nafta, piiritus, petrooleum, bensiin.
10. Leida kogust pruunsüsi, kivisüsi, antratsiit, põlevkivi, turvas.
11. Arvutada tekstis toodud andmete põhjal, mitme protsendi võrra suureneb kivisöe tootmine 1965. aastaks, võrreldes 1920. aasta toodanguga.
12. Mitme kilogrammi antratsiidi põlemisel eraldub 264 kilogrammi süsinikkioksiidi, kui antratsiit sisaldab 96% süsinikku?
13. Kivisöetõrvast saadakse muude ainete kõrval ka koide tõrjevahendit — naftaliini ($C_{10}H_8$). Leida naftaliini protsendiline koostis.
14. Kivisöe kuivdestillatsiooni vedelprodukt — tõrvavesi — sisaldab mitmeid ammoniumisoolasid: NH_4Cl , $(NH_4)_2S$, $(NH_4)_2CO_3$ jt. Milline neist sisaldab kõige enam lämmastikku? Vastust kinnitada arvutusega.

§ 5. Maapõuevarade kaitse kui üks looduskaitse elemente.

Nõukogudemaal toimub hiiglaslik töö sotsialismilt kommunistlike üleminekuks. Iga aastaga suureneb tööstustoodang, mille valmistamiseks on vaja järjest suuremat hulka tooraineid. Seepärast toodetakse ikka enam rauamaaki, kivisütt, naftat ja teisi maavarasid. Uusehitused vajavad kruusa, liiva, telliseid, tsementi, lupja, klaasi, raudbetooni jm. Seoses sellega kaovad paljud kruusa, liiva ja rauamaaki sisaldavad mäed. Jõgedele ehitatakse paise ja rajatakse veehoidlaid, ehitatakse uusi liiklusteid. Nii muutub maastiku ilme — loodus kujundatakse ümber.

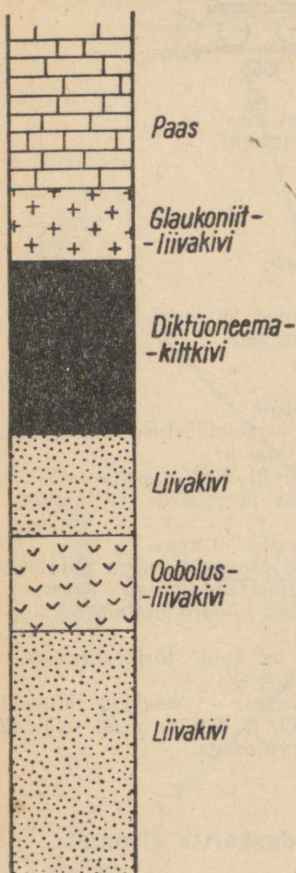
Seoses looduse ümberkujundamisega pööratakse Nõukogude Liidus suurt tähelepanu looduskaitsele, sealhulgas maapõuevarade kaitsele. Maavarasid tuleb toota teadlikult.

Mitte kõigis maades ei pöörata maavarade kaitsele ühesugust tähelepanu. Imperialistlikud riigid ammutavad oma kolooniatest maavarasid kohaliku elanikkonna huve arvestamata ja rääkimata mingist maavarade kaitsest. Kapitalistliku ühiskonnakorra tingimustes võetakse maapõuest ja looduselt kõik, mis võtta annab.

Nõukogude Liidus on maavarade kaitse korraldatud hästi. Looduskaitse korraldamise poolest on Nõukogude Liit kõige eesrindlikum maa maailmas. Looduskaitseks on loodud vastavad riiklikud asutused, mille ülesandeks on looduskaitset vajavate alade ja üksikobjektide väljaselgitamine, nende kaitsmine ja uurimine.

Maavarade kaitse all ei mõtle me ainult mitmesuguse vanuse ja tekkelooga pinnavormide säilitamist. Tähtis on ka maavarade kadudeta ja kõige otstarbekam tootmine ning kasutamine. Näiteks jääb põlevkivi, kivisõe või mingi muu maavara kaevandamisel alati teatud protsent sellest maa alla või läheb töötlemisel kaduma. Hiljem ei saa niiviisi kaotsiläinud maavarasid enam kasutada.

Samast seisukohast lähtudes on oluline ka näiteks Eesti NSV teise tähtsa maavara — fosforiidi leiukohtade otstarbekas kasutamine. Nimelt asuvad oobolusfosforiidi kihtide peal paksud diktüoneemakiltkivi-, glaukoniitliivakivi- ja paksud pae-kivikihid (joonis 48). Nagu varem õpitud, on need kihid tähtsad kaaliumväetiste tootmise seisukohalt ja teiste keemiatööstuse harude toorainena. Paekivi aga vajatakse killustiku ja ehitusmaterjalide valmistamiseks. Kui neist maavaradest kasutada vaid ühte, näiteks fosforiiti, pole hiljem võimalik masinate poolt segipaisatud pinnasest leida teisi kihte. Seepärast hakatakse nimetatud maavarasid kaevandama



Joonis 48. Aluspõhja läbi lõige Põhja-Eestis, kus on näha oobolusliivakivi paiknemine.

koos ja kasutama komplekselt.

Niisugune säästlik ning tootlik maavarade kasutamine on üks seitseaastaku peaesmärke.

Eesti NSV-s on maavarade kaitse seisukohast veel väga oluline, et meie maavarasid — liiva, kruusa ja savi — kasutatakse otstarbekalt. Ei ole õige väärtusliku klaasiliiva kasutamine muuks otstarbeks, maantee mustkattteks sobiva kruusa kasutamine maan-

teede muldkehadeks, raskesti sulavate savide kasutamine ehitustelliste valmistamiseks jne.

Seitse aastakul on väga tähtsal kohal tööstuse jääkproduktide täielikum ärakasutamine uute toodete valmistamiseks. Paljud varem kaotsiläänud gaasid, mis saastasid õhku, kasutatakse ära rahvamajanduse huvides. Ka nafta tootmise kõrvalgaasid on nüüd tähtis tooraine, millest valmistatakse näiteks piiritust ja sünteetilist kautšukit.

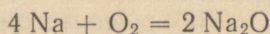
Samad seisukohad kehtivad kõigi maavarade tootmisel ja kasutamisel.

Nii on maavarade kaitse kui looduskaitse ühe osa ülesandeks meie kodumaa looduslike rikkuste säilitamine ja suurendamine.

§ 6. Hapendumine ja taandumine.

1. Aeglane hapendumine.

Katse. Võtame paberilehele naatriumitükikese ja eemaldame noaga oksiidikihi. Tähdeldame naatriumi hõbevalget läiget. See läige aga kaob varsti, asendudes tuhmvalge kihiga — naatriumoksiidiga (Na_2O):



Elemendi või aine ühinemist hapnikuga nimetatakse hapendumiseks ehk oksüdeerumiseks.

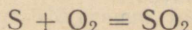
Oksüdeerumisel tekkivad ained on oksiidid ehk hapendid.

Katses kirjeldatud hapendumisreaktsioon toimus suhteliselt aeglaselt. Et kogu naatriumitükk muutuks tervikuna oksiidiks, selleks kulub tunduvalt enam aega. Tuntakse aga veelgi aeglasemaid hapendumisprotsesse.

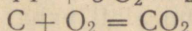
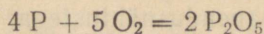
Nii toimub aeglane oksüdeerumine ka organismis. Hingamisel vastuvõetud hapnik oksüdeerib kehas olevaid orgaanilisi aineid, mille tagajärjel vabaneb soojust. Aeglane hapendumine on ka kõndumine, mädanemine ja roostetamine.

2. Põlemine.

Kui süütame tiku, toimuvad mitmed keemilised reaktsioonid. Tikupea koostisse kuuluv väävel ühineb hapnikuga — oksüdeerub — ja tekib vääveldioksiid (SO_2):



Samuti oksüdeeruvad ka karbi süütepinnal ja tikus olevad fosfor ja süsinik:

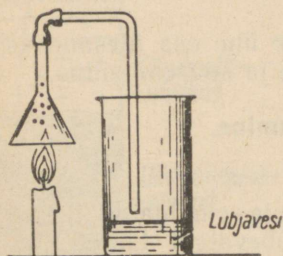


Nimetatud reaktsioonid toimuvad energiliselt, kusjuures neid saadab soojuse ja valguse tekkimine.

Oksüdeerumisprotsessi, millega kaasneb soojuse ja valguse tekimine, nimetatakse põlemiseks.

Põlemisel on suur tähtsus tööstuses energia saamisel. Küttaained koosnevad peamiselt süsinikust ning süsiniku ja vesiniku ühenditest. Kuidas põlevad need ained?

Katse. Süütame parafiinküünla (parafiin koosneb süsinikust ja vesinikust) ning hoiame tema leegi kohal lehtrit vastavalt joonisele 49. Lehtri seintele ilmuvad veepiisakesed, lubjavesi aga muutub häguseks.



Joonis 49. Küünla põlemisel tekivad süsihappegaas ja vesi.

Katse tõestab, et parafiini põlemisel eraldub veeauru ja süsihappegaasi. Järelikult parafiini põlemisel ei ühine hapnikuga parafiini molekulid, vaid nende lagunemisel tekkivad süsiniku ja vesiniku aatomid.

Samuti toimub ka teiste kütuste põlemine.

Kõik põlemisprotsessid on hapendumise ehk oksüdeerumisreaktsioonid. Vastupidi — kõiki hapendumisprotsesse ei saa pidada põlemiseks. Ei teki ju hingamisel valgust, toimub vaid soojuse eraldumine.

3. Plahvatus.

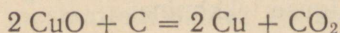
Hapendumisreaktsioonid toimuvad mõnikord ka momentaanselt — plahvatusega.

Näiteks plahvatab süütamisel õhu segu vesiniku, atsetüleeni, metaani või bensiini aurudega. Plahvatada võib ka õhu ja söetolmu ning isegi õhu ja jahutolmu segu, mistõttu veskites on toimunud suuri õnnetusi.

Nii aeglast hapendumist kui ka põlemist ja plahvatust väljendatakse sarnaste võrranditega, sest kõik nad on hapendumisprotsessid ja annavad reaktsiooni tulemusena samuprodukte — okside. Vahe on ainult reaktsiooni kiiruses, mis sõltub reaktsiooni tingimustest ja aine omadustest.

4. Taandumine.

Eespool tutvusime hapendusnähtustega, millest võttis osa õhu hapnik. Hapendumine ei toimu alati vaba, vaid ka seotud hapnikuga (CuO). Meenutame reaktsiooni vaskoksiidi (CuO) ja süsiniku (C) vahel:

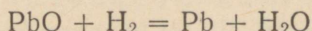


Siin hapendab süsinikku vaskoksiidis olev hapnik. Järelikult on vaskoksiid hapendajaks ehk oksüdeerijaks.

Taandumiseks nimetatakse oksüdeerumise vastandprotsessi, mille puhul hapnik kas osaliselt või täielikult ühendist kõrvaldatakse.

Katse. Võtame katseklaasi veidi pliioksiidi (PbO) ja juhime temale Kipp'i aparaadist tuleva vesiniku voolu. Kuumutame katseklaasi kohalt, kus asub pliioksiid. Varsti märkame katseklaasi suudme juures auru ja hiljem ka veepiisakesi. Katseklaasis aga tekib metalne plii.

Katsest näeme, et pliioksiid hapendab vesiniku veeks. Ta on selles reaktsioonis hapendajaks. Vesinik aga võttis pliioksiidilt hapniku ära, mille tõttu see taandati:



Antud katsel on taandajaks vesinik. Heade taandajatena on tuntud ka süsinik, süsinikoksiid (CO) jt.

Taandamisreaktsioone kasutatakse metallide tootmisel maadest.

Viimane katse on lihtsam näide ka selle kohta, et hapendumine ja taandumine ei toimu teineteisest lahus, vaid üheaegselt. See pärast nimetatakse neid reaktsioone hapendus-taandusreaktsioonideks.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Mida nimetatakse oksüdeerumiseks? Tuua näide.
2. Milline tähtsus on inim- ja loomorganismides toimuvatel hapendumisprotsessidel?
3. Mis on põlemine?
4. Mis sarnast ja mis erinevat on põlemis- ja plahvatusprotsessil?
5. Kuidas põlevad liitained?
6. Millist ainet nimetatakse hapendajaks? Nimetada hapendajaid.
7. Mis on taandumine ehk redutseerumine?
8. Millist ainet nimetatakse taandajaks?
9. Mitu grammi naatriumi kulus reaktsioonil hapnikuga, kui naatriumi oksüdeerumise tulemusena tekkis 31 grammi naatriumoksiidi?
10. Kui palju hapnikku kulub väävli põletamiseks, et saada 1,28 kilogrammi väävliksaasi?
11. Mitu grammi hapnikku kulub 620 grammi fosfori põletamiseks?
12. Kui palju süsinikku kulus vask(II)oksiidi taandamiseks, kui reaktsioonil tekkis 4,48 kilogrammi vaske?
13. Mitu grammi pliioksiidi kulus vesiniku oksüdeerimiseks, kui reaktsioonil tekkis 90 grammi veeauru?
14. Kolhoosi sepikoia ääsis põleb tunni lootsul 3 kilogrammi sütt. Mitu kilogrammi õhku (õhus on kaalu järgi 23% hapnikku) kulub 7 tundi kestval töötl kasutatava söe põlemiseks.
15. Gaasikeevitusel kulutati 60 grammi vesinikku. Mitu grammi veeauru eraldus seejuures?

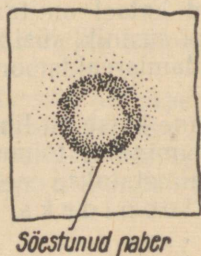
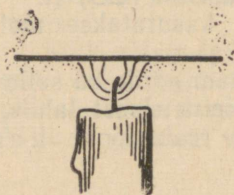
§ 7. Leek.

Paljud ained, nagu vesinik, parafiin, petrooleum, piiritus, puit jt., põlevad leegiga.

Katse 1. Süütame küünla ja vaatleme leegi ehitust (joonis 50). Leegi sees tahi juures on tume osa (*a*), mida ümbritseb keskmine, helendav osa (*b*). Leeki ümbritseb vaevalt märgatav kollakas osa (*c*), mida on kergem märgata ülemises osas. Asetame mõneks sekundiks leeki horisontaalasendis paberilehe ja eemaldame selle enne, kui ta on süttinud. Paberile jääb söestunud rõngas, mis vastab leegi väliskihile (joonis 51). Rõnga keskel on aga paber söestumata.



Joonis 50.
Leegi ehitus.



Joonis 51. Paberi söestumine leegis.

Katse näitab, et leegi keskel on temperatuur tunduvalt madalam kui äärtel. Nii on see ka piirituslambi ja gaasi leegi puhul.

Miks on leegi sisemuses temperatuur madalam kui äärtel?

Katse 2. Paneme küünla leeki pintseti abil umbes 10 cm pikkuse klaastoru, mille ülemine ots on veidi painutatud (joonis 52). Lähendame nüüd toru ülemisele otsale põleva tiku. Toru otsas tekib väike leek. Seejärel tõstame toru alumise otsa leegi ülemisse ossa. Leek toru ülemises otsas kustub.

Järelikult on leegi seesmises osas parafiini aurud, mis hapniku puudusel ei jõua kohe ära põleda. Need aurud põlevad aga leegi keskmises osas (*b*), kus on hapnikku. Kõige välimises osas (*c*) on kuumad põlemisproduktid.

Teatavasti helendavad puidu, petrooleumi ja küünla leek, piirituslambi ja gaasi leek aga ei helenda. Millest see oleneb?

Katse 3. Hoiame küünlaleegi ülemises osas külma portselantiiglit või klaasplaati. See kattub peagi tahmaga. Helendav tahm annabki küünlaleegile tema valguse.

Ka petrooleumis, puidus, tärpentinis jne. on palju süsinikku, mis kuumuses eraldub tahmana, põhjustades leegi helendamist.

Piirituse põlemisel aga ei teki tahke aine osakesi ja eralduvad vaid gaasid, mistõttu leek ei ole valgustav.

Leegi moodustavad hõõgkuumad põlevad gaasid, milles võivad sisalduda hõõguvad tahked osakesed.

Mitmesugused ained annavad leegile erineva värvuse. Nii muudab leeki viidav keedusool leegi kollaseks, kaaliumkloriid — lillaks, baariumi ühendid — roheliseks jne. Seda nähtust kasutatakse näiteks signaalrakettide valmistamisel.



Joonis 52. Parafiini-aurude põlemine.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

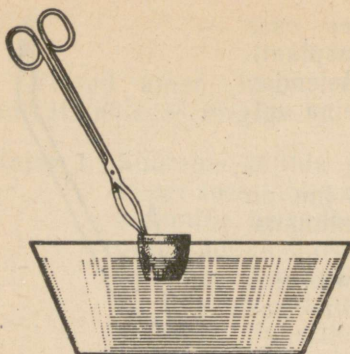
1. Jutustada leegi ehitusest.
2. Mis toimub rõhtsalt leeki asetatud tikuga? Kus on leegi temperatuur kõige kõrgem?
3. Miks on leegi sisemuses temperatuur madalam kui äärtel?
4. Miks helendavad küünla, puidu ja petrooleumi leek, gaasi leek aga ei helenda?
5. Mis on leek?
6. Miks tahmab petrooleumilamp, kui sellelt lambiklaas ära võtta?
7. Kütteperioodil kulutati ahju kütmiseks 4 tonni puid. Kui palju süsihappegaasi eraldus nende puude põlemisel, kui puud sisaldasid 42% süsinikku?
8. Mitu kilogrammi hapnikku kulub 86 kg küttegaasi põlemisel, kui küttegaas sisaldab 95% metaani (CH_4), 4% lämmastikku ja 1% vingugaasi?
9. Turbas on 59% süsinikku, puidus aga 42%. Kui palju puitu tuleb põletada rohkem, et saada sama hulk soojust kui 2 tonni turba põletamisel?

§ 8. Kütuse otstarbekast põletamisest kolletes.

Et osata kütuseid õigesti kasutada ja neist maksimaalset soojusenergiat saada, peab kõigepealt tundma põlemise tingimusi.

Katse 1. Valame metalltiiglitse veidi tärpentin ja püüame seda süüdata põleva puupirriga. See õnnestub alles siis, kui tärpentin on küllaldaselt soojenenud.

Seejärel jahutame põleva tärpentiniga tiiglit külmas vees (joonis 53). Põlemine lakkab.



Joonis 53. Põleva tärpentiniga tiigel jahutub vees, põlemine lakkab.

Erinevad ained süttivad erinevatel temperatuuridel.

Puit näiteks süttib 270°, süsi 350°, vesinik 600° juures jne.

Tuleb meeles pidada, et kergesti aurustuvad ained (bensiin, piiritus, eeter) on väga tuleohtlikud, sest nende aurude segu õhuga süttib kergesti ja võib plahvatada. Ruumis, kus neid aineid hoitakse või tarvitatakse, ei tohi lahtist tuld teha.

Mida kõrgem on põlemistemperatuur, seda kiiremini küttaaine gaasistub ja seda intensiivsemalt toimub põlemine. Kuid see ei ole ainus põlemise tingimus.

Katse 2. Kinnitame paari sentimeetri pikkuse küünlajupi klaasialusele ja asetame temale lambiklaasi. Mõne aja pärast muutub leek väiksemaks ja kustub. Kui aga enne küünla kustumist lambiklaasi kergitame, hakkab küünal jälle heledasti põlema.

Seega:

põlemiseks on vajalik õhuhapniku küllaldane juurdepääs põlevale ainele.

Neid põlemise tingimusi on tarvis arvestada kütmisel.

