

H. Karik
V. Ratassepp

K E E M I A

IX klassile

I-II peatükk

Tallinn
1970

AP



A-30817

H. KARIK
V. RATASEPP

KEEMIA

IX KLASSILE

I - II peatükk

- Tähedeta tähendus ja tähendus
- Gaaside tihedus
- Gaaside tihedus

Gaasid on vedelikest eristatavad sellepärast, et nad ei moodusta vedeliku pinna all, vaid lahkuvad vedeliku pinnalt. Gaasid on ka vedelikest eristatavad sellepärast, et nad ei moodusta vedeliku pinnal, vaid lahkuvad vedeliku pinnalt. Gaasid on ka vedelikest eristatavad sellepärast, et nad ei moodusta vedeliku pinnal, vaid lahkuvad vedeliku pinnalt.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

(tihedus) = $\frac{\text{mass}}{\text{ruumala}}$

Gaaside tihedus on määramine gaasi teatud massi gramides. Gaaside tihedus on määramine gaasi teatud massi gramides.

Ruumala tihedus on määramine gaasi teatud ruumala liitris. Ruumala tihedus on määramine gaasi teatud ruumala liitris.

Ruumala tihedus on määramine gaasi teatud ruumala liitris. Ruumala tihedus on määramine gaasi teatud ruumala liitris.

Selgitame järelevalv, kui suure ruumala võtab enda alla üks mool mingit gaasi. Selgitame järelevalv, kui suure ruumala võtab enda alla üks mool mingit gaasi.

On teada, et üks liiter hõõguvõõru gaasi kaalub 1,25 g. On teada, et üks liiter hõõguvõõru gaasi kaalub 1,25 g.

ARHIIVKOG

Lühend:
1. Leidsime lühendituna mõeldud.
M_g = 24 - 26

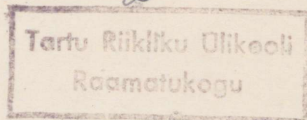
EESTI NSV HARIDUSMINISTEERIUM
TALLINN 1970

Äratrükk õpikust

H. Karik, V. Ratassepp, Keemia IX—X klassile

Kirjastus «Valgus», Tallinn, 1970

2



773 59

ARHIIVKOGU

RAAMATUKOGU

TALLINN 1970

I. ARVUTUSI GAASILISTE AINETEGA.

§ 1. GAASIDE GRAMM-MOLEKULI RUUMALA (MOOLIRUUMALA).

- Tahkete ainete ja vedelike ühe mooli ruumala
- Gaaside tihedus
- Gaaside ühe mooli ruumala arvutamine

Gaase ja vedelikke mõõdetakse tavaliselt kuupmeetrites, liitrites, milliliitrites jne.

Seost ruumala, massi ja tiheduse vahel väljendab järgmine valem:

$$\rho \text{ (tihedus)} = \frac{m \text{ (mass)}}{V \text{ (ruumala)}}$$

Gaaside tiheduse all mõistetakse gaasi ühe liitri massi grammides.

Hapniku tihedus näiteks on 1,43, mis tähendab, et normaaltingimustel on ühe liitri hapniku mass 1,43 g.

Ruumala, mille võtab enda alla üks mool mingit tahket või vedelat ainet, on erinev.

Selgitame järgnevalt, kui suure ruumala võtab enda alla üks mool mingit gaasi.

Ü l e s a n n e. On teada, et üks liiter lämmastikku kaalub 1,25 g. Leida, kui suure ruumala (normaaltingimustel) võtab enda alla üks mool lämmastikku.

L a h e n d u s.

1. Leiame lämmastiku molekulmassi:

$$M_{N_2} = 2 \cdot 14 = 28$$

Ühe mooli lämmastiku mass on seega 28 g.

2. Leiame, kui suure ruumala võtab enda alla 28 g (1 mool) lämmastikku.

Avaldame valemist $\rho = \frac{m}{V}$ ruumala V :

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{28}{1,25} = 22,4 \text{ liitrit}$$

Vastus. Ühe mooli lämmastiku ruumala normaaltingimustel on 22,4 liitrit.

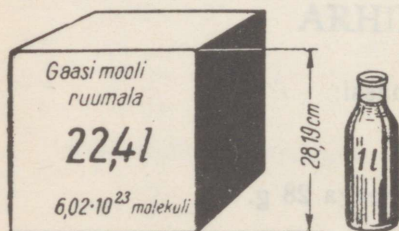
Samal viisil võime arvutada ka teiste gaaside ühe mooli ruumala normaaltingimustel:

Tabel 1.