Tahke aine põlemisel koldes saavad küttaaine sisemised osad vähem õhku, kui nende täielikuks põlemiseks vaja läheb. Õhupuudusel eraldub süsinik tahmana (must suits korstnas). Selle vältimiseks tuleb koldesse rohkem õhku juhtida. Kahjulik on aga ka õhu ülehulk, mis jahutab kolde.

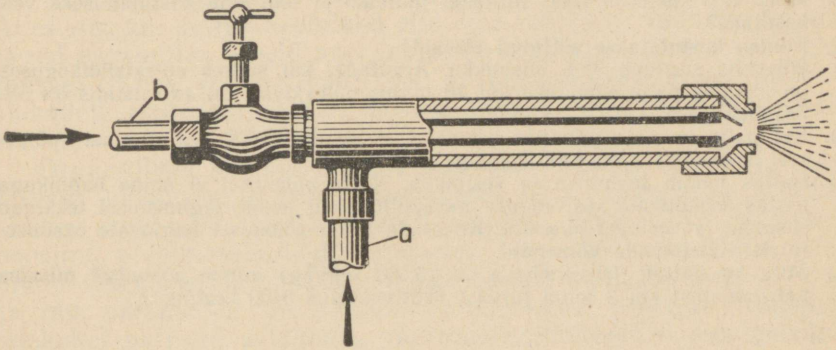
Tuntakse mitmesuguse ehitusega küttekoldeid. Üldtarvitatavad on restiga kolded, millesse vajalik õhk tuleb alt, tuhk aga langeb läbi resti kolde alla. Kuid sellises koldes ei saa põletada peeneks muutunud kütust — see langeks läbi resti tuha hulka. Viimasel ajal on paljudes ettevõtetes üle mindud tolmkütuse kasutamisele. Selleks paisatakse koldesse vastava pihusti abil peenestatud tahket kütust ja õhku. Sel juhul on põlemine täielikum ja saab ära kasutada ka pudenenud kütusepuru.

Vedelkütuse põletamiseks kasutatakse erilisi pihusteid (joonis 54).

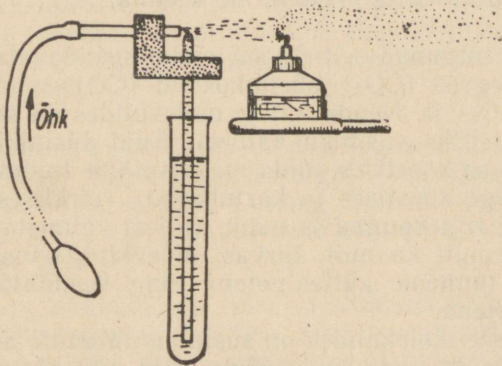
Katse 3. Juhime pulverisaatori abil pihustatud petrooleumi- või piiritusjoa piirituslambi leeki (joonis 55).

Katsel näidatud põhimõttel töötavad vedelkütusepihustid.

Vedel- ja gaaskütuse eeliseks on see, et ei teki tuhka ja pole vaja keerukaid koldeid. Ei teki ka tahma, mistõttu linnades kasutatakse peamiselt vedel- ja gaaskütust.



Joonis 54. Seadis vedelkütuse põletamiseks. Toru *a* kaudu voolab seadisesse õhk ja toru *b* kaudu vedelkütus.



Joonis 55. Seadis vedelkütuse põletamise põhimõtte selgitamiseks.

Ka tulekahjude kustutamisel on vaja arvestada põlemise tingimusi. Tuld veega kustutades takistame õhu juurdepääsu ja alandame põleva aine temperatuuri. Veest kergemaid põlevaid õlisid ei tohi veega kustutada, sest nad ujuvad veepinnal ja võivad seal põlemist jätkates tuld laiali kanda.

Põlevat õli, bensiini jm. aineid peab kustutama liiva või märja riidega. Ka põlevaid riideid kustutatakse mähkimisega tekki või vaipa ning püherdamisega maas.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Miks tärpentin ei sütti kohe, kui teda põleva pölviga puudutada?
2. Tuua näiteid, mis tõendavad õhuhapniku vajalikkust põlemisel.
3. Miks eraldub korstnaist vahel musta suitsu?
4. Kirjeldada kütuste põletamist kolletes.
5. Kuidas saavutatakse kütuste kadudeta põletamine?
6. Miks vesi kustutab tule? Millistel juhtudel ei tohi tule kustutamiseks vett kasutada?
7. Kuidas kustutatakse süttinud rõivaid?
8. Põlevkivi sisaldab 35% süsinikku. Arvutada, kui suures antratsiidikoguses on niisama palju süsinikku kui 10 tonnis põlevkivis, kui antratsiidis on 5% lisandeid.
9. Kui palju on vaja põletada põlevkivi, et saada 40 000 kcal soojust (põlevkivi kütteväärtus on 8400 kcal/kg)?
10. Naftas leidub süsinikku ja vesinikku. Nafta põlemisel ei ühine hapnikuga naftas sisalduvate süsivesinike molekulid, vaid nende lagunemisel tekkinud süsiniku ja vesiniku aatomid. Kirjutada nafta põlemisel toimuvate oksüdeerimisreaktsioonide võrrandid.
11. Mitu kg naftat (kütteväärtus on 10 500 kcal/kg) annab põlemisel niisama palju soojust kui 2 tonni turvast (kütteväärtus 5400 kcal/kg)?

§ 9. Põhimõisteid orgaanilisest keemiast.

1. Orgaanilised ained ja orgaaniline keemia.

Oleme juba tutvunud selliste süsinikku sisaldavate ühenditega, nagu süsihappegaas (CO_2), süsinikoksiid (CO), sooda (Na_2CO_3), lubjakivi (CaCO_3) jt. Nende ainete molekulides on süsiniku aatomite arv väike (üks süsiniku aatom). Kuid süsinikku leidub ka rasvade ja suhkru koostises, mida me kasutame toiduks. Süsinikku on ka munavalge koostises ja kartulijahus (tärkliises). Süsinikku sisaldavad veel riidekangad ja nahk, millest valmistatakse rõivaid ja jalatseid, samuti ka puit, turvas, põlevkivi, kivisüsi, nafta ja metaan, mida tunneme kütteenähtena ning keemiatööstuse väärtuslike toorainetena.

Paljude ainete molekulides on süsiniku aatomite arv suur. Näiteks on mõnede rasvade molekulides ligi 100 süsiniku aatomit. Selliseid suure molekulkaaluga süsinikuühendeid on väga palju. Looduses leiduvaid ja kunstlikult saadud süsinikuühendeid on käesoleval ajal üle miljoni. Süsinikku mittesisaldavate ühendite arv on aga ainult umbes 50 000. Süsinikuühendite rohkuse ja mõningate iseärasuste tõttu ei käsitleta neid koos teiste ainetega, vaid keemia eriharus — süsinikuühendite keemias ehk orgaanilises keemias. Süsinikku sisaldavaid aineid (välja arvatud mõned kõige lihtsamad, mida märkisime eespool) nimetatakse orgaanilisteks aineteks. Nimetus «orgaanilised ained» on tingitud sellest, et nad esinevad looduses loomsete ja taimsete organismide peamiste koostisosadena.

Erinevalt orgaanilistest ainetest nimetatakse liiva, savi, mitmesuguseid kivimeid, vett, süsihappegaasi ja teisi eluta looduses esinevaid aineid anorgaanilisteks aineteks ehk mineraalaineteks.

Kuni XIX sajandi esimese veerandini arvati, et orgaanilised ained ei allu üldistele keemia seadustele ja et nende tekkimiseks on vaja nn. «elujõudu», mida annab ülivõimas olend — jumal. Alles siis, kui paljud keemikud olid oma laboratooriumides valmistanud orgaanilisi aineid anorgaanilistest ainetest, kadus usk «elujõusse». Koos sellega nähti ka, et orgaanilised ained alluvad samadele seaduspärasustele, mis on kehtivad anorgaaniliste ainete suhtes.

Orgaanilisel keemial ja orgaanilistel ainetel on väga suur tähtsus tööstuses ja meie igapäevases elus. Tänapäeva keemia-tööstus valmistab orgaanilistest ainetest sünteetilist kautšukit, bensiini, plastmasstooteid, kunstiidi, seepi, lõhkeaineid ja palju muud. Osatakse valmistada selliseid aineid, mida looduses ei leidu ja mis omadustelt on paremad looduslikest ainetest. Märgime siinkohal paljusid arstimeid, värvaineid, sünteetilisi mootorikütuseid, mürkkemikaale, lõhnaaineid jne.

2. Orgaaniliste ainete koostis.

Vastuse küsimusele, milline kvalitatiivne koostis on ainetel (missugustest elementidest antud aine koosneb), annab nn. kvalitatiivne analüüs. Millistest elementidest koosnevad siis orgaanilised ained?

Katse 1. Puistame katseklaasi väikese koguse tuhksuhkrut ja kuumutame. Segu muutub algul pruuniks, siis mustaks. Katseklaasi seintele suudme lähedale kogunevad veepiisad. Nüüd viime katseklaasi sisu portselankaussi ja jälgime teda.

Suhkrust on tekkinud süsi, mis on reaktsioonil tekkivate gaasiliste ainete tõttu kogukas ja urbe. Süsi on aga süsiniku esinemiskuju. Seega sisaldab orgaaniline aine (suhkur) süsinikku. Katseklaasi seintele ilmunud veepiiskadest aga järeldame, et suhkru molekulid peavad sisaldama ka vesinikku ja hapnikku, sest neist koosneb vesi. Katseks võib tavalise suhkru, nn. peedi- või roosuhkru asemel võtta ka viinamarjasuhkrut (glükoosi), tärklisi või tselluloosi. Et nende ainete molekulides esinevad elemendid vesinik ja hapnik samas vahekorras nagu vees, nimetatakse neid süsivesikeks. Näiteks võib glükoosi valemiga $C_6H_{12}O_6$ kujutada nagu $6C + 6H_2O$.

Katsed kinnitavad, et ka rasvad sisaldavad elemente süsinikku, vesinikku ja hapnikku, kuigi nad on teistsuguse ehitusega kui süsivesikud ja erinevad neist oluliselt.

Süivesikutest ja rasvadest veelgi keerukama ehitusega on valgud. Palju valkaineid sisaldavad näiteks munavalge, liha, kohupiim, juust, piim, vill, juuksed, nahk jne.

Katse 2. Paneme katseklaasi veidi peenestatud juustu ja niisama palju tahket naatriumhüdrosiidi. Segame ained katseklaasi raputanisega ja soojendame põleti leegis. Katseklaasi suudmele asetame märja punase lakmuspaberi. Viimane muutub õige pea katseklaasi suudme kohalt siniseks. Katseklaasist eralduvate gaaside hulgast tunneme lõhna järgi ära ammoniaagi (NH_3).

Teades, et ammoniaak sisaldab lämmastikku, võime järeldada, et lämmastik esineb valgu molekulide koostises. Ammoniaak eraldub ka surnud taim- ja loomorganismide valkude lagunemisel, mis on samuti tõendiks, et valgud sisaldavad lämmastikku. Peale lämmastiku sisaldavad valkude molekulid nagu süivesikud ja rasvadki süsinikku, vesinikku ja hapnikku. Mõned valgud sisaldavad peale süsiniku, vesiniku, hapniku ja lämmastiku veel teisi elemente. Näiteks sisaldab juuste, villa ja küünte koostises esinev valkaine väävlit. Selles võib veenduda, kui põletada villast riidetükki või juuksekarva. Koos ammoniaagi ja teiste laguproduktidega annavad väävlühendid ebameeldiva kärsahaisu. Aju valkudes sisaldub fosforit, vere hemoglobiini valgus aga rauda.

Orgaaniliste ainete suurele arvule vaatamata kuulub nende koostisse vähe keemilisi elemente. Nendeks on süsinik (C), vesinik (H) ja hapnik (O), harvemini lämmastik (N) ja veel harvemini fosfor (P) ning väävel (S). Erijuhtudel kuulub orgaaniliste ainete koostisse ka muid elemente. Orgaaniliste ainete põhilisteks koostisosadeks on aga süsinik, vesinik, hapnik ja lämmastik.

Käesolevas paragrahvis selgitasime, et orgaanilised ained lagunevad kuumutamisel väga kergesti ja nendega toimuvad sügavad muutused. Nii saime suhkrust söe ja vee, juustu valkudest aga ammoniaagi. Orgaaniliste ainete omadust laguneda kuumutamisel nägime ka puidu, kivisöe ja põlevkivi kuivdestillatsiooni käsitledes. Seepärast ongi võimalik kasutada orgaanilisi aineid — naftat, kaevandatavat sütt, põlevkivi jt. — suurepärase toormaterjalina keemiatööstuses.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Millist keemia haru nimetatakse orgaaniliseks keemiaks?
2. Mille poolest erinevad orgaanilised ained anorgaanilistest ainetest?
3. Nimetada süsinikku sisaldavaid aineid, mis ei kuulu orgaaniliste ainete hulka.
4. Mil'eks kasutatakse orgaanilisi aineid?
5. Kuidas saab katseliselt kindlaks teha, et suhkur, tärklis, tselluloos ja teised orgaanilised ained sisaldavad süsinikku, vesinikku ja hapnikku?

6. Kuidas saab määrata lämmastikku?
7. Millele viitab kärsahaisu tekkimine orgaaniliste ainete põletamisel?
8. Miks soovitatakse kehveresuse korral muu hulgas süüa tooreid porgandeid?
9. Nimetada orgaaniliste ainete põhilised koostiselemendid.
10. Kuidas kasutatakse orgaaniliste ainete omadust kuumutamisel laguneda?
11. Lähitudes viinamarjasuhkru ehk glükoosi valemist $C_6H_{12}O_6$, leida tema protsendiline koostis.
12. Fotosünteesil suudavad 100 peedilehte siduda 9,4 g süsinikdioksiidi päevas. Kui palju glükoosi ($C_6H_{12}O_6$) võib moodustuda antud süsinikdioksiidi kogusest?
13. Mitu kilogrammi süsinikku on 1 tonnis peedisuhkrus ($C_{12}H_{22}O_{11}$)?
14. Määrata orgaanilise aine igapäevane juurdekasv tärglise ($C_6H_{10}O_5$) näol 10-hektarilisel teraviljapõllul, kui teraviljad seovad 1 ha kohta 100 kg süsinikdioksiidi päevas.

3. Süsivesikud, rasvad ja valgud kui bioloogiliselt tähtsad ained.

On kindlaks tehtud, et inimorganism sisaldab keemiliste põhiainetena umbes 17% valke, 11% rasvu ja 1% süsivesikuid. Organismi poolt vastuvõetavaid toitaineid kasutatakse uute rakkude moodustamiseks. Seedimisprotsessis toitainetest moodustunud orgaanilised ühendid lagunevad rakkudes, kusjuures vabaneb neis peituv energia, mis kulutatakse elundite tööks ja kehatemperatuuri alalhoidmiseks. Süsivesikuid, rasvu ja valke sisaldab peaaegu iga toiduaine, ainult väga erineval määral. Raamatu lõpus toodud tabel 5 annab ülevaate mõnede toiduainete koostisest.

Taimne toit varustab meie organismi peamiselt süsivesikutega (leib, sai, kartul, kapsas jt.), loomne toit aga valkudega (liha, kala, munad, piim). Rasvu leidub nii taimse kui ka loomse päritoluga toiduainetes (õlid, või, juust, liha jt.).

Ülaltoodust ilmneb, et orgaanilistest ainetest on organismide elutegevusele eriti tähtsad süsivesikud, rasvad ja valgud.

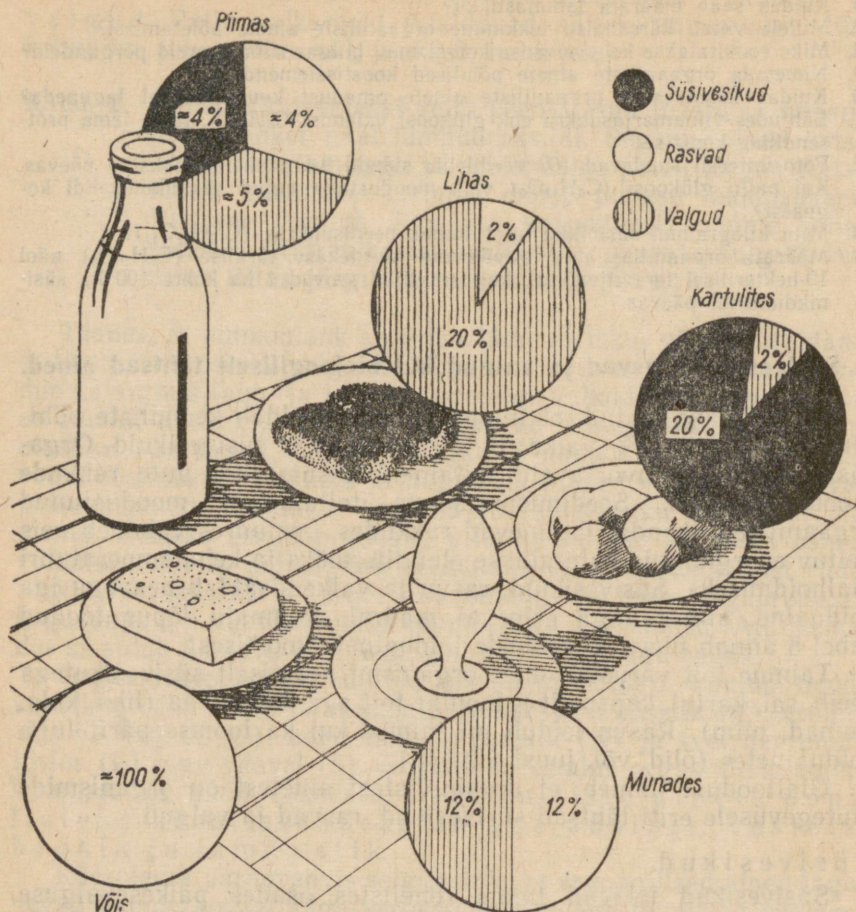
Sü s i v e s i k u d.

Süsivesikud tekivad taimne rohelistes osades päikesevalguse mõjul süsihappegaasist ja veest. Tähtsamad süsivesikud on t ä r k l i s, s u h k r u d j a t s e l l u l o o s.

T ä r k l i s t v ö i b a v a s t a d a t a i m e r o h e l i s t e s l e h t e d e s n ö r g a j o o d i l a h u s e t o i m e l. J o o d i m ö j u l m u u t u b t ä r k l i s s i n a k a k s (l e h e s s i s a l d u v k l o r o f ü l l t u l e b e e l n e v a l t p i i r i t u s e s l a h u s t a d a). K a t o i d u a i n e t e u u r i m i s e l k a s u t a t a k s e t ä r k l i s e ä r a t u n d m i s e k s t e m a o m a d u s t j o o d i t o i m e l v ä r v u d a.

Katse. Lisame katseklaasis olevale veele ($1/4$ mahust) veidi kartulijahu (tärglist) ja loksutame. Katseklaasi seismisel koguneb tärglis selle põhja. Lisame nüüd väga lahjat jooditinktuuri. Lahus värvub sinakaks.

Järelikult tärglis lahustub vees, kuigi väga vähesel määral. Soojendamisel kaob lahuse sinine värvus, jahtumisel aga tekib



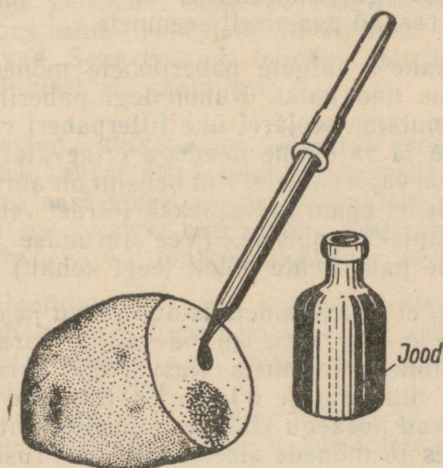
Joonis 56. Toiduainete koostis.

uesti. Paremini kui tärkliselahus värvub joodi toimet tärkliskliister, mida saadakse tärkliselahuse keetmisel.

Tärklis esineb taimerakkudes terakestena, mille suurus ja kuju on taimeliikidel erinev (joonis 58). Seda arvestades saab mikroskoopilisel vaatlusel määrata tärklise päritolu. Eriti rikkalikult esineb tärklis taimede seemnetes, mugulates ja juurikates toidutagavarana. Et tärklis vees ei lahustu, ei pääse ta ühest taime osast teise. Ka inimese ja looma organism saab tärklis omastada alles pärast selle muutumist suhkruks, mis lahustub. Tärklis muutub inimesel suhkruks juba suus süljes oleva fermendi ptüaliini

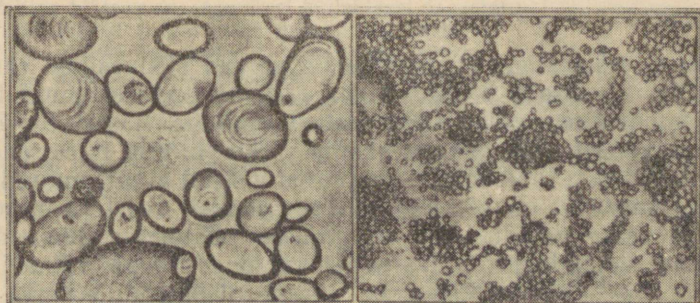
toimel. Seepärast tunneme leiva küllaldasel mälumisel suus, et ta on muutunud magusamaks. Toiduainetest esineb tärklist eriti leivas, kartulis, tangudes jm.

Igapäevases elus ja tööstuses kasutatakse süsivesikut roo- ehk peedisuhkrut. Seda leidub varuainena taimedes, eriti suhkrupeedis ja suhkrupilliroos. Peale peedisuhkru tuntakse veel



Joonis 57. Kartul sisaldab tärklist.

väga palju erinevaid suhkruliike, näiteks laktoosi ehk piimasuhkrut, mida leidub piimas, viinamarjasuhkrut ehk glükoosi, mida leidub viinamarjades, jne. Kui organism tarvitab palju süsivesikuid, võivad need moodustada rasvu. Seepärast tarvitatakse sigade ja teiste koduloomade nuumamiseks süsivesikuterikast sööta — teravilja ja kartulit.



Joonis 58. Tärklisteterad: a — kartulitärklis, b — riisitärklis.

Tähtis süsivesik on ka taimerakkude seinte koostismaterjal kiudaine ehk tselluloos. Taimtoidus sisalduv tselluloos jääb inimorganismis seedimata. Ometi on tselluloos seedimisel vajalik, sest ta soodustab soolte peristaltikat.

Rasvad.

Rasvad on elusorganismis tähtis varuaine ja energiallikas. Taimedes asuvad rasvad peamiselt seemneis.

Katse. Paneme kahele valgele paberilehele mõned linaseemned ja muljume nad katki. Kummalegi paberile tekib rasvapekk. Immutame seejärel ühe filterpaberi riba bensiiniga, teise veega ja vajutame nendega erinevatel paberilehtedel olevatele rasvapekkidele. Kui bensiin on aurunud, ei märka me paberilehel enam rasvapekki. Pärast vee aurumist aga jääb rasvapekk paberile. (Vee aurumise kiirendamiseks soojendame paberilehte põleti leegi kohal.)

Katsest ilmneb, et linaseemneis leidub rasvu ja et need vees ei lahustu. Rohkesti leidub rasvu ka päevalille, sarapuu, puuvilla, kookospalmi jt. taimede seemneis. Rasvu, mis harilikul temperatuuril on vedelad, nimetatakse õlideks (taimised rasvad). Loomadel asuvad rasvad peaaegu kõikides kudedes, eriti aga naha all paiknevas rasvkoos ja mõnede siseelundite ümbruses. Halva soojusejuhtivuse tõttu kaitseb rasvakiht veelinde, hülgeid ja vaalu, kes elavad külmas kliimas. Enamik loomseid rasvu on toatemperatuuril tahked. Vähesed, näiteks kalamaksaõli ja mõned teised, on vedelad.

Rasvad on väga vajalikud toitained. Seedimisel lagunevad nad soolte mahlas leiduva fermendi lipaasi toimel glütseriiniks ja rasvhapeteks. Sapi mõjul muutuvad need organismile omastatavaks.

Taimeõlidest valmistatakse margariini. Pärast taimeõlide väljapressimist järelejäävaid kuivosi kasutatakse õlikookide nimetuse all loomasöödaks.

Valgud.

Eespool märkisime, et organismis võivad süsivesikud rasvaks muunduda. Loomsetel organismidel, eriti kõrgematel, puudub aga võime moodustada valke lihtsamatest ainetest, nagu süsivesikutest ja rasvadest. Nad peavad saama valke valmilt, toites end taimedega või teiste loomadega. Seejuures valgud ainult muunduvad. Taimedel seevastu on võime süsihappegaasist, veest ja mineraal-sooladest valke moodustada. Valgud on põhimaterjaliks, millest koosnevad rakkude protoplasma ja tuumad. Seega võime valke nimetada elukandjaks. «Elu on valkude olemasolu vorm» — nii määratles elu mõistet suur loodusteadlane, marksist ja revolutsionäär Friedrich Engels.

Soolestikus lõhustatakse valgud seedefermentide toimel lihtsamateks aineteks, millest tekivad uued, vastavale organismile iseloomulikud valgud. Valgud on organismile vajalikuks ehitusmaterjaliks ja energiaallikaks.

Valgud on organismides kas vedelas või poolvedelas olekus, sageli aga sültjad (kanamuna valk). Tahked valgud on näiteks küüntes, juustes ja luudes esinevad valgud. Mõned valgud, näiteks munavalges esinev valk, lahustuvad vees. Soojendamisel valgud kalgenduvad. Seda valkude omadust kasutame näiteks kanamunade praadimisel või keetmisel.

Katse 1. Lahustame munavalget 4—5 osas vees ja valame saadud lahuse kahte katseklaasi ($\frac{1}{4}$ mahust). Soojendame ühte katseklaasi põleti leegis. Katseklaasi tekib valge sade, sest munavalge kalgendub. Teise katseklaasi valame soolhapet. Munavalge kalgendub ka selle toimel.

Samuti kalgenduvad valgud kangete soolalahuste ja elektrivoolu toimel. Et paljude hapete ja soolade, eriti vase, plii jt. soolade toimel kalgendunud valk enam ei lahustu, mõjuvad need ained organismile mürgina.

Kõrgemal temperatuuril valgud lagunevad (villa, juuksekarva söestumine nende põlemisel, elektrivoolu toime organismisse jne.).

Katse 2. Valada katseklaasi veidi munavalge lahust, lisada kontsentreeritud lämmastikhapet ja soojendada. Valk kalgendub ning muutub soojendamisel kollaseks.

Kui lämmastikhapet juhtub sattuma sõrmedele, tekib seal kollane laik. Katsel reageeris munavalges sisalduv valk, nahal aga naha valk lämmastikhappega. Seda reaktsiooni kasutatakse valkude määramisel.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Millised on toiduainetes sisalduvad tähtsamad toitained?
2. Milline tähtsus on organismi küllaldasel varustatusel toitainetega?
3. Tuua näiteid valgurikaste toiduainete kohta.
4. Tuua näiteid rasvarikaste toiduainete kohta.
5. Tuua näiteid süsivesikuterikaste toiduainete kohta.
6. Kuidas saab inim- ja loomorganism tärglist omastada?
7. Miks muutub leib küllaldasel mälumisel suus magusaks?
8. Miks ei ole sigadele nende nuumamiseks vaja sõõta rasvu?
9. Milline tähtsus seedimisele on taimtoidus sisalduval tselluloosil?
10. Mis on õlid?
11. Miks võime valke pidada elukandjaineks?
12. Kust saab inim- ja loomorganism valke?
13. Tuua näiteid valkude omaduste kohta.
14. Miks on kanged happed ja soolad organismile mürgiks?
15. Millist kahju toob organismile elektrilöökk?
16. Milline tähtsus on süsivesikutel, rasvadel ja valkudel organismi elutegevuses?

17. Tõestada kahel viisil, et antud värvimata villane lõng sisaldab valkainet.
18. Tõestada katseliselt, kummas katseklaasis on valgu, kummas tärklise lahus.
19. Tõestada katseliselt, et glükoos sisaldab süsinikku.
20. Mitmes kilogrammis peedisuhkrus ($C_{12}H_{22}O_{11}$) sisaldub niisama palju süsinikku kui 1 kilogrammis glükoosis ($C_6H_{12}O_6$)?
21. Kui palju võid on 5 kilogrammis võimargariinis, kui selle võisisaldus on 25 protsenti?
22. Müügil oleva või protsendiline koostis on: valku 0,8%, rasva 86,5%, süsivesikuid 0,5%, mineraalaineid 0,5% ja vett 11,5%. Kui palju neid aineid sisaldub 1 kg võis?

IV peatükk.

METALLID.

§ 1. Raud — *Ferrum*.

Keemiline märk Fe.
Aatomkaal 55,85.

Ajaloost teame, milline tähtsus oli rauaajal, kui inimene õppis tarbeesemete valmistamiseks kasutama rauda. Ka kaasajal baseerub raua metallurgial kogu rahvamajandus ja riigikaitse. Ilma rauata pole tööstus mõeldav. Mida rohkem toodetakse meie maal rauda, seda rohkem saab ehitada tehaseid, vabrikuid, tööpinke, raudteid, seda rohkem toodetakse järelikult ka mitmesuguseid toiduaineid ja kaupu. Rauaga oli seotud inimkonna minevik, rauaga on seotud meie olevik ja võib kindlasti öelda, et raua tähtsus inimeste elus püsib ka tulevikus.

1. Raud looduses.

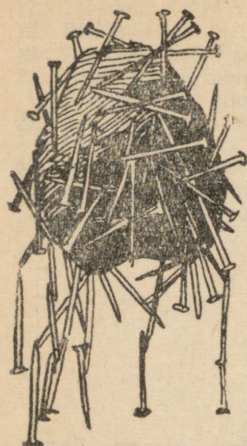
Raud on looduses levinumaid metalle. Puhtal kujul leidub teda ainult maailmaruumist Maale langenud meteoriidides. Oletatakse ka, et maakera sisemus koosneb peamiselt rauast. Raua ühendeid aga leidub looduses väga palju, neid on isegi inimese organismis. Ümberarvutatult puhtale rauale sisaldub inimese veres umbes 3 g rauda.

Rauda toodetakse mitmesugustest rauamaakidest.

Looduses esinevaid ühendeid, mida kasutatakse metallide saamiseks, nimetatakse maakideks.

Tähtsamad rauamaagid on järgmised.

Magnetiiit ehk magnetraumaak (Fe_3O_4) on musta värvusega nõrgalt magnetiline aine. Viimase omaduse tõttu on ta saanudki oma nimetuse. Kui lähendada magnetiiditükile nõõpnõelu või väikesi raudnaelu, siis kinnituvad need maagitükile (joonis 59). Magnetiiit on kõige raudrikkam rauamaak. Suurim rauamaagirajoon Nõukogude Liidus ja ühtlasi ka kogu maailmas on Kurski oblast. Kurski magnetiidilademete kõrval on tähtsamad veel Uraali leiukohad.



Joonis 59. Magnetiidi-tükk raudnaeltega.

Punane rauamaak (Fe_2O_3) on saanud oma nimetuse sellest, et teda kasutatakse ka punakaspruuni värvainena (värvimuld) ookri või muumia nimetuse all. Punase rauamaagi lademeid leidub Krivoi Rogis.

Pruun rauamaak koosneb raud(III)-oksiidist [Fe_2O_3] ja raud(III)hüdroksiidist [$\text{Fe}(\text{OH})_3$]. Ta on värvuselt kollakas kuni pruun. Üks pruuni rauamaagi liike on tuntud kollase rauaookrina. Ka meie vabariigis leidub ookrilademeid (Põltsamaal jm.), kuid need on väga väikese rauasisaldusega ega sobi seepärast raua tootmiseks. Neid ookrimaake saab kasutada maalrivärvide valmistamisel.

Suured pruuni rauamaagi lademed asuvad Kertši rajoonis ja Uraalis.

Nõukogude Liit on rauamaagivarude poolest rikkaim maa maailmas. Siin asub ligi pool kogu maailma teadaolevatest rauamaagivarudest. Ka on Nõukogude Liit esimesel kohal maailmas rauamaagi tootmise poolest. Kõige võimsamast kapitalistlikust riigist — Ameerika Ühendriikidest — möödus ta sel alal juba 1958. a. Seitseaastaku lõpuks tõuseb rauamaagi aastatoodang NSV Liidus 160 miljoni tonnini.

2. Raua saamine oksiididest.

Rauamaakides on raud seotud hapnikuga, moodustades oksiide. Raua saamiseks oksiidist on vaja hapnik kõrvaldada, s. t. oksiid tuleb taandada.

Milliseid aineid võib kasutada taandajatena?

Katse. Segame raud(III)oksiidi puusõega (kaaluvahekorras 4:1) ja täidame saadud seguga umbes $\frac{2}{3}$ portselantiiglist. Kuumutame tiiglit põleti leegis, kuni tiigel hakkab hõõguma. Pistame kuuma segusse metalltoru ja juhime läbi selle 2—3 minuti vältel gasomeetrist hapnikku või õhku. Toimub energiline reaktsioon, mille tulemusena raud taandub. Laseme tiiglit jahtuda ja kallame siis tema sisu paberilehele. Tõestame magnetraua abil raua olemasolu reaktsiooni produktides. Võrdluseks mõjutame magnetrauga ka raud(III)oksiidi. Viimane magneti külge ei tõmbu.

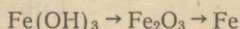
Reaktsioonivõrrand:



Taandajana raua saamisel tema oksiididest võib kasutada ka süsinikoksiidi ja vesinikku.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Mida nimetatakse maakideks?
2. Iseloomustada tähtsamaid rauamaake.
3. Arvutada rauasisaldus magnetiidis ja punases rauamaagis. Kumbas neist on rauasisaldus suurem ja mitu korda?
4. Kirjutada reaktsioonivõrrand raua taandamise kohta raud(III)oksiidist, kui taandajana kasutatakse vesinikku.
5. Kui palju rauda sisaldub 1,16 tonnis magnetiidis?
6. Mitu tonni punast rauamaaki tuleb taandada süsinikuga, et saada 10 t rauda? Mitu kuupmeetrit see on?
7. Kirjutada reaktsioonivõrrandid järgmiste muundumiste kohta:



8. Lähtudes rauast, saada kahel erineval viisil raud(II)sulfaati.
9. Punast ookit saadakse raud(III)sulfaadi kuumutamisel. Kirjutada toimuva lagunemisreaktsiooni võrrand, kui kahest eralduvast oksiidist üks on väevelhappe anhüdriid.
10. Magnitnaja mäe rauamaak sisaldab kuni 90% Fe_3O_4 ja 10% lisandeid. Kui palju rauda võib saada 50 tonnist sellisest maagist?

§ 2. Kõrgahjuprotsess.

Raua tööstuslik taandamine maakidest toimub kõrgahjudes. Kõrgahjud on tavaliselt 25 kuni 30 m kõrgused ja 6 m läbimõõduga ehitused. Neil on terasest kest ja tulekindlatest kividest sisevooder. Kõrgahju ehituse skeem on esitatud joonisel 60. Kõrgahju ülemise osa, nn. s u u d m e kaudu viiakse kõrgahju maak ja koks. Kõrgahju alumises osas on kolle. Koldes olevate avade kaudu lastakse kõrgahjust välja sulametall ja räbu. Kolde ülemises osas on aknakesed, nn. furmid, mille kaudu juhitakse kõrgahju põlemiseks vajalik õhk.

Järgnevalt tutvume kõrgahjus toimuvate protsessidega.

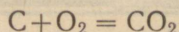
Kõrgahjuprotsessi tooraineteks on rauamaak, kütus, rübustid ja õhk.

R a u a m a a k i d e n a kasutatakse magnetiiti, punast ja pruuni rauamaaki ning kütusena koksi. Koos maagiga satub kõrgahju ka mitmesuguseid lisandeid (liiva, savi jm.), mis halvendavad saadava metalli omadusi. Lisandite eemaldamiseks viiakse kõrgahju r ä b u s t e i d, mis moodustavad lisandiga kergesti sulava aine — r ä b u. Rübustina kasutatakse lubjakivi.

Õ h k u vajatakse kõrgahjudes väga suurtes kogustes. Kaasagedselt kõrgahjud kasutavad 3000—4000 m³ õhku minutis.

Kõrgahju täitmiseks laaditakse sellesse vaheldumisi koksikiht ning eelnevalt segatud maak ja rübusti.

Kõrgahju allosas põleb koks ja tekib süsinikdioksiid:

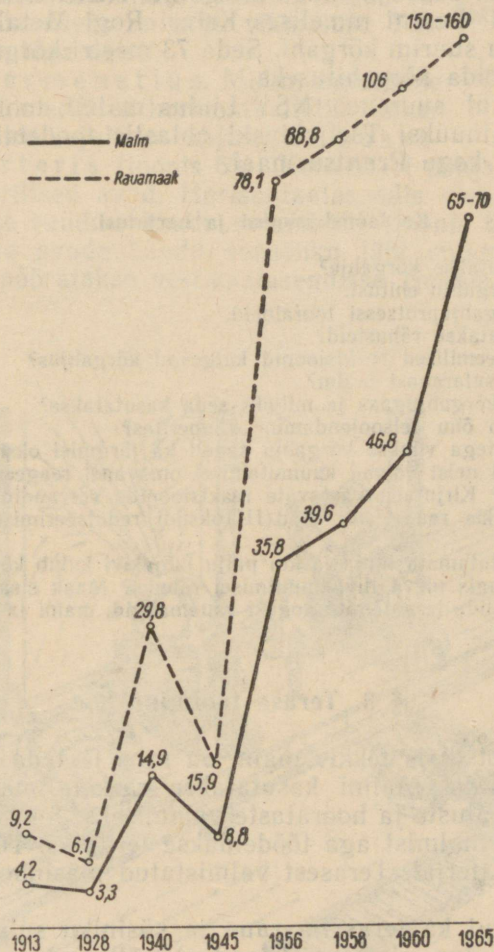


Süsinikdioksiid tõuseb kõrgahjus ülespoole, kus temperatuur

räbukiht sulametalli pinnale. Räbu lastakse kõrgahjust välja räbu-ava kaudu. Räbu kasutatakse ehitustelliste valmistamiseks. Raud, mis lastakse välja nn. malmiava kaudu, ei ole puhas. Kõrgel temperatuuril lahustab ta süsinikku ja teisi aineid, moodustades raua ja süsiniku sulami — malmi.

Kõrgahjudes toodetakse malmi.

Kõrgahjuprotsessis tekib suurtes kogustes põlevat gaasi, nn. kõrgahjugaasi. Kõrgahjugaas sisaldab peale lämmastiku ja süsinikdioksiidi veel süsinikoksiidi (CO). Kõrgahjugaasi kütteväärtus



Joonis 62. Rauamaagi ja malmi tootmise kasv Nõukogude Liidus.

on kuni 1000 kcal/m³. Seda gaasi kasutatakse kõrgahju puhutava õhu eelkuumendamiseks. Mida kuumem on furmide kaudu kõrgahju juhitud õhk, seda kiiremini eraldub malm.

Õhu soojendamine toimub kauperites. Kauper on silindrikujuline kiviehitus, mille sees on tellisvõrestik. Kauperite kütteks põletatakse neis kõrgahjugaasi. Kui tellisvõrestik on kuumenenud, hakatakse kauperist läbi juhtima kõrgahju suunatavat õhku.

Kaasaegsest kõrgahjust saadakse päevas umbes 1500 tonni malmi. Selleks kulub 2000 tonni rauamaaki, 2000—3000 tonni koksi ja sadu tonne rübusteid. Malmitoodangu suurendamiseks ehitatakse meie maal suure mahuga kõrgahje. NLKP XXII kongressi eel valmis V. I. Lenini nimelises Krivoi Rogi Metallurgiakombinaadis maailma suurim kõrgahi. Seda 73 meetri kõrgust ahju võib õigusega nimetada kõrgehituseks.

Seitse aastakul suureneb NSV Liidu malmi tootmine umbes 1,8-kordseks. Ainuüksi Tšeljabinski oblastis toodetakse siis rohkem malmi kui kogu Prantsusmaal.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Milleks kasutatakse kõrgahje?
2. Kirjeldada kõrgahju ehitust.
3. Nimetada kõrgahjuprotsessi tooraineid.
4. Milleks kasutatakse rübusteid?
5. Missugused keemilised reaktsioonid kulgevad kõrgahjus?
6. Kuidas tekib sularauast malm?
7. Kuidas tekib kõrgahjugaas ja milleks seda kasutatakse?
8. Kuidas toimub õhu eelsoojendamine kauperites?
9. Koos toorainetega viiakse kõrgahju sageli ka järgmisi oksiide: CaO, SiO₂, MgO. Millised neist võivad kuumutamisel omavahel reageerida ja moodustada soolasid? Kirjutada vastavate reaktsioonide võrrandid.
10. Kui palju tekkis rauda, kui raud(III)oksiidi redutseerimiseks kulus 42 g süsinikoksiidi?
11. Kui palju kustutamata lupja ja kui palju lubjakivi kulub kõrgahjuprotsessis 20 tonnis maagis oleva liiva muutmisel rübukuks? Maak sisaldab 30% liiva.
12. Leida mineraalide ja sulamite kogust rauamaagid, malm ja teras.

§ 3. Terasse tootmine.

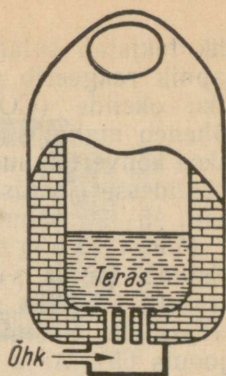
Kõrgahjuprotsessis tekkiv malm on rabe ja teda ei saa sepi-tada ega valtsida. Malmi kasutatakse raskete masinaosade — masinakerede, -aluste ja hoorataste valamiseks. Suurem osa kõrgahjus toodetud malmist aga töödeldakse teraseks. Teras on kõva, kuid elastne materjal. Terasest valmistatud masinaosad on väga vastupidavad.

Nii malm kui ka teras on raua ja süsiniku sulamid. Sulami omadused (rabeledus, elastsus, kõvadus) sõltuvad peamiselt tema süsinikusisaldusest. Kui sulamis on süsinikku 0,2 kuni 1,7%, nimetatakse teda teraseks.

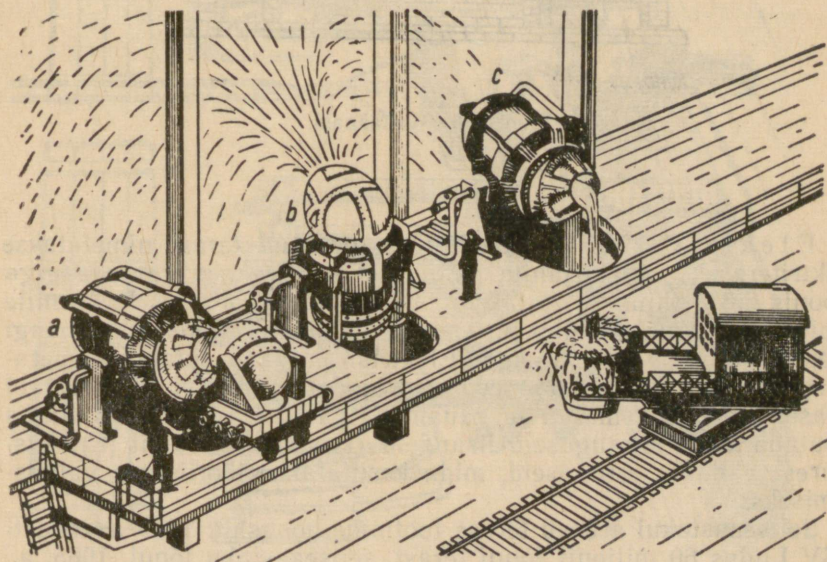
Malmis on süsinikku üle 1,7 protsendi. Sedamööda, kuidas süsinikusaldus suureneb, tõuseb malmi ja terase kõvadus, kuid ka rabeus. Raua ja süsiniku sulamit, milles on süsinikku alla 0,2 protsendi, nimetatakse separauaks ehk taotavaks rauaks. Tänu heale taotavusele valmistatakse temast plekki, traati, naelu jne.

Puhast rauda ega terast ei ole kõrgahjuprotsessis võimalik toota. Terase tootmiseks tuleb vähendada malmi süsinikusaldust. Liigse süsiniku kõrvaldamiseks on mitu võimalust. Tutvume tähtsamatega neist.

Bessemermenetlus. Malmi muutmine teraseks toimub erilises horisontaaltelje ümber pööratavas pirnikujulises ahjus, nn. bessemerkonverteris (joonis 63). Konverteri põhjas on õhu läbipuhumiseks erilised avad. Horisontaalasendis olevasse konverteerisse valatakse suudme kaudu sulamalmi (joonis 64, a). Järgnevalt hakatakse avade kaudu suruõhku läbi sulamalmi puhuma ja konverter pööratakse vertikaalasendisse (joonis 64, b). Suru-



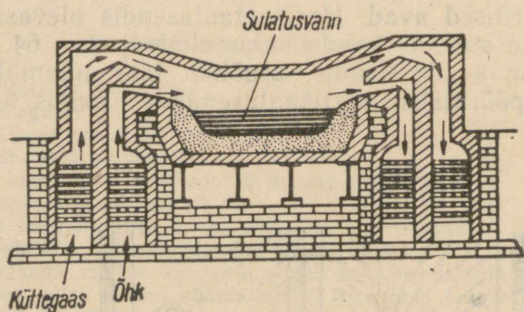
Joonis 63. Bessemerkonverter.



Joonis 64. Terase tootmine bessemermenetlusel: a — malmi valamine konverteerisse, b — konverteerimine, c — terase väljavalamine.

õhk takistab sulametalli läbitungimist konverteri põhjast. Ohu- hapnik reageerib malmis oleva süsinikuga, moodustades süsi- niku oksiide (CO ja CO_2). Sellisel süsiniku «väljapõletamisel» väheneb malmi süsinikusisaldus ja moodustub teras. Siis pööra- takse konverter uuesti horisontaalasendisse ja sulateras valatakse vormidesse (joonis 64, c). Terasse tootmise protsess toimub siin kii- resti, 15–20 minuti jooksul.

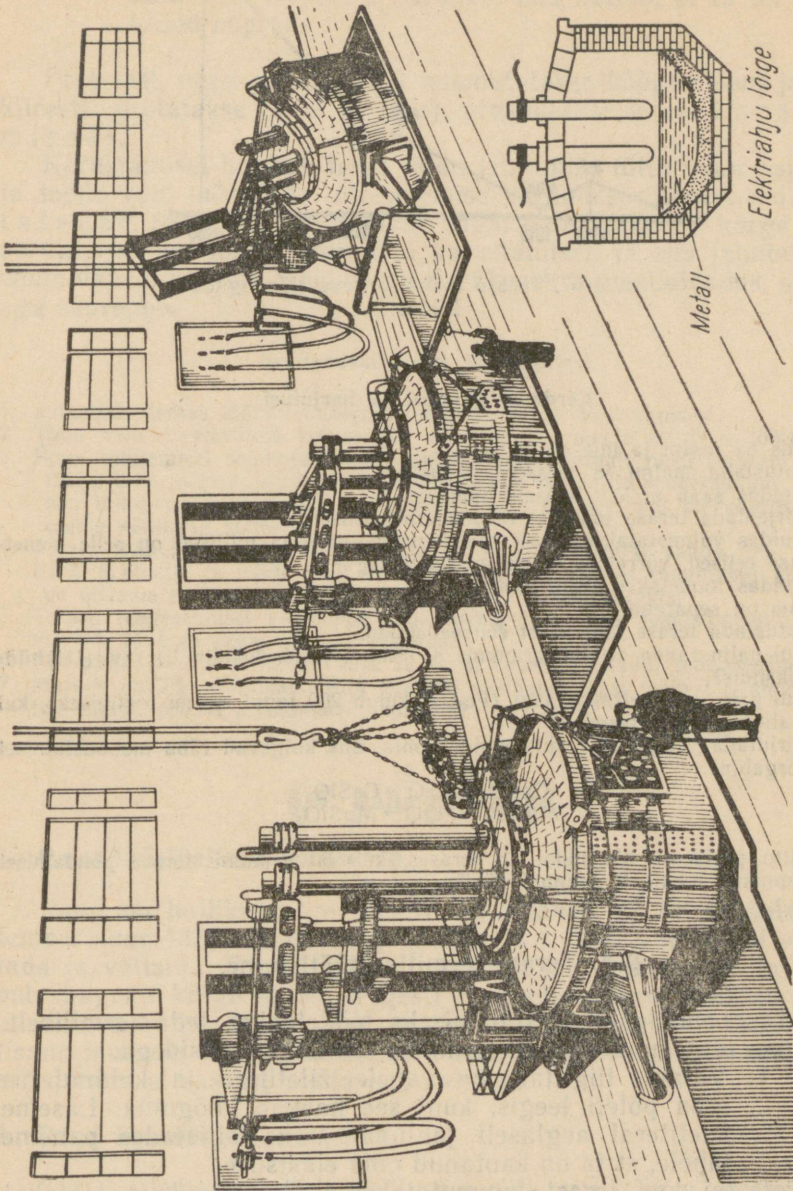
Martäänmenetlus. Bessemermenetlusel saab terast val- mistada ainult sulamalmist. Martäänmenetlusel saab aga teraseks töödelda nii sulamalmi kui ka tahket malmi, samuti ka vanarauda. Süsiniku väljapõletamine toimub siin martäänahjus (joonis 65). Ahju sulatusvanni pannakse malmi või roostetanud vanarauda. Vanni kohal põletatakse aga küttegaasi. Eralduva soo- juse arvel sulab malm ja põleb liigne süsinik.



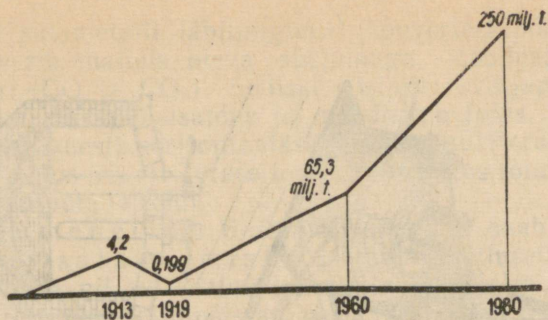
Joonis 65. Martäänahi.

Elektriteras. Elektrialhjudes toodetud terast nimetatakse elektriteraseks. Elektrialhju pannakse malm koos rauamaagiga (joonis 66). Ahjus tekitatakse elektroodide vahel kaarleek, mille soojuse arvel malm sulab ja temas olev süsinik ühineb rauamaagi koostisse kuuluva hapnikuga. Elektrialhjus saab sulamistempera- tuuri kergesti reguleerida, seepärast toodetakse sel viisil paremaid terasesorte. Koos malmi ja rauamaagiga võib elektrialhju tiiglis sulatada ka mitmesuguseid lisandeid (kroomi, volframit jt.), kus- juures saadakse eriteraseid, mida kasutatakse tööriistade valmis- tamiseks.

Seitseastakul areneb terase tootmine hoogsalt. 1959. a. toodeti NSV Liidus 60 miljonit tonni terast, seitseaastaku lõpul, 1965. a., aga toodetakse plaani kohaselt 90 miljonit tonni. Terasse tootmise kasvu iseloomustab joonis 67.



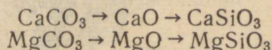
Joonis 66. Elektriterase tootmine.



Joonis 67. Terase tootmise kasv Nõukogude Liidus.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Mis on malm ja mis on teras?
2. Jutustada malmi ja terase omadustest.
3. Kuidas saab malmi teraseks muuta?
4. Kirjeldada terase tootmist bessemermenetlusel.
5. Kuidas valmistatakse terast martäänmenetlusel ja millised on selle menetluse eelised, võrreldes bessemermenetlusega?
6. Kuidas toodetakse elektriterast?
7. Mis on separaud?
8. Jutustada terase tootmisest seitseaastakul.
9. Kui palju rauda on 100 grammis a) raud(II)hüdrosiidis, b) raud(III)hüdrosiidis?
10. Kui palju magnetrauamaaki (Fe_3O_4) kulub 200 tonni malmi tootmiseks, kui malmis on 2% lisandeid?
11. Kirjutada võrrandid reaktsioonide kohta, mis kulgevad räbu moodustumisel kõrgahjus:



12. Mitu protsenti süsinikku on terases, kui 50 grammi terase põletamisel hapnikus tekkis 3 grammi süsihappegaasi?

§ 4. Terase termiline töötlemine.

Terase omaduste parandamiseks töödeldakse teda termiliselt. Tutvume tähtsamate terase termilise töötlemise viisidega.

Katse 1. Võtame tiiglitangide vahele žiletitera ja kuumutame seda põleti leegis, kuni see hakkab hõõguma. Laseme žiletiteral aeglaselt jahtuda. Tera painutades paneme tähele, et ta on kaotanud oma elastsuse.

Protsessi, kus terast kuumutatakse hõõgumiseni ja lastakse aeglaselt jahtuda, nimetatakse l õ õ m u t a m i s e k s. Lõõmutamisel omandab teras sepistamiseks vajaliku pehmuse.

Katse 2. Kuumutame eelmises katses lõõmutatud žiletitera uuesti hõõgumiseni ja paneme ta siis kiiresti külma vette. Painutamisel žiletitera puruneb, mis näitab, et ta on muutunud hapraks.

Protsessi, mille puhul terast kuumutatakse hõõgumiseni ja siis kiiresti jahutatakse (vees või õlis), nimetatakse terase karastamiseks.

Karastamisel muutub teras järsu jahtumise tõttu väga hapraks ja toode võib mōraneda. Mōranemise vältimiseks terast noolutataks e. Selleks kuumutatakse terast, kuid mitte nii kõrge temperatuurini kui lõõmutamisel ja karastamisel, ja siis jahutatakse enam-vähem kiiresti. Noolutamisel väheneb terase kõvadus, sitkus aga suureneb.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Jutustada terase lõõmutamisest, karastamisest ja noolumisest.
2. Tuua näiteid ettevõtete kohta, kus olete näinud terase termilist töötlemist.
3. Raua töötlemisel sepikojas visati hõõgkuumale, pinnalt oksüdeerunud rauatükile liiva ja taoti seejärel rauda. Kirjutada võrrandid reaktsioonide kohta, mis toimuvad raua pinnal, ja seletada, mis tähtsus neil on valmistatava eseme säilimise suhtes.
4. Maale langenud meteoriidid sisaldavad keskmiselt 90% rauda, 9% niklit, 0,5% koobaltit ja 0,5% teisi elemente. Millises punase rauamaagi koguses on niisama palju rauda kui 2-kilogrammises meteoriiditükis?
5. Terase reageerimisel soolhappe liias tekkis jääk, mis reaktsioonist osa ei võtnud. Millega seda nähtust seletada?
6. Kui palju süsinikoksiidi on vaja 20 tonni raud(III)oksiidi redutseerimiseks?
7. Malmis on 2% süsinikku. Mitu grammi süsihappegaasi tekib 1 grammi sellise malmi proovi põletamisel hapnikus?

§ 5. Raua omadused.

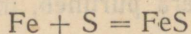
1. Raua füüsikalised omadused.

Raud on hallikasvalge metall. Ta erikaal on 7,8 ja sulamistemperatuur 1535°. Raud on plastiline, s. t. teda võib hästi se pistada ja valtsida. Raual on head magnetilised omadused: ta tõmbub magneti külge ja on kergesti magnetiseeritav. Väikseimadki lisandid mõjutavad aga raua omadusi. Eespool nägime, et süsinikulisand muudab raua teraseks, kuid võib ta muuta ka hapraks malmiks, mida ei saa se pistada ega valtsida.

2. Raua keemilised omadused.

Kui vaatleme metallide aktiivsuse rida, siis näeme, et raud on keskmise aktiivsusega metall. Ta reageerib mittemetallide ja hapetega.

a) Reageerimine väävliga. Kuumutamisel ühineb raud väävliga, moodustades väävelraua (raudsulfiidi):

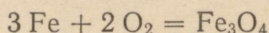


b) Reageerimine hapnikuga. Kuivas õhus puhas raud hapnikuga ei reageeri. Niiskes õhus kattub aga raud roostekihiga, mille koostist võib ligikaudu väljendada valemiga Fe_2O_3 .

Katse 1. Puistame põleti värvuseta leeki väga peent rauapulbrit. Raud põleb ilusate sähvatustega.

Kõrgel temperatuuril põleb raud hapnikus või õhus, moodustades oksiide. Ka hõõgkuuma raua sepistamisel lendavad sädemed ja tekivad oksiidid, mida nimetatakse siis rauatagiks.

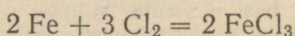
Raua hapendusreaktsiooni võrrand on järgmine:



c) Raua reageerimine klooriga.*

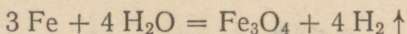
Katse 2. Kuumutame raudplaadil rauapulbrit, kuni see hakkab hõõguma, ja raputame seda siis klooriga täidetud silindrisse. Jälgime raua põlemist ja raud(III)kloriidi tekkimist.

Põlemisreaktsiooni võrrand:



Raud(III)kloriidi lahusega immutatud puuvillvatti kasutatakse arstiteaduses verd sulgeva vahendina näiteks ninaverejooksu puhul.

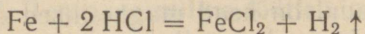
d) Raua reageerimine veega. Tavalisel temperatuuril ei reageeri raud veega. Kõrgel temperatuuril aga tõrjub raud veest vesiniku välja:



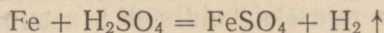
Seda reaktsiooni kasutatakse tööstuses vesiniku saamiseks.

e) Raua reageerimine hapetega. Raud reageerib lahjendatud sool- ja väävelhappega, tõrjudes neist välja vesiniku ja moodustades kahevalentse raua soolasid.

Soolhappega reageerimisel tekib raud(II)kloriid.



Väävelhappe toimel tekib raud(II)sulfaat:



Raud(II)sulfaat moodustab koos veega kahvatuohelise värvusega kristalse aine, mida nimetatakse rauavitrioliks. Rauavitriol on mürgine aine ja teda kasutatakse taimekahjurite tõrjeks ning puidu immutamiseks kõdunemise vastu.

* Katsed klooriga tuleb teha tõmbekapis ja ettevaatlikult, sest kloor on väga mürgine gaas.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Millised on raua füüsikalised omadused?
2. Iseloomustada raua reageerimisvõimet metallide aktiivsuse rea alusel.
3. Jutustada raua reageerimisest hapnikuga.
4. Kuidas raud reageerib väävli ja klooriga?
5. Kuidas raud reageerib hapetega?
6. Milleks kasutatakse raud(II)sulfaati?
7. Mitmest kuupsentimeetrist rauast tekib nii palju rauaviilmeid, et nende reageerimisel väävliga saaks 176 grammi väävelrauda?
8. Mitu kilogrammi rauda lisandub martäänahjus toodetavale terasele vanarauaga ahju pandava 200 kilogrammi rooste arvel (roostest redutseeritakse raud malmis sisalduva süsinikuga)?
9. Kui palju kloori kulub 7 grammi rauapulbri põletamiseks klooris?
10. Mitu grammi vesinikku peaks võrrandi kohaselt tekkima 180 grammi veeauru juhtimisel läbi hõõgkuuma raudtoru?
11. Mitu grammi väävelhapet reageeris rauaga, kui reaktsiooni tulemusena tekkinud vesiniku põletamiseks kulns 10 grammi hapnikku?

§ 6. Raua korrosioon.

Raua keemiliste omaduste tundmaõppimisel märkisime, et niiskes õhus kattub raud roostekihiga. Et roostekiht on habras ja kohev ega püsi pinna küljes, siis ei kaitse see kiht rauda edasise roostetamise eest ja ese võib täiesti läbi roostetada.

Roostetamine on üks sagedamini esinevaid korrosiooni nähtusi. Sõna «korrosioon» tuleneb ladinakeelsest sõnast *corrodere*, mis tähendab «söövitama». Metallid keemilist hävimist väliskeskonna toimel nimetatakse korrosiooniks.

Raud ja ka teised metallid korrodeeruvad, puutudes kokku vee, õhu, gaaside ja mitmesuguste vedelikega. Korrosiooni põhjustavad ka happed ja soolad.

Roostetamine on raua suurim hävitaja. On arvatud, et igal aastal hävib roostetamise tõttu peaaegu veerand kogu rauatoodangust. Et roostetamine tekitab suurt majanduslikku kahju, siis tuleb selle vastu aktiivselt võidelda. Vaatlemegi allpool mõningaid korrosiooni vastu võitlemise viise.

Korrosioonikindlad sulamid. Mõned metallid muutuvad korrosioonikindlaks, kui neile sulatamisprotsessis lisada teisi metalle. Näiteks teras, mis sisaldab kroomi, mangaani või niklit, ei roosteta. Niisugust terast nimetatakse roostevabaks teraseks.

Korrosioonikindlad metalsed kaitsekihid. Tuntakse metalle, mis ei korrodeeru (nikkel, kroom, tina jt.). Tööstuses kaetaksegi raudesemed nendest korrosioonikindlatest metallidest valmistatud katetega. Tsingitud rauast tooted (ämbrid, torud, katuseplekk) on tuntud meile kõigile. Auto läikivad metallosad on harilikult kroomitud, mis annab neile nägusa välimuse ja korrosioonikindluse.

Mittemetalsed korrosioonikindlad katted. Need katted isoleerivad metalli ümbritsevast keskkonnast. Mittemetalsete kaitsekatete saamiseks kaetakse metalltoodete välispind laki, värvi, emaili, vaigu, õli või mõne teise aine õhukese kihiga.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Selgitada korrosiooninähtust.
2. Milliste ainete toimel tekib korrosioon?
3. Jutustada korrosioonikindlatest sulamitest.
4. Kuidas võideldakse korrosiooni vastu?
5. Miks on käärid, uisud ja muud kauplusest ostetud metalltooted kaetud õlikihiga?
6. Sepikojas tekitatakse valmistatava raudeseme pinnale tagikiht (Fe_3O_4), mis on kaitseks roostetamise vastu. Arvutada, kui palju õhku kulub 58 grammi Fe_3O_4 tekkimiseks (õhus on kaalu järgi 23% hapnikku).
7. Et kinniroostetanud mutreid lahti keerata, niisutatakse neid lahjendatud soolhappega. Millist toimet avaldab soolhape? Kirjutada toimuva reaktsiooni võrrand, arvestades, et rooste koosneb raud(III)oksiidist.
8. Kirjutada reaktsioonivõrrandid järgmiste muundumiste kohta:
$$\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$$
9. Kuidas võib saada raud(III)hüdroksiidi, lähtudes rauast?
10. Väävelhappe tootmiseks kasutatavast püriidist (FeS_2) võib toota ka rauda. Arvutada, mitu tonni rauda sisaldub 600 tonnis püriidis.

§ 7. Alumiinium — *Aluminium*.

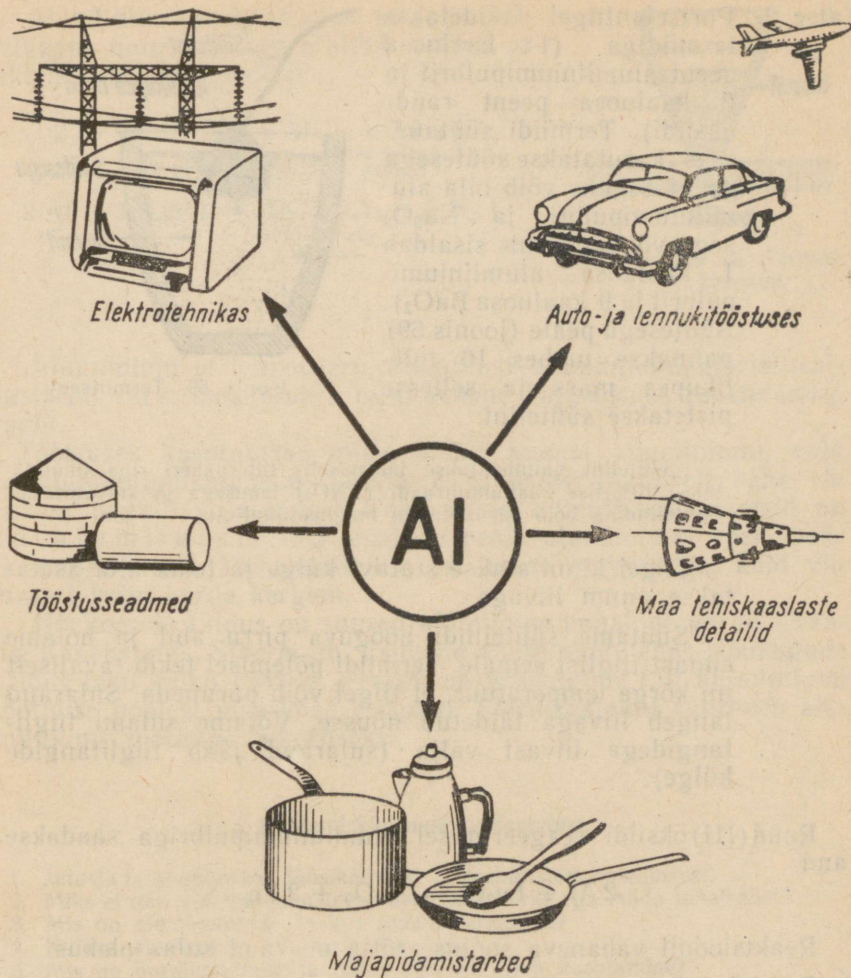
Keemiline märk Al.
Aatomkaal 27.

Alumiinium on looduses kõige enam levinud metall, kuid eeldalt, s. t. vabas olekus, teda ei esine. Alumiiniumi leidub looduses ainult ühenditena.

Alumiinium on hõbevalge kerge metall. Ta erikaal on 2,7. Alumiinium on väga plastiline, teda saab kergesti traadiks tõmmata ja õhukesteks lehtedeks valtsida. Alumiiniumi sulamistemperatuur on 660° , kuid juba $100\text{--}150^\circ$ juures saab temast valmistada õhukest metallpaberit (alumiiniumpaber), millesse pakitakse kompekke ja šokolaadi. Hea elektrijuhtivuse tõttu kasutatakse teda elektrijuhtmete valmistamiseks, kerguse ja tugevuse tõttu aga auto- ja lennukitööstuses, samuti ka tarbeesemete, nagu lusikate, kastrulite ja lauanõude valmistamiseks.

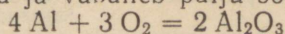
Alumiinium on keemiliselt väga aktiivne metall. Õhus kattub ta hästi õhukese, kuid tiheda oksiidikihiga, mis kaitseb teda edasise hapendumise eest. Tingituna sellest oksiidikihist on alumiiniumesemete pind tuhm. Alumiinium on kolmevalentne, seepärast on alumiiniumoksiidi valem Al_2O_3 .

Katse 1. Puistame põleti leeki alumiiniumipulbrit ja jäigime selle põlemist.



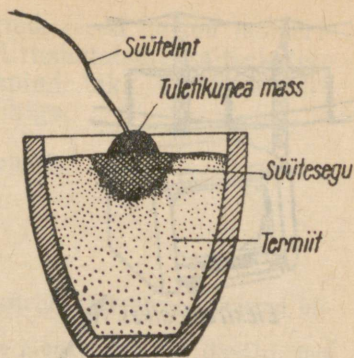
Joonis 68. Alumiiniumi kasutusala.

Alumiiniumipulber põleb energiliselt, sähvatustena, kusjuures tekib alumiiniumoksiid ja vabaneb palju soojust:



Alumiinium ühineb ka metalli oksiidis oleva hapnikuga. Seda alumiiniumi omadust kasutatakse mõnede metallide saamiseks nende oksiididest. Reaktsioonil vabaneb nii palju soojust, et temperatuur tõuseb kuni 3000° ja väljatõrjutud metall sulab. Seda meetodit nimetatakse aluminotermiaks. Aluminotermia loojaks on vene teadlane Beketov.

Katse 2. Portselantiigel täidetakse termiidiga (1 kaaluosa peent alumiiniumipulbrit ja 3 kaaluosa peent raudoksiidi). Termiidi süütamiseks kasutatakse süüteseugu (süüteseuguks võib olla alumiiniumipulbri ja Na_2O_2 segu või segu, mis sisaldab 1 kaaluosa alumiiniumipulbrit ja 9 kaaluosa BaO_2). Süütesegu peale (joonis 69) pannakse umbes 10 tuletkupea mass ja sellesse pistetakse süütelint.



Joonis 69. Termitsegu.

Süütelint valmistatakse järgmiselt: filterpaberi riba immutatakse 10%-lise kaaliumnitraadi (KNO_3) lahusega ja kuivatatakse. Süütelindina võib kasutada ka magneesiumlinti.

Tiigel kinnitatakse statiivi külge ja tema alla asetatakse anum liivaga.

Süütame süütelindi hõõguva pirru abil ja hoiame ennast tiiglist eemale. Termiidi põlemisel tekib tavaliselt nii kõrge temperatuur, et tiigel võib puruneda. Sularaud langeb liivaga täidetud nõusse. Võtame sulami tiigitangidega liivast välja (sularaud jääb tiigitangide külge).

Raud(III)oksiidi reageerimisel alumiiniumipulbriga saadakse raud.

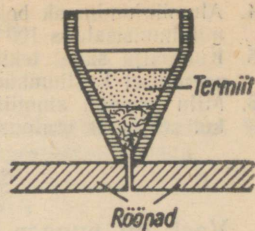
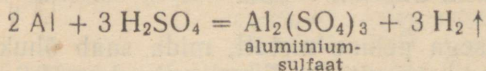
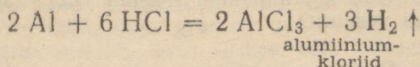


Reaktsioonil vabaneva soojust tõttu on raud sulas olekus.

Raudoksiidi ja alumiiniumipulbri segu nimetatakse termiidiks. Seda kasutatakse keevitamisel, näiteks trammirööbaste ühendamiseks (joonis 70). Termiidi põlemisel tekkiva kõrge temperatuuri tõttu raud sulab ja valgub rööbaste ühenduskoha vahele, täidab selle ja jahtunult seobki rööpaotsad. Termitkeevitust saab kasutada masinaosade parandamisel, ilma et tarvitseks masinat lahti monteerida.

Katse 3. Paneme erinevatesse katseklaasidesse väävelhappe, soolhappe ja naatriumhüdrosiidi lahuse, viskame igasse katseklaasi alumiiniumitükikese ja jälgime, mis toimub. Millises katseklaasis kulgeb reaktsioon kõige aeglasemalt?

Alumiiniumi reageerimisel sool- ja väävelhappe ning leelisega eraldub vesinik ja tekivad vastavad soolad:



Joonis 70. Termit-keevitus.

Alumiinium ei korrodeeru, mispärast alumiiniumipulbrist valmistatud värvi kasutatakse raudesemete kaitsmiseks roostetamise vastu.

Tööstuses kasutatakse mitte ainult puhast alumiiniumi, vaid ka alumiiniumisulameid. Sulameid saadakse tavaliselt kahe või enama metalli sulatamisel. Tähtsamaid alumiiniumisulameid on duralumiinium, mis sisaldab peale alumiiniumi veel vaske ja magneesiumi. Duralumiinium on terase tugevusega, kuid viimastest kolm korda kergem.

Nõukogude Liidus on suured alumiiniumimaakide varud Uraalis, Kasahstanis, Siberis jm. Esimene alumiiniumitehas Nõukogude Liidus lasti käiku 1932. a. Praegu on Nõukogude Liit alumiiniumi tootmise poolest maailmas esikohal. Seitseaastakul suureneb alumiiniumi tootmine 3-kordseks.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Jutustada alumiiniumi füüsikalistest ja keemilistest omadustest.
2. Miks ei tohi alumiiniumnõudes hapendada kurke ega hoida tuhaleelist?
3. Mis on aluminotermia ja kus seda kasutatakse?
4. Kuidas alumiinium reageerib hapetega?
5. Mis on duralumiinium ja millel põhineb tema kasutamine?
6. Mida kujutab endast «hõbevärv», millega sageli kaetakse metalltarasid ja plekk-katuseid?
7. Kus asuvad suurimad alumiiniumimaakide leiukohad Nõukogude Liidus?
8. Jutustada alumiiniumitoodangust seitseaastakul.
9. Mitu grammi alumiiniumoksiidi tekib 5,4 grammi alumiiniumipulbri põlemisel?
10. Mitu grammi termitsegu (alumiiniumipulbri ja raud(III)oksiidi segu) vajatakse 36 cm³ raua saamiseks?
11. Kui palju vesinikku eraldus alumiiniumi reageerimisel väävelhappe lahusega, kui reaktsiooni tulemusena tekkis 171 grammi alumiiniumsulfaati?
12. Teostada järgmised muundamised ja kirjutada võrrandid vastavate reaktsioonide kohta:

$$\text{ Al} \rightarrow \text{ Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{ AlCl}_3 \rightarrow \text{ Al(OH)}_3 \rightarrow \text{ Al}_2\text{O}_3$$
13. Määrata katseliselt, kummas katseklaasis on alumiiniumkloriid, kummas alumiiniumsulfaat.

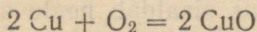
14. Alumiiniumimaak boksiit sisaldab umbes 50% alumiiniumoksiidi. Leida alumiiniumisisaldus 100 tonnis boksiidis.
15. Kui palju sadet tekib 40 grammi 10%-lise alumiiniumsulfaadi lahuse reageerimisel kaaliumhüdroksiidiga? Milline aine moodustab sademe?
16. Mitu grammi alumiiniumoksiidi tekib alumiiniumhüdroksiidi kuumutamisel, kui seejuures eraldus 45 grammi veeauru?

§ 8. Vask. *Cuprum* — Cu.

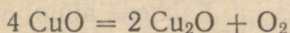
Vask on punase värvusega pehme metall, mida saab õhukeks leheks taguda ja traadiks venitada. Tema erikaal on 8,9 ja sulamistemperatuur 1080°. Vask on väga hea soojus- ja elektrijuht. Vasest valmistatakse elektrijuhtmeid ja mitmesuguste tööstuslike seadmete osi. Vask ja tema ühendid on väga mürgised, mispärast toiduaineid ei tohi hoida vasknõudes.

Kuivas õhus vask peaaegu ei muutu, niiskuses aga kattub ta roheka, nn. paatinakihi, mis kaitseb metalli edasi korrodeerumast. Paatinakihti võime märgata vanadel vaskeemmetel.

Õhus kuumutamisel muutub vask musta värvusega vask(II)-oksiidiks (CuO):



Kõrgemal temperatuuril (üle 800°) laguneb vask(II)oksiid punase värvusega vask(I)oksiidiks (Cu₂O):



Lahjendatud sool- ja väävelhape vasega ei reageeri:

Vaseühendites on vask tavaliselt kahevalentne. Tähtsaim vaseühend on vasksulfaat (vasevitriol), mida võib saada vase reageerimisel kange väävelhappega. Vasevitriol on sinise värvusega kristalne aine, mida kasutatakse taimekahjurite tõrjeks (bordoo vedeliku koostisosas), maalrivärvide valmistamisel, puidu immutamiseks mädanemise vastu, metallide vasetamiseks jne.

Et vasesulamid on kõvemad kui puhas vask, kasutatakse neid tehnikas laialdaselt. Tähtsamad sulamid on valgevask ja pronks. Valgevask ehk messing on vase ja tsingi sulam. Teda kasutatakse masinaosade, aparaatide ja majapidamistarvete valmistamiseks. Messingist valmistatakse ka mürsu- ja püssipadrunikesti ja vahetusraha. Pronks on vase ja tina sulam. See on tugev ja korrosioonikindel sulam, mida kasutatakse masinaosade, kujude jm. valmistamiseks. Pronks oli esimesi sulameid üldse, mida inimene tarvitama õppis. Pronks on vasest palju kõvem ja seepärast sobiv tööriistade valmistamiseks. Inimkonna kultuuriajaloo järgnes kiviajale pronksiaeg, millal pronks oli töö- ja majapidamistarvete, relvade ja ehete peamine materjal.

Värvilistest metallidest kasutatakse tööstuses kõige enam vaske. Seepärast toodetakse seda suurtes kogustes. Seitseaastaku lõpuks suureneb vase tootmine Nõukogude Liidus peaaegu kahekordseks (võrreldes 1958. aasta toodanguga).

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

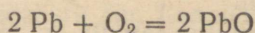
1. Nimetada vase füüsikalisi ja keemilisi omadusi.
2. Kus kasutatakse vaske ja tema sulameid?
3. Jutustada vasetoodangu kasvust seitseaastakul.
4. Arvutada, mitu grammi vaske võib saada asendusreaktsioonil kahest kilogrammist 2%-lisesest vasksulfaadi lahusest selle reageerimisel rauaga.
5. Kirjutada võrrandid järgmiste muundumiste kohta:
$$\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4$$
$$\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}$$
6. Lähtudes vasksulfaadist, saada vaske.
7. Saada vasksulfaadist vask(II)hüdrosiid ja arvutada, mitu grammi naatriumhüdrosiidi kulub 0,49 kilogrammi vask(III)hüdrosiidi saamiseks.
8. Mitu grammi vasksulfaati on 1 kilogrammis 5%-lises vasksulfaadi lahuses?
9. Leida, mitu protsenti vaske sisaldub malahhiidis $[\text{Cu(OH)}_2 \cdot \text{CuCO}_3]$.

§ 9. Plii. Tina. Kroom. Volfram.

1. Plii. *Plumbum* — Pb.

Plii on sinakasvalge värvusega väga pehme metall. Teda võib noaga lõigata ja isegi küünega kriimustada. Plii lõikepind on hõbedase värvusega, õhu käes aga kattub see kiiresti tuhmi oksiidikihiga.

Õhuhapnikuga ühinemisel tekib metalli pinnale pliioksiid (PbO):



Oksiidikiht kaitseb pliid edasise korrodeerumise eest.

Plii reageerib lämmastikhapetega. Sool- ja väävelhapetega ta ei reageeri, sest nende hapete toimed tekivad plii pinnale vastavalt pliiikloriidi (PbCl_2) või pliiisulfaadi (PbSO_4) kelme, mis on lahustumatu ja takistab metalli edasi reageerimast.

Pliid kasutatakse tehnikas väga laialdaselt. Temast valmistatakse elektrikaablite kattetorusid (nn. tinakaabel). Et plii ei reageeri väävelhapetega, kasutatakse teda väävelhappetööstuse seadmete (torud, paagid, jahutid) valmistamiseks. Suure erikaalu tõttu (11,3) kasutatakse pliid püssi- ja šrapnellikuulide ning haavlite valmistamiseks. Igapäevasest elust tunneme pliiakut, mille plaadid on valmistatud pliiühenditest. Suure tähtsusega on pliiisulamid, mida kasutatakse jootmisel (jootetina), laagrite ja trükitähtede valamiseks jm.

Plii ja tema ühendid on mürgised, mispärast pliinõudes ei tohi hoida toiduaineid ega pliitorude kaudu juhtida joogivett.

Plii ühenditest tutvume tema oksiididega. Plii kuumutamisel õhus saadakse kollane plii(II)oksiid (PbO). Tugevasti kuumutatud (500° juures) plii(II)oksiid on punakaskollase värvusega. Teda nimetatakse pliiisiluks ja kasutatakse akumulaatoriplaatide, värvide ja kristallklaasi tootmisel. Linaseemneõli keetmisel plii(II)-oksiidiga saadakse värnits. Pikemaajalisel kuumutamisel muutub plii(II)oksiid nn. punaseks mennikuks (Pb_3O_4). Mennikut kasutatakse ilmastikukindla punase õlivärvina.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Millised on plii füüsikalised ja keemilised omadused?
2. Kus kasutatakse pliid ja tema sulameid?
3. Mis on pliiisilu ja mennik, kus neid kasutatakse?
4. Kummas ühendis on pliiisisaldus suurem, kas PbO -s või Pb_3O_4 -s, ja mitu korda?
5. Kirjutada võrrandid järgmiste muundumiste kohta:
$$Pb \rightarrow PbO \rightarrow PbCl_2 \rightarrow Pb(OH)_2$$
6. Pliioksiidi reageerimisel väävelhappega saadi 101 grammi pliiisulfaati. Mitu grammi väävlit sisaldab reaktsiooniks kulunud väävelhappe kogus?
7. Pliimaagi (pliiiläigu) proov sisaldas 88% pliiisulfiidi (PbS). Ulejäänud osa maagist moodustasid lisandid. Mitu kilogrammi pliid ja mitu kilogrammi väävlit on 2 tonnis sellises pliiimaagis?

2. Tina. *Stannum* — *Sn*.

Tina on hõbevalge metall erikaaluga 7,3 ja sulamistemperatuuriga 232° . Ta on pehme, hästi taotav ja venitatav metall. Tina on teiste metallide seas kergesti äratuntav seetõttu, et tinapulga või -plaadikese painutamisel võib kuulda iseloomulikku raginat, mis tekib tinakristallide vastastikuse nihkumise tagajärjel. Et tina on pehme ja sitke, saab temast kergesti valmistada õhukesi lehti — tinapaberit ehk stannioli.

Õhu käes tina ei muutu, samuti on ta püsiv vees. Seepärast kaetakse tinakihi (tinutatakse) raud- ja vaskesemeid, et hoida neid korrodeerumast. Tina ei ole mürgine, seepärast võib tinutatud nõudes valmistada toitu ja säilitada toiduaineid.

Katse. Sulatame tiiglis nii palju tina, et see täidaks peaaegu kogu tiigli. Puhastame liivapaberiga raudpleki riba, võtame selle tiiglitangide vahele ja asetame 1—2 minutiks lahjendatud soolhappesse. Seejärel pistame raudpleki sulatinasse (tange tuleb hoida väljasirutatud käes, sest tina võib laiali pritsuda). Mõne sekundi pärast võtame plekiriba tiiglist välja ja raputame temalt liigse tina. Korraliku tinakihi saamiseks on soovitatav pleki happesse ja tinasse kastmist korrata.

Valge plekk on õhukese tinakihi kaetud terasplekk.

Tehnikas on suure tähtsusega mitmesugused tinasulamid. Tina ja plii sulamit nimetatakse joodiseks (jootemetall) ning seda kasutatakse metallide jootmiseks ja tinutamiseks. Joota võib ka puhta tinaga. Et kindlaks teha, kas jootetina sisaldab pliid, painutame jootemetallipulka. Mida puhtam on tina, s. t., mida vähem on selles pliid, seda selgemini on kuulda raginat. Toidunõude tinutamiseks kasutatav tina ei tohi sisaldada mürgist pliid. Kui puhta sõrmega tõmmata üle tinutatud pinna ja sõrm märdub mustaks, siis see tähendab, et tina sisaldas pliid.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Millised on tina omadused? Kuidas saab tina eristada teistest metallidest?
2. Milleks kasutatakse tina?
3. Mitu protsenti tina on pronksis, kui iga tina aatomi kohta tuleb 4 aatomi vaske?
4. Koostada reaktsioonivõrrandid plii(IV)oksiidi ja tina(IV)oksiidi redutseerimise kohta: a) vesinikuga, b) süsinikuga, c) süsinikoksiidiga.
5. Tinutamiseks kasutati joodist, mis sisaldas 67% tina ja 33% pliid. Arvutada 1) mitu grammi pliid tuleb selles sulamis 20 grammi tina kohta, 2) mitu grammi tina ja pliid kulub 400 grammi joodise valmistamiseks?

3. Kroom. *Chromium* — Cr.

Kroom on hõbevalge, läikiv, raskesti sulav metall (sulamistemperatuur 1800°). Ta on kõige kõvem metall, lähenedes kõvaduselt teemandile, kuid samal ajal on ta habras.

Kroom ei reageeri õhuhapniku ega niiskusega, ta on korrosioonikindel metall. Seepärast kasutatakse teda metallurgiatööstuses kõrgekvaliteediliste metallisulamite tootmisel. Kroomilisand (1 kuni 2% kroomi) muudab terase kõvaks ja vastupidavaks. Seda terast kasutatakse relvade ja soomusplaatide valmistamiseks. Kroom kuulub kõikide roostevabade, s. t. mitteroostetavate teraste koostisse. Terasest, mis sisaldab 12% kroomi, valmistatakse allveelaevade keresid, tööriistu jm. Lennuki- ja autotööstuses kasutatakse metallide katmist kroomikihiga (kroomimine), et anda neile nägusat välimust ja korrosioonikindlust. Nii näiteks on autode «Moskvitš» ja «Volga» iluliistud, -võred, kaitserauad ja paljud muud detailid kaetud kroomikihiga. Varem kasutati auto- ja lennukitööstuses nikeldamist (esemete katmist niklikihiga). Kroomitud pind on aga eelistatud, sest ta ei tuhmugi kergesti ja on vastupidav kulumisele.

Kroom reageerib sool- ja väävelhappega.

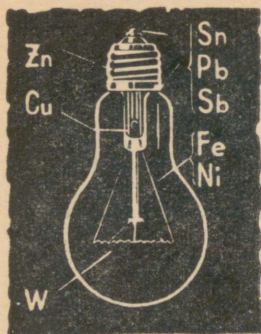
Kroomiühendeid kasutatakse nahaparkimisel (kroomnahk). Et paljud kroomiühendid on värvilised, siis kasutatakse neid maalri- värvide valmistamisel.

Katse. Segame kroom(III)oksiidi pulbrit või kroomrohelist hoolikalt laki või värnitsaga ja katame saadud värviga raudplaadi. Laseme värvil kuivada.

Värvikelme kaitseb rauda roostetamise eest. Kroom(III)oksiidi kasutatakse ka klaasi ja portselani värvimiseks.

4. Volfram. *Wolframium* — W.

Volfram on hõbedase läikega, valge, väga kõva metall, erikaaluga 19,3 (s. t. ta on kaks ja pool korda raskem kui raud). Volfram on kõige raskemini sulav metall — tema sulamistemperatuur on 3380°. Plastilisus ja vastupidavus kõrgetele temperatuuridele võimaldavad volframit kasutada elektripirnide hõõg-



Joonis 71. Elektrihoõglambi valmistamiseks kasutatakse mitmesuguseid metalle.

niitide valmistamiseks (joonis 71). 200-grammisest volframitükist võib tõmmata 80 km pikkuse traadi.

Volframit kasutatakse tehnikas sulamite valmistamiseks. Volframilisand tõstab terase tugevust ja muudab ta mitte-roostetavaks. Saadud eriterast kasutatakse vastupidavust nõudvate masinaosade, teraskappide, püssi- ja suurtükitorude, soomusplaatide, puuriotste jt. tööriistade valmistamiseks.

Volframi, koobalti ja süsiniku sulamit nimetatakse pobediidiks. Pobediit kuulub ülikõvade sulamite hulka. Ta on peaaegu teemandi kõvadusega. Pobediiti kasutatakse lõiketeradena metallilõikepinkides. Nende teradega võib lõigata kuni

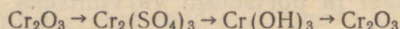
1000 meetrit terast minutis, mis võimaldab metallilõikepinkide tootlikkust mitmekordselt tõsta. Treimisel võivad need terad kuumeneda hõõgumiseni, ilma et nad seejuures kaotaksid oma lõikevõimet. Pobediiti võib kasutada ka klaasi lõikamiseks ja kõvade kivimite puurimiseks.

Volframit kasutatakse veel tugevate püsivmagnetite valmistamiseks. Näiteks volframit sisaldav sulamitükk kaaluga 90 g suudab üles tõsta 25 kg raskuse rauatüki. Tõstetava raskuse kaal on seega 280 korda suurem kui sulami kaal.

Seitse aastakul on ette nähtud värviliste metallide toodangu mitmekordne suurendamine. Suurt tähelepanu pööratakse samal ajal värviliste metallide säästlikule kasutamisele ja nende asendamisele mitmesuguste plastmassidega.

Kordamisküsimusi ja harjutusi.

1. Milliste omaduste tõttu kasutatakse kroomi metallurgiatööstuses?
2. Miks eelistatakse kroomimist nikeldamisele?
3. Millest on pärit nimetus «kroomnahk»?
4. Tuua näiteid kroomiühendite kasutamise kohta.
5. Kirjutada võrrandid järgmiste muundumiste kohta:



6. Kroom(III)oksiidi taandamisega alumiiniumiga saadakse vaba kroom. Arvutada, mitu kilogrammi kroomi võib saada 400 kilogrammi kroomoksiidi taandamisega.
7. Jutustada volframi omadustest.
8. Milleks kasutatakse volframit?
9. Milles seisneb värviliste metallide säästlik kasutamine?
10. Kiirlõiketeras sisaldab 20% volframit. Mitu kuupsentimeetrit volframit on vaja 10 g kiirlõiketerase valmistamiseks?

V peatükk.

KEEMIA JA KEEMIATÖÖSTUS.

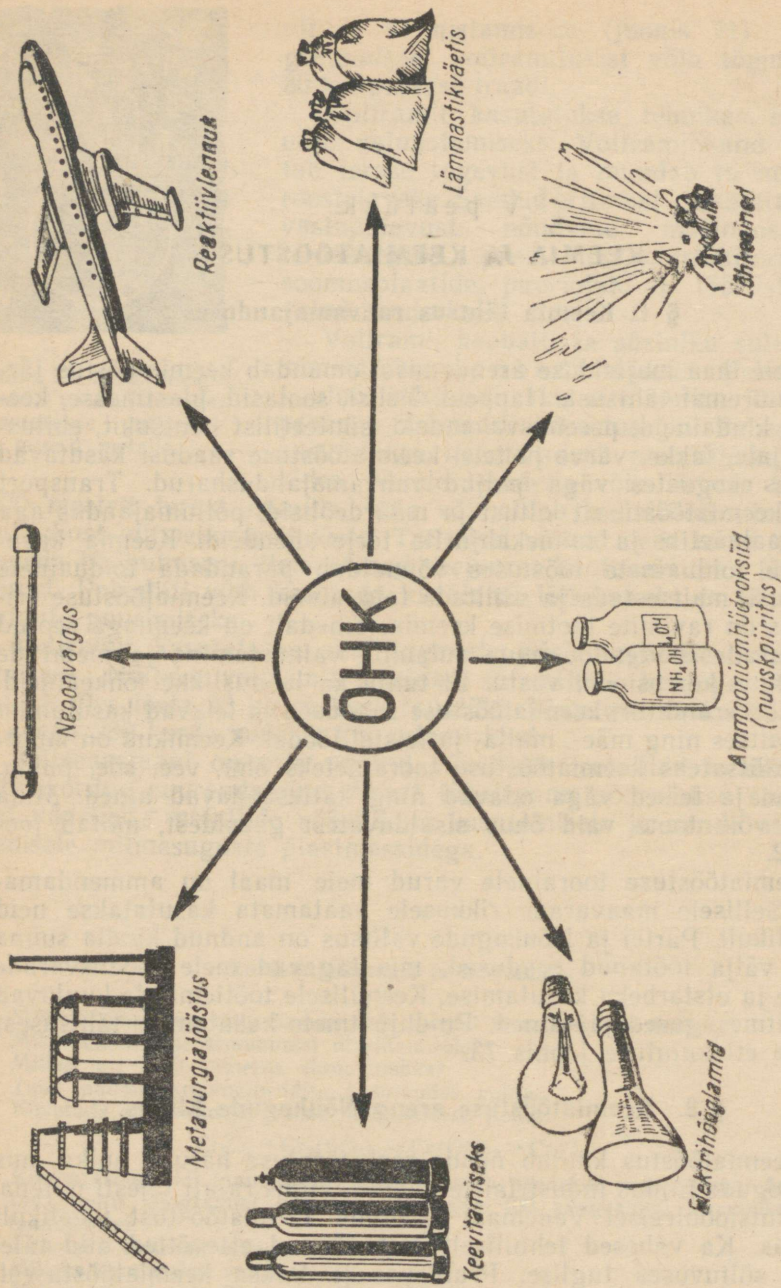
§ 1. Keemia tähtsus rahvamajanduses.

Meie maa majanduse arendamisel omandab keemiatööstus järjest suuremat tähtsust. Happeid, leelisi, soolasid, plastmasse, keemilisi kiudaineid, pesemisvahendeid, sünteetilist kautšukit, ehitusmaterjale, lakke, värve ja teisi keemiatööstuse saadusi kasutavad suurtes kogustes väga paljud rahvamajandusharud. Transport saab keemiatööstuselt kütust ja määrdeõlisid, põllumajandus aga mineraalväetisi ja taimekahjurite tõrjevahendeid. Keemia kasutamine toiduainete tööstuses võimaldab parandada toiduainete omadusi, maitsestada ja säilitada toiduaineid. Keemiatööstuse eriharuks on ravimite tootmise keemia. Tihedalt on keemiaga seotud maavarade töötlemine, uute sulamite valmistamine ja metallide kaitsmine korrosiooni vastu. Ei tunta ka looduslikke lõhkeaineid. Need on eranditult keemiatööstuse saadused ja leiavad kasutamist riigikaitstes ning mäe-, mulla- ja teistel töödel. Keemikud on muutnud tähtsateks keemiatööstuse tooraineteks õhu, vee, söe, puidu, paekivi ja teised väga odavad ning kättesaadavad ained. Mida kõike võib toota vaid õhus sisalduvatest gaasidest, näitab joonis 72.

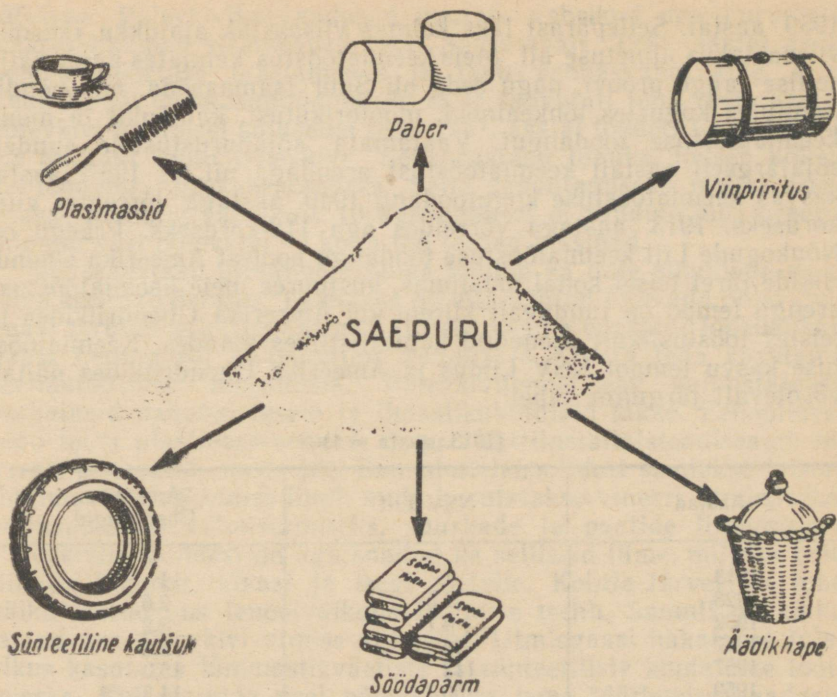
Keemiatööstuse toorainete varud meie maal on ammendamatud. Sellisele maavarade rikkusele vaatamata kasutatakse neid säästlikult. Partei ja Nõukogude valitsus on andnud kindla suuna ning välja töötanud seadused, mis tagavad meie loodusvarade kaitse ja otstarbeka kasutamise. Keemilisele töötlemisele kuuluvad ka mitmesugused jäätained. Puidujäätmete kasutamise tähtsusest annab ettekujutuse joonis 73.

§ 2. Keemiatööstuse areng Nõukogude Liidus.

Keemiatööstus kuulub nende rasketööstuse harude hulka, mis Nõukogude Liidus industrialiseerimise käigus rajati täiesti uutena. Revolutsiooniajajärgsel Venemaal ei olnud keemiatööstust tegelikult olemas. Ka vähesed tehniliselt mahajäänud ettevõtted olid täielikus sõltuvuses Inglise, Prantsuse ja Saksa keemiatööstusest. Keemiatööstuse saadusi ja isegi ehitusmaterjale veeti sisse välismaalt, kuigi riigil oli tohutuid toorainevarusid suurte keemia-



Joonis 72. Õhk kui keemiatööstuse tooraine.



Joonis 73. Puidujäätmete kasutusvõimalusi keemiatööstuses.

tööstusettevõtete loomiseks. Pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobri-revolutsiooni muutus olukord põhjalikult. Juba 1918. aastal kirjutas V. I. Lenin: «Tööviljakuse tõstmine nõuab kõigepealt suur-tööstuse materiaalse aluse kindlustamist: kütteenete ja raua toot-mise, masinaehituse ja keemiatööstuse arendamist» (Teosed, 27. kd., lk. 229).

Esimeste viisaastakute jooksul loodigi NSV Liidus võimas aja-kohane keemiatööstus. Ehitati sellised suured kombinaadid ja tehased, nagu mäe- ja keemiatööstuse kombinaat «Apatiit», Berez-niki, Gorlovka, Novomoskovski, Voskressenski, Neeva ja Konstan-tinovka lämmastiku ja superfosfaaditehased, Solikamski kaaliumi-kombinaat, Jaroslavli kummi- ja asbestikombinaat jne. Loodi varem puudunud lämmastikväetiste ja aniliinvärvitööstus, keemi-liste kiudainete, plastmasside ja mitmesuguste teiste keemia-saaduste tootmine. Sünteetilist kautšukit hakati Nõukogude Liidus tootma tunduvalt varem kui arenenud keemiatööstusega Saksa-maal ja Ameerika Ühendriikides. Keemia tähtsust rahvamajandu-ses rõhutati eriliselt NSV Liidu rahvamajanduse arendamise kol-manda viie aasta plaani läbiarutamisel partei XVIII kongressil

1939. aastal. Sellepärast läks kolmas viisaastak ajalukku «keemia viisaastaku» nimetuse all. Meie keemiatööstus kannatas auga välja sellise range proovi, nagu seda oli Suur Isamaasõda, mis nõudis tohututes kogustes lõhkeaineid, mootorikütust, kautšukit ja muud keemiatööstuse toodangut. Vaatamata sõjapurustustele suudeti sõjajärgseil aastail keemiatööstust arendada nii, et 1957. aastal kasvas keemiatööstuse kogutoodang 1940. aastaga võrreldes viiekordseks, 1913. aastaga võrreldes aga 112-kordseks. Praegu on Nõukogude Liit keemiatööstuse toodangu poolest Ameerika Ühendriikide järel teisel kohal maailmas, kusjuures meie keemiatööstuse arengu tempo on tunduvalt kiirem kui Ameerika Ühendriikides ja teistes tööstuslikult arenenud kapitalistlikes maades. Keemiatööstuse kasvu tempot NSV Liidus ja Ameerika Ühendriikides näitab võrdlevalt järgmine tabel:

(1913. aasta = 1)

Aastad	NSV Liit	Ameerika Ühendriigid
1913	1	1
1928	1,5	2,6
1932	4,7	2,2
1937	14	3,6
1957	112	13,0
1959	150	14,3

Eriti kiiresti hakkas meie keemiatööstus arenema pärast NLKP Keskkomitee maipleenumit 1958. aastal, kus võeti vastu üksikasjalised otsused keemiatööstuse ja eriti sünteetiliste materjalide tootmise kiirendamise kohta. Rahvamajanduse arendamise seitsme aasta plaani järgi on kavas suurendada keemiasaaduste tootmise üldmaht NSV Liidus 3-kordseks. 1965. aastaks jõuab NSV Liit keemiasaaduste tootmise taseme poolest Ameerika Ühendriikide tasemeni. Lähema 20 aasta jooksul suureneb keemiatööstuse toodang ligikaudu 17-kordseks. Sünteetiliste materjalide ja plastmasside toodang suureneb umbes 60-kordseks ja tehiskiuudude toodang umbes 15-kordseks. Mineraalväetiste toodang suureneb 9—10-kordseks.

§ 3. Keemiatööstuse arengu perspektiivid Eesti NSV-s.

Eesti NSV-s on rasketööstuse juhtivaks haruks põlevkivi- ja põlevkivikeemiatööstus. Nagu varem õpitud, on põlevkivi utmise produktid õli ja gaas väärtuslik tooraine keemiatööstusele. Esimene õlivabrik asus tegevusse Kohtla-Järvel 1924. aastal. Suure Isamaasõja ajal hävitasid saksa röövullutajad kogu põlevkivi-

tööstuse. Põlevkivikaevandused uputati, vabrikud aga purustati. Väärtuslikumad sisseseaded veeti Saksamaale. 1944. aastal asuti põlevkivitööstuse taastamisele ja tänu vennasvabariikide, eriti Vene NFSV omakasupüüdmatale abile saavutati juba 1946. aastal põlevkivi tootmisel sõjajärgne tase. 1957. aastal toodeti Eesti NSV-s 8,3 miljonit tonni põlevkivi. Seitseaastaku lõpuks tõuseb põlevkivitoodang ligi kahekordseks. Selle saavutamiseks mehhaniseeritakse tootmine täielikult. 10. kaevanduses ei puuduta juba praegu inimese käsi põlevkivi — kogu töö teevad masinad.

Seitseaastaku ülesannete hulka kuulub ka uute suundade rajamine keemiatööstuses. Tulevikus on ette nähtud lõpetada põlevkivigaasi tarbimine küttegaasina (kütteks saame edaspidi looduslikku gaasi Leningradi gaasijuhtme kaudu) ja hakata teda kasutama keemiatööstuse toorainena. Põlevkivifenoolidest valmistatakse parkaineid nahatööstusele ja ilmastikukindlaid lakke. Fenoolidest saab toota plastmassesemeid, nagu elektriinstallatsiooniseadmeid, karpe, aparaatide kaste jne. Samadest fenoolidest saadakse teistes tingimustes veekindlat liimi, mida kasutatakse vineeri liimimiseks, ehitusplaatide valmistamiseks, suuskade ja paatide liimimiseks. Põlevkivifenoolidest on aga saadud ka selliseid liime, millega võib liimida kummit, klaasi ja isegi metalle. Kohtla-Järvel on juba käiku lastud uus fenoolvaikude tootmise tsehh. Samuti on käiku lastud uus põlevkivi utmise agregaat. Utmisgaasi hakatakse tulevikus kasutama lämmastikväetiste ja sünteetiliste kiudainete tootmiseks. Kui mainida veel põlevkivi ja tema töötlemise saaduste kasutamist sünteetiliste pesemisvahendite, määrdeõlide, mürkkemikaalide, väetiste, ravimite, värvide ja ehitusmaterjalide (tsement, mineraalvatt) tootmisel, saab selgeks, et põlevkivikeemiatööstuses peitub Eesti NSV keemiatööstuse tulevik.

Suur tulevik on ka Eesti NSV teise maavara — fosforiidi kasutamisel. Seitseaastakul rajatakse Maardu piirkonnas suure võimsusega fosforiidikarjäär, uus fosforiidi rikastamise vabrik ja tsehh granuleeritud superfosfaadi tootmiseks. Võimalik on organiseerida ka fosforhappe tootmist. Fosforhappesoolad on pesemisvahendite otsesed koostisosad ja täiendavad nii põlevkivitööstuse tooteid.

Saavutusena tuleb märkida Tallinna V. Kingissepa nim. Tselluloosi- ja Paberikombinaadi juurde ehitatud söödapärmitsehhi, kus kasutatakse ära tselluloositööstuse jäätmed. Meie keemikutele jääb ka edaspidiseks ülesandeks tootmisjäätmete otstarbekas kasutamine.

Rääkides uute tootmisvõimsuste käikulaskmisest Eesti NSV keemiatööstuses käesoleval seitseaastakul, tuleb märkida tootmisprotsesside mehhaniseerimist ja automatiseerimist. Kompleksselt mehhaniseeritud ettevõtte on näiteks uus Kunda tsemenditehas, kus tootmise juhtimine on automatiseeritud. See ja teised sellelaadsed ettevõtted ja tsehid on mitte ainult uued tehased, vaid homse

päeva tehnikaga varustatud ettevõtted, kommunismi materiaalse baasi olulised lülid.

Lähema 20 aasta jooksul suureneb meie vabariigi keemia-tööstuse toodang 40-kordseks ja 1980. aastal moodustab keemia-tööstus meie vabariigi tööstuse kogumahust peaaegu 13%.

1961. a. oktoobris toimunud partei XXII kongressil vastuvõetud uues NLKP programmis seatakse keemiatööstusele uued suured ülesanded. Nõukogude keemikud lahendavad need edukalt.

PRAKTILISED TÖÖD.

Praktiline töö nr. 1.

Neutraliseerumisreaktsioon.

Töövahendid:

- 1) soolhappe lahus
- 2) naatriumhüdroksiidi lahus
- 3) fenoolftaleiini lahus
- 4) raud(III)kloriidi lahus
- 5) klaaspulk
- 6) sinine lakmuspaber
- 7) põleti ja tikud
- 8) klaasplaat (aurustamiseks)
- 9) katseklaasid
- 10) katseklaasihoidja
- 11) kolb veega
- 12) kauss vedeljäätmete valamiseks
- 13) tiiglitangid

1. Soolhappe neutraliseerimine naatriumhüdroksiidiga.

Töö käik. Valada katseklaasi paar milliliitrit lahjendatud soolhapet ja lisada üks tilk fenoolftaleiini lahust. Lisada nüüd ettevaatlikult naatriumhüdroksiidi lahust kuni vaarikpunase värvuse ilmumiseni. Mida näitab värvuse muutumine? Mida tuleb teha selleks, et katseklaasis tekiks neutraalne keskkond?

Viime pipeti abil lahusesse tilkhaaval soolhapet (iga tilga lisamise järel loksutada!), kuni lahus muutub värvusetuks. Kuidas kindlaks teha, et värvuse kadumisel lahus ei muutunud uuesti happeliseks? Kui lahus on muutunud happeliseks, tuleb lisada leelist. Hapet või leelist on vaja lisada seni, kuni saame keskkonna, kus ei ole näha punast värvust ja ka sinine lakmuspaber ei muutu punaseks.

Töestada katseliselt, millised ained tekkisid reaktsioonil. Maitsta saadud soola puhta klaaspulgaga. Töö kirjeldus, joonised ja reaktsioonivõrrand kanda vihikusse.

2. Raud(III)hüdrokxiidi neutraliseerimine soolhappega.

Töö käik. Lähtudes raud(III)kloriidist, saada raud(III)hüdrokxiid. Loksutada saadud ainet ja valada sellest paar milliliitrit teise katseklaasi. Aeg-ajalt loksutades lisada soolhapet, kuni sade lahustub. Kontrollida lahust indikaatorite abil. Liigne hape kõrvaldada raud(III)hüdrokxiidi lisamisega.

Kuidas saab kindlaks teha, et reaktsioonil on tekkinud sool? Kirjutada reaktsiooni võrrand. Defineerida neutraliseerumisreaktsiooni. Mis tüüpi reaktsioon on neutraliseerumisreaktsioon?

Pärast tööd pesta katseklaasid ja seada korda kandikul olevad töövahendid.

Praktiline töö nr. 2.

Aluselise oksidi reageerimine happega.

Töövahendid:

- 1) väävelhappe lahus
- 2) vask(II)oksiid
- 3) kaltsiumoksiid
- 4) soolhappe lahus
- 5) naatriumhüdrokxiidi lahus
- 6) katseklaasihoidja
- 7) metallstatiiv rõngaga
- 8) lehter ja filterpaber
- 9) portselankauss (aurustamiseks)
- 10) asbestvõrk
- 11) klaasplaat (aurustamiseks)
- 12) tiiglitangid
- 13) kolb veega
- 14) kauss vedeljäätmete valamiseks
- 15) katseklaasid
- 16) põleti ja tikud

1. Vasksulfaadi saamine.

Töö käik. Valada katseklaasi (kuni $\frac{1}{4}$ selle mahust) väävelhapet ja soojendada seda. Lisada soojendatud väävelhappele väikeste annustena vask(II)oksiidi. Kui vask(II)oksiid enam ei lahustu, lõpetada soojendamine. Lasta segul jahtuda ja seejärel filtreerida. Kontsentreerida saadud filtraat portselankaussis või katseklaasis ja lasta jahtuda.

Mida märkate? Kirjutada reaktsiooni võrrand. Mis aine tekkis? Proovida, kas vask(II)oksiid reageerib

rib naatriumhüdrosiidiga. Millega reageerib metalli hapend ja millega ta ei reageeri?

2. Kaltsiumkloriidj saamine.

Töö käik. Võtta katseklaasi väga väike kogus kustutamata lupja ja lisada ettevaatlikult paar milliliitrit soolhapet. Millest näete, et toimub reaktsioon? Kui kaltsiumoksiid on ära reageerinud, lisada teda veel, kuni ta enam ei reageeri. Valada nüüd paar tilka saadud lahust klaasplaadile ja aurustada. Aurustamine lõpetada, kui klaasil on veel veidi lahust. (Ettevaatust — klaas võib puruneda!)

Mida märkate? Kirjutada reaktsiooni võrrand. Mis aine tekkis? Milliseid oksiide nimetatakse aluseliseks? Mis tüüpi reaktsioonid toimuvad aluselise oksiidi ja happe vahel?

Praktiline töö nr. 3.

Lahustumatud alused.

Töövahendid:

- 1) vasksulfaadi lahus
- 2) naatriumhüdrosiidi lahus
- 3) soolhappe lahus
- 4) väävelhappe lahus
- 5) raud(III)kloriidi lahus
- 6) alumiiniumsulfaat
- 7) tsinksulfaat
- 8) kolb veega
- 9) destilleeritud vesi
- 10) metallstatiiv rõngaga
- 11) lehter ja filterpaber
- 12) kauss vedeljäätmete valamiseks
- 13) klaaspulk
- 14) põleti ja tikud
- 15) katseklaasihoidja
- 16) katseklaasid
- 17) klaasplaat (aurustamiseks)

1. Vask(II)hüdrosiidi saamine.

Töö käik.* Lähtudes kandikul olevatest ainetest, saada vask(II)hüdrosiid. Eraldada vask(II)hüdrosiid filtreerimisega, pesta sadet destilleeritud veega ja kuivatada kuivatuskapis või põleti leegil. Miks tuleb

* Aineid võtta katseks väikestes kogustes, nii et reageerivaid aineid et oleks katseklaasis üle $\frac{1}{6}$ selle mahust.

vask(II)hüdrosiidi kuivatamisel hoiduda selle kuumutamisest? Panna osa saadud lahustumatust alusest kuiva katseklaasi ja soojendada. Mida märkate? Lasta ülejäänud vask(II)hüdrosiidil reageerida soolhappega.

Kirjutada katsel toimunud reaktsioonide võrrandid. Katse kirjeldus ja vastavad joonised kanda vihikusse.

2. Lahustumatute aluste saamine.

Töö käik. Valmistada esimeses töös näidatud viisil raud(III)-hüdrosiid, alumiiniumhüdrosiid $[Al(OH)_3]$ ja tsinkhüdrosiid $[Zn(OH)_2]$. Mis toimub nende ainete kuumutamisel?

Kirjutada vastavate reaktsioonide võrrandid. Millised soolad tekivad nende lahustumatute aluste reageerimisel vävelhappega?

Praktiline töö nr. 4.

Eksperimentaalsed tööd, teemal «Oksiidid, alused, happed, soolad».

Edukaks eksperimentaalülesannete (katseliste ülesannete) lahendamiseks tunnis tutvuda eelnevalt nende ülesannetega kodus. Selgitada:

- 1) mis on vastavast ülesandest tuntud ja mis mitte,
- 2) millised on ülesannetes esinevate ainete valemid,
- 3) millisel viisil ja milliste reaktsioonide abil võiks mingit ülesannet lahendada (kirjutada vastavate reaktsioonide võrrandid),
- 4) kuidas praktiliselt katseid teha.

Eksperimentaalülesannete lahendamise käik ja tulemused kantakse vihikusse. Üleskirjutust võib teha järgmise vormi kohaselt.

Töö nimetus.

Katse kirjeldus	Tähelepanekud	Järeldused. Reaktsioonivõrrandid

Pärast tööd pesta katseklaasid ja seada korda kandik töövahenditega. Esitada õpetajale töövihik töötulemustega.

I tund.

Töövahendid:

- 1) metüüloranži lahus, lakmuse lahus ja fenoolftaleiini lahus
- 2) numbriga märgitud katseklaas leelise lahusega
- 3) numbriga märgitud katseklaas lahjendatud happega
- 4) numbriga märgitud katseklaas keedusoola lahusega
- 5) katseklaas tahke keedusoolaga
- 6) katseklaas tahke kaaliumsulfaadiga
- 7) hõbenitraadi lahus
- 8) kaaliumnitraadi lahus
- 9) tsinkkloriidi lahus
- 10) baariumkloriidi lahus
- 11) põleti ja tikud
- 12) tiiglitangid
- 13) kolb veega
- 14) magneesiumilint
- 15) lehter ja filterpaber
- 16) metallstatiiv rõngaga
- 17) kauss vedeljäätmete valamiseks
- 18) katseklaasid

Ekspereimetaalülesanded.

1. Määrata katseliselt, millises antud katseklaasis on leelise, happe ja keedusoola lahus.
2. On antud tükk magneesiumilinti, põleti, tikud ja tiiglitangid. Saada magneesiumhüdroksiid ja tõestada katseliselt, millisesse ainete klassi ta kuulub.
3. On antud kaks katseklaasi, millest ühes on tahke keedusool ja teises tahke kaaliumsulfaat.
Teha kindlaks, millises katseklaasis kumbki on.
4. On antud tsinkkloriidi lahus, hõbenitraadi lahus ja kaaliumnitraadi lahus. Saada tsinknitraat ja eraldada see segust.

II tund.

Töövahendid:

- 1) baariumkloriid (tahke)
- 2) väävelhappe lahus
- 3) hõbenitraadi lahus
- 4) vasksulfaat (tahke)
- 5) magneesiumipulber
- 6) magneesiumoksiid
- 7) naatriumhüdroksiidi lahus
- 8) lahjendatud soolhape
- 9) katseklaasid

- 10) lehter ja filterpaber
- 11) klaasplaat (aurustamiseks)
- 12) tiiglitangid
- 13) katseklaasihoidja
- 14) põleti ja tikud
- 15) raudtraat või -nael
- 16) kolb veega
- 17) kauss vedeljäätmete valamiseks

Ekspimenta alulesanded.

1. Näidata katseliselt, et baariumkloriid on a) soolhappe sool.
b) baariumi sool.
2. Millega peab reageerima vasksulfaat, et tekiks vask(II)kloriid? Eraldada vask(II)kloriid tahkena.
3. Saada kolmel erineval viisil magneesiumkloriid (vajalik magneesiumhüdrokksiid saada antud ainetest).
4. Lähtudes vasksulfaadist, saada:
 - a) vask(II)hüdrokksiid
 - b) vask(II)oksiid
 - c) vaba vask

III tund.

Töövahendid:

- 1) soolhappe lahus
- 2) tsinkoksiid
- 3) baariumkloriidi lahus
- 4) hõbenitraadi lahus
- 5) tsingitükid
- 6) väävelhappe lahus
- 7) kaaliumhüdrokksiidi lahus
- 8) väävel
- 9) põleti ja tikud
- 10) lehter ja filterpaber
- 11) klaasplaat (aurustamiseks)
- 12) tiiglitangid
- 13) kolb veega
- 14) papitükiga kaetud purk
- 15) ainete põletamise lusikas
- 16) metüüloranži ja lilla lakmuse lahus
- 17) kauss vedeljäätmete valamiseks

Ekspimenta alulesanded.

1. Tõestada katsete abil, et soolhappe koostisse kuuluvad vesinik ja kloor.
2. On antud tsinkoksiid, vesi, soolhappe lahus ja kaaliumhüdrokksiidi lahus. Saada tsinkhüdrokksiid ja tsinkkloriid.

3. Teostada järgmised muundamised:
 väävelhape → kaaliumsulfaat → kaaliumkloriid.
 Eraldada kaaliumkloriid tahkel kujul.
4. Lähtudes väävlisist, saada vääveldioksiid ja tõestada, et ta on happe anhüdriid.

Praktiline töö nr. 5.

Tutvumine tähtsamate mineraalväetiste omadustega.

Töövahendid:

- 1) mineraalväetiste proovid, mis on varustatud numbritega (kaalisool, kaaliumkloriid, kaaliumsulfaat, ammooniumnitraat ja granuleeritud ammooniumnitraat, ammooniumsulfaat, superfosfaat ja granuleeritud superfosfaat, fosforiidijahu, leht, millele on märgitud numbrite tähendused)
- 2) puhtaid paberilehti väetiseproovide vaatlemiseks
- 3) kolb destilleeritud veega
- 4) katseklaasid (7—8)
- 5) põleti ja tikud
- 6) traat leekreaktsiooniks
- 7) katseklaas soolhappe lahusega
- 8) kauss vedeljäätmete valamiseks
- 9) koobaltklaas
- 10) naatriumnitraat (tšiili salpeeter)

1. Tutvumine tähtsamate mineraalväetiste välimusega.

Töö käik. Jälgida tähelepanelikult kandikule asetatud kaalium-, lämmastik- ja fosforväetiste proove. Püüda neid välimuse järgi eristada. Vastata järgmistele küsimustele: 1) Milline näeb välja kaalisool ja mille poolest ta erineb kaaliumkloriidist? 2) Iseloomustada kaaliumsulfaati vaatluse alusel. Mille poolest ta erineb kaalisoolast ja kaaliumkloriidist? 3) Millised välis-tunnused on ammooniumnitraadil? 4) Mille poolest erineb granuleeritud ammooniumnitraat granuleerimata väetisest? 5) Millised on ammooniumsulfaadi välis-tunnused? Mille poolest ta erineb ammooniumsalpeetrist ja mille poolest sarnaneb sellega? 6) Iseloomustada superfosfaati. Mille poolest erineb ta fosforiidijahust? Miks granuleeritakse superfosfaati?

Vaatlemisel saadud andmed kanda töövihikusse, kuhu märkida ka õpitud väetiste valemid.

Jälgida värvust, struktuuri, peenestusastet, kuivust või niiskust, lõhna jne.

2. Tähtsamate mineraalväetiste lahustuvus vees.

Töö käik. Puistata katseklaasidesse väikesed, ligikaudu võrdsed mineraalväetiste kogused. Valada igasse katseklaasi (kuni kolmandik sellest) destilleeritud vett ja loksutada. Panna tähele mineraalväetiste erinevat lahustuvust.

Millised omadused peavad olema mineraalväetisena kasutatavatel sooladel, et taimed suudaksid neid juurte kaudu omastada? Millega on seletatav vees lahustumatu fosforiidijahu kasutamine väetisena? Millistel juhtudel suudavad taimed temast fosforit omastada? Miks ei tohi mineraalväetisi hoida põllul hunnikutes? Millest sõltub mulda viidud väetiste mõjumise aeg? Kuidas saab pikendada väetiste toime aega?

Kanda saadud andmed koos küsimuste vastustega vihikusse ja võrrelda tulemusi soolade lahustuvuse tabeliga.

3. Naatriumi, kaaliumi ja kaltsiumi kindlakstegemine väetises leegi värvuse järgi.

Töö käik. Võtta peen terastraat, mille üks ots on keeratud aasaks. Asetada traat põleti leeki. Kui leek värvub, tuleb traati puhastada. Selleks niisutada traati soolhappe lahusega ja kuumutada leegis seni, kuni värvus kaob. Nüüd puudutada tulise traadiga esmalt kaaliumkloriidi (jälgida leegi värvust läbi sinise klaasi). Viia traat koos aasa külge kleepunud soolaga leeki. Kui on täheldatud leegi lillat värvust, teha samad katsed (ilma koobaltklaasita) naatriumnitraadi ja superfosfaadiga. Enne iga uue soolaga katsetamist pesta traati vees, misjärel jätkata puhastamist eespool märgitud viisil.

Tähelepanekud kanda vihikusse. Teha vastavad joonised.

Pesta katseklaasid ja asetada kasutatud esemed nõutud kohadesse.

Praktiline töö nr. 6.

Väetiste kindlakstegemine lihtsamate keemiliste reaktsioonidega.

Töövahendid:

- 1) ammooniumnitraat ja ammooniumsulfaat
- 2) kaaliumkloriid
- 3) hõbenitraadi lahus
- 4) baariumkloriidi lahus

- 5) naatriumhüdroksiidi lahus
- 6) katseklaasid (6—7)
- 7) kolb destilleeritud veega
- 8) sinine lakmuspaber
- 9) põleti ja tikud
- 10) katseklaasihoidja
- 11) lakmuspaber (punane) või fenoolftaleiin
- 12) vaselaastud
- 13) katseklaas kontsentreeritud väävelhappega
- 14) filterpaberi ribakesi
- 15) kauss vedeljäätmete valamiseks

1. Ammooniumnitraadi ja ammooniumsulfaadi toime lakmusesse.

Töö käik. Kontrollida ammooniumsulfaadi ja ammooniumnitraadi lahust sinise lakmuspaberiga ning vastata järgmistele küsimustele: 1) Milline on antud väetiselahus — neutraalne või happeline? 2) Kuidas mõjub pidev ammooniumsulfaadi kasutamine mulla happelisusele? 3) Millist antud väetistest on soovitatavam kasutada Lõuna-Eesti happelistel muldadel ja miks?

2. Soolhappe happejäägi kindlakstegemine kaaliumkloriidis.

Töö käik. Valmistada kaaliumkloriidi lahus ja tõestada soolhappe happejääk ($-Cl$) vastava reaktsiooni abil. Kirjeldada toimuvat. Kirjutada reaktsiooni võrrand

3. Väävelhappe happejäägi kindlakstegemine ammooniumsulfaadis.

Töö käik. Valmistada ammooniumsulfaadi lahus ja tõestada väävelhappe happejääk ($-SO_4$) vastava reaktsiooni abil. Kirjeldada toimuvat. Mille poolest erineb tekkiv sade eelmisel katsel saadud sademest? Kirjutada reaktsiooni võrrand. Jätta osa ammooniumsulfaadi lahust järgmiseks katseks.

4. Ammooniumrühma tõestamine ammooniumsulfaadis.

Töö käik. Võtta eelmisel katsel valmistatud ammooniumsulfaadi lahus ning teha reaktsioon ammooniumrühma tõestamiseks selles. Kirjeldada toimuvat.

5. Lämmastikhappe happejäägi tõestamine ammoonium-nitraadis.

Töö käik. Tõestada ammooniumnitraadis lämmastikhappe happejääk. Kirjeldus kanda vihikusse. Kui pruuni lämmastikdioksiidi koguneb palju, valada katseklaasi vett ja lisada veidi leelise lahust.

Pärast tööd pesta katseklaasid ja muud nõud ning asetada reaktiivid korrapäraselt kandikule.

Praktiline töö nr. 7.

Metallide keemilised omadused.

Töövahendid:

- 1) eelnevalt lamendatud tikupeasuurune naatriumitükk uuri-klaasil, portselankausis või tiiglikaanel (petrooleumis)
- 2) fenoolftaleiini lahus
- 3) katseklaasid Ca, Al, Pb ja Cu tükikestega
- 4) lahjendatud soolhape
- 5) tsingitükikesed
- 6) pliinitraadi lahus
- 7) pulbriline tsink (0,5 g)
- 8) pulbriline väävel (0,24 g)
- 9) klaaspulk
- 10) kolb veega
- 11) kuivatuspaber (naatriumi puhastamiseks)
- 12) põleti ja tikud
- 13) katseklaasid
- 14) katseklaasihoidja
- 15) puupird
- 16) plekitükk
- 17) kauss vedeljäätmete valamiseks

1. Naatriumi põlemine.

Töö käik. Asetada paari nõöpnõelapea suurune naatriumitükike klaaspulga või traadi otsale ja viia põleti leeki. Mis toimub? Milline aine tekib? Tilgutada nüüd klaasplaadile mõni tilk vett ja lahustada tekkinud aine selles. Reaktsioonil tekkinud aine kindlaks teha ühe tilga fenoolftaleiini lahuse lisamisega.

Kirjutada võrrandid reaktsioonide kohta. Võrrelda metalle nende omaduse järgi ühineda hapnikuga. Nimetada metalle, mis ei oksüdeeru. Mis tähtsus on sellel?

2. Naatriumi reageerimine veega.

Töö käik. Valada katseklaasi paar milliliitrit vett. Puhastada eelmisest katsest järelejäänud naatriumitükk ja visata see katseklaasi, milles on vesi (tikupeasuurune naatriumikogus). * Koguda eralduvat gaasi. Gaas teha kindlaks põleva pirruga. Teine reaktsioonil tekkinud aine tõestada fenoolftaleiini lahusega.

Millise järelduse saab teha sellest, et naatrium ujub veepinnal? Milline gaas eraldus reaktsioonil? Kirjutada reaktsiooni võrrand. Nimetada teisi metalle, mis reageerivad veega. Millistel tingimustel reageerib enamik metalle veega?

3. Metallide reageerimine soolhappega.

Töö käik. Valada katseklaasidesse, milles on Ca, Al, Pb ja Cu tükkikesed, lahjendatud soolhapet ja panna tähele, kus toimub reaktsioon kõige energilisemalt. Kui metall ei reageeri, soojendada veidi. Katseklaasist, kus reaktsioon toimus kõige energilisemalt, võtta tilgake lahust klaaspulgale ja aurustada.

Kirjutada reaktsioonide võrrandid. Millised ained saadi?

4. Tsingi reageerimine pliinitraadiga.

Töö käik. Valada katseklaasi, milles on mõned tsingitükikesed paar milliliitrit pliinitraadi $[Pb(NO_3)_2]$ lahust.

Mida märkate? Kirjutada reaktsiooni võrrand. Millise aine lahus tekkis?

5. Tsingi reageerimine väävliga.

Töö käik. Segada pirruga paberilehel 0,5 g tsingipulbrit 0,24 g pulbrilise väävliga. Puistata segu plekitükile ja süüdata pika pirruga. Kirjutada reaktsioonivõrrand tsinksulfiidi tekkimise kohta.

Tuua teisi näiteid metallide reageerimise kohta mittemetallidega.

* Ettevaatust! Naatriumitükk võib süttida ja pritsuda.

Fähtsamate keemiliste elementide nimetused, märgid ja aatomkaalud.

Keemiline element	Ladinakeelne nimetus	Keemiline märk	Loetakse keemilises valemis	Aatomkaal (ümardatud)
Alumiinium	Aluminium	Al	alumiinium	27
Antimon	Stibium	Sb	stiibium	122
Arseen	Arsenicum	As	arseen	75
Baarium	Barium	Ba	baarium	137
Boor	Borum	B	boor	11
Broom	Bromum	Br	broom	80
Elavhõbe	Hydrargyrum	Hg	hüdrargüüm	201
Fluor	Fluorum	F	eff	19
Fosfor	Phosphorus	P	pee	31
Hapnik	Oxygenium	O	o	16
Hõbe	Argentum	Ag	argentum	108
Jood	Iodum	I	jood	127
Kaalium	Kalium	K	kaalium	39
Kaadmium	Cadmium	Cd	kaadmium	112
Kaltsium	Calcium	Ca	kaltsium	40
Kloor	Chlorum	Cl	kloor	35,5
Koobalt	Cobaltum	Co	koobalt	59
Kroom	Chromium	Cr	kroom	52
Kuld	Aurum	Au	aurum	197
Lämmastik	Nitrogenium	N	enn	14
Magneesium	Magnesium	Mg	magneesium	24
Mangaan	Manganum	Mn	mangaan	55
Naatrium	Natrium	Na	naatrium	23
Nikkel	Niccolum	Ni	nikkel	59
Plaatina	Platinum	Pt	plaatina	195
Raud	Ferrum	Fe	ferrum	56
Räni	Silicium	Si	siliitsium	28
Plii	Plumbum	Pb	plumbum	207
Seleen	Selenium	Se	seleen	79
Strontsium	Strontium	Sr	strontsium	88
Süsinik	Carboneum	C	tsee	12
Telluur	Tellurium	Te	telluur	128
Tina	Stannum	Sn	stannum	119
Tsink	Zincum	Zn	tsink	65
Uraan	Uranium	U	uraan	238
Vask	Cuprum	Cu	kuprum	64
Vesinik	Hydrogenium	H	haa	1
Vismut	Bismuthum	Bi	vismut	209
Väävel	Sulfur	S	ess	32
Volfram	Wolframium	W	volfram	184

Soolade ja aluste lahustumine vees.

Metall	I	I	II	II	III	III	III	II	II	III	II	II	I	II	II	II
Hüdroksiid- rühm või happejääk	K	Na	Ba	Ca	Mg	Al	Cr	Fe	Fe	Mn	Zn	Ag	Hg	Cu	Pb	
I OH	I	I	I	VI	VI	e	e	e	e	e	e	—	—	e	e	
I Cl	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	e	I	I	VI	
II S	I	I	I	VI	I	—	—	e	e	e	e	e	e	e	e	
II SO ₃	I	I	e	e	e	—	—	e	e	e	e	e	e	e	e	
II SO ₄	I	I	e	VI	I	I	I	I	I	I	I	VI	I	I	e	
III PO ₄	I	I	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	
II CO ₃	I	I	e	e	e	—	—	e	e	e	e	e	e	e	e	
II SiO ₃	I	I	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	—	e	e	
I NO ₃	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	

Rocina numbrid tähistavad valentsi. Tabelis täht «I» tähendab lahustuvat, «VI» — raskesti lahustuvat ja «e» — lahustumatut ühendit.

Aluste ja soolade lahustuvus vees temperatuuril 18° C.

	K	Na	Li	Ag	Ba	Sr	Ca	Mg	Zn	Pb
OH	142,9	116,4	12,04	0,01	3,7	1,77	0,17	0,001	0,0,5	0,01
Cl	32,95	35,86	77,79	0,0,13	37,24	51,09	73,19	55,81	203,9	1,49
Br	65,86	88,76	168,7	0,0,13	103,6	96,52	143,3	103,1	478,2	0,598
I	137,5	177,9	161,5	0,0,35	201,4	169,2	200	148,2	419	0,08
F	92,56	4,44	0,27	195,4	0,16	0,012	0,0016	0,0087	0,005	0,07
NO ₃	30,34	83,9	71,43	213,4	8,74	66,27	121,8	74,31	117,8	51,66
SO ₄	11,12	16,83	35,64	0,55	0,0,23	0,011	0,20	35,43	52,12	0,0041
CrO ₄	63,1	61,21	111,6	0,0025	0,0,35	0,12	0,4	73,0	—	0,0,2
CO ₃	108,0	19,39	1,3	0,003	0,0023	0,0011	0,0013	0,1	0,004	0,0,1

Tähtsamate elementide valentsid.

Tabel 4

1	2	3	4	5	6	7	8
H	O	B					
F	C		C				
Cl						Cl	
Br	S		S		S		
I	Mg	N		N			
Na	Ca	Al					
K	Ba			P			
Ag	Zn						
Cu	Cu	Sb		Sb			
Hg	Hg	Cr			Cr		
	Pb		Pb				
	Sn		Sn				
	Mn		Mn		Mn	Mn	
	Fe	Fe					Os

Toiduainete koostis (protsentides).

Tabel 5

Toiduaine	Koostisosad					
	Valgud	Rasvad	Süsi- vesikud	Mineraal- soolad	Vesi	100 g annab kilokalorit
Rukkileib	6,4	1,0	50,4	1,4	40	187,6
Sai	7,8	0,8	54	1,2	35	258,0
Lehmapiim	3,7	3,7	4,4	0,5	87,5	65,5
Või	0,8	86,5	0,5	0,5	11,5	787,5
Juust	29	30,5	1,5	2,0	36,6	360,5
Kanamunad	12,5	12,1	0,5	1,1	73,7	140,0
Heeringas, soolatud	18,4	14,5	—	13,9	57,8	129,0
Veiseliha (lahja)	20,6	2,0	—	1,2	76,2	80,0
Veiseliha (rasvane)	18,4	21,4	—	1,0	58,7	214,0
Herned, rohelistes	25,8	3,8	53	2,9	11,3	284,0
Oad	25,0	1,5	49,5	6	15,0	312,0
Kartulid	1,8	0,2	20,5	0,9	75,6	62,5
Kapsad (värsked)	1,8	0,2	5,1	1,2	90,1	19,5
Õunad	0,2	—	14	0,4	84	41,5
Mesi	1,4	—	79,9	0,2	18,9	315,0
Peedisuhkur	—	—	99,5	0,4	0,1	387,5

Rähtsamad tunnused sagedamini esinevate mineraalväetiste eristamiseks.

Jrk. nr.	Nimetus ja valem	Välised tunnused	Lahustuvus vees	Väetislahuse toime			Väetise reageerimine väetishappe ning vasega	Leegi värvus
				BaCl ₂ lahusesse	AgNO ₃ lahusesse	leelise lahusesse (soojendamisel)		
1	Ammooniumsalpeeter (NH ₄ NO ₃)	valged peened kristallid või pruunid terad	väga hea	ei reageeri	ei reageeri	eraldub ammoniaak (NH ₃)	eraldub pruun gaas (NO ₂)	—
2	Naatriumsalpeeter (NaNO ₃)	valged terad	väga hea	nõrgalt hägune (lisanditest)	vähene sade (lisanditest)	ei reageeri	eraldub pruun gaas (NO ₂)	kollane
3	Ammooniumsulfaat [(NH ₄) ₂ SO ₄]	valged või sinakashallid peened kristallid	väga hea	äärikhappes lahustumatu valge sade	nõrgalt hägune	eraldub ammoniaak (NH ₃)	ei reageeri	—
4	Superfosfaat	helehall pulber või terad	lahustub osaliselt	äärikhappes peaaegu täiesti lahustuv valge sade	lahjendatud lämmastikhappes lahustuv kollane sade; lahus värvub kollaseks	ei reageeri	ei reageeri	tellisipunane
5	Kaalisool	valged kristallid	väga hea	ei reageeri	ammooniumhüdroksiidiga lahustuv valge sade	ei reageeri	ei reageeri	kollane; läbi sinise klaasi vaadeldes lilla

SISUKORD.

I peatükk. Keemiliste ühendite tähtsamad klassid.

§ 1. Happed	3
§ 2. Alused	13
§ 3. Oksiidid	19
§ 4. Soolad	26
§ 5. Ainete üldine klassifikatsioon ja nende omavaheline seos	38
§ 6. Arvutusi keemiliste reaktsioonivõrrandite järgi	40

II peatükk. Mineraalväetised.

§ 1. Mineraalväetised ja nendega väetamine	42
§ 2. Kaaliumväetised	44
§ 3. Lämmastikväetised	47
§ 4. Fosforväetised	51
§ 5. Mikroväetised	54
§ 6. Ettevaatusabinõudest mineraalväetistega töötamisel	56

III peatükk. Süsinik. Süsinikuühendid.

§ 1. Süsinik	58
§ 2. Süsiniku ühendid hapnikuga	66
§ 3. Süsiniku ühendid vesinikuga	75
§ 4. Kütused	83
§ 5. Maapõuevarade kaitse kui üks looduskaitse elemente	87
§ 6. Hapendumine ja taandumine	89
§ 7. Leek	92
§ 8. Kütuse otstarbekast põletamisest kolletes	93
§ 9. Põhimõisteid orgaanilisest keemiast	96

IV peatükk. Metallid.

§ 1. Raud	105
§ 2. Kõrgahjuprotsess	107
§ 3. Terase tootmine	110
§ 4. Terase termiline töötlemine	114
§ 5. Raua omadused	115
§ 6. Raua korrosioon	117
§ 7. Alumiinium	118
§ 8. Vask	122
§ 9. Plii. Tina. Kroom. Volfram	123

V peatükk. Keemia ja keemiatööstus.

§ 1. Keemia tähtsus rahvamajanduses	127
§ 2. Keemiatööstuse areng Nõukogude Liidus	127
§ 3. Keemiatööstuse arengu perspektiivid Eesti NSV-s	130
Praktilised tööd	133
Tabelid	144

Карик Херги Александрович,
Принкман Карл Яанович
и Ратассеп Вяйно Эдуардович
ХИМИЯ ДЛЯ VIII КЛАССА

Обложка Г. Паньт
Эстонское Государственное
Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

Toimetaja I. Pikas
Kunstiline toimetaja H. Keigo
Tehniline toimetaja M. Vikson
Korrektorid H. Kahar ja E. Toots

Ladumisele antud 18. V 1964. Trükkimisele
antud 8. VII 1964. Paber 60×90, 1/16. Trüki-
poognaid 9,5 + 1 lisa. Arvestuspoognaid 9,43.
Trükiarv 23 000. Tellimise nr. 1717. Trüki-
koda «Ühiselu», Tallinn, Pikk 40/42.

Hind 18 kop.

18 kop.

A-26080

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00382213 9