Aine nimetus	Molekuli valem	Molekul-mass	1 liitri gaasi mass grammides 0° C ja 760 mm rõhul	Gaasi mooli-ruumala liitrites	Molekulide arv moolis
Vesinik	H ₂	2,02	0,09	$\frac{2,02}{0,09} = 22,4$	$6,02 \cdot 10^{23}$
Hapnik	O ₂	32	1,43	$\frac{32}{1,43} = 22,4$	$6,02 \cdot 10^{23}$
Süsinik-dioksiid	CO ₂	44	1,98	$\frac{44}{1,98} = 22,4$	$6,02 \cdot 10^{23}$

Selgub, et teiste gaaside ühe mooli ruumala normaaltingimustel on samuti 22,4 l. Järelikult

mistahes gaasilise aine ühe mooli ruumala normaaltingimustel on 22,4 liitrit.



Gaaside ühe mooli ruumala võib piltlikult kujutada kubbina (joonis 1).

Joon. 1. Ühe mooli gaasi ruumala normaaltingimustel.

Küsimusi ja ülesandeid.

1. Kuidas muutub gaasi ruumala a) temperatuuri tõusu või langusega, b) rõhu muutumisega?
2. Mis on normaaltingimused?
3. Gaasi ühe liitri massi arvutamiseks kasutati selle gaasi mooliruumala. Miks võetakse viimane normaaltingimustel?

4. Mitu mooli on 396 grammi süsinikoksiidi ja mitu molekuli sisaldub selles ainekoguses?
5. Arvutada ühe mooli süsinikoksiidi ruumala, kui 1 liiter seda gaasi kaalub 1,25 grammi.
6. Arvutada kolme mooli lämmastiku ruumala, kui 1 l seda gaasi kaalub 1,25 g.
7. Kui suur on a) 10 mooli, b) 0,5 mooli, c) 0,1 mooli gaasi ruumala normaaltingimustel ja mitu molekuli sisaldub antud gaasikogustes?
8. Kui suur on a) 8 g vesiniku ja b) 48 g hapniku ruumala normaaltingimustel?
9. Kui suure ruumala võtab enda alla 5 mooli lämmastikhapet (tihedus 1,55)?

10. Kui suure ruumalaga reservuaari oleks vaja
a) 85 kg vedela ammoniaagi (tihedus — 0,681).
b) 85 kg gaasilise ammoniaagi säilitamiseks?
11. Kui suur ruumala on vaja gaasi säilitamiseks (normaaltingimustel), kui see gaas sisaldab $60,2 \cdot 10^{23}$ molekuli?

§ 2. AVOGADRO SEADUS.

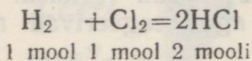
- Reageerivate gaaside ruumalade suhted
- Avogadro seadus
- Avogadro seaduse kehtivusest
- Avogadro seaduse tähtsus

Nagu varem õpitust teame, eraldub vee lagundamisel elektrivoolu toimel vesinikku mahuliselt kaks korda rohkem kui hapnikku (joonis 2). Vesinik ja hapnik aga reageerivad alati ruumalalises vahekorras 2:1.

Joon. 2. Vee lagundamine elektrivooluga.

Jälgime järgmiste näidete varal nii reageerivate kui ka reaktsioonil tekkivate gaasiliste ainete ruumalasisid.

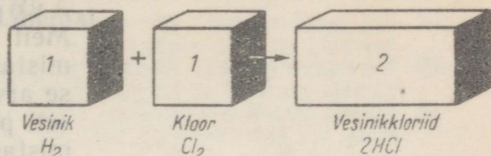
Ühe mooli kloori reageerimisel ühe mooli vesinikuga moodustub kaks mooli vesinikkloriidi:



Kuna gaasi ühe mooli ruumala on 22,4 liitrit, siis suhtuvad gaaside ruumalad järgmiselt:

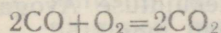
22,4 liitrit : 22,4 liitrit : 44,8 liitrit

Jagades need arvud 22,4-ga, saame vesiniku ja kloori ning reaktsioonil tekkinud vesinikklooriidi ruumalaliseks suhteks 1 : 1 : 2. Skemaatiliselt kujutab seda joonis 3.



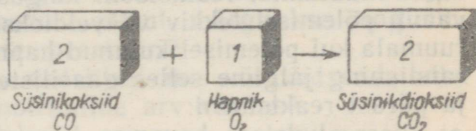
Joon. 3. Vesiniku ja kloori ning reaktsioonil tekkinud vesinikklooriidi ruumalaliste suhete skeem.

Märgime näitena veel süsinikoksiidi, hapniku ja süsinikdioksiidi ruumalalise suhte süsinikoksiidi põlemisreaktsioonil:



2 : 1 : 2

Joon. 4. Süsinikoksiidi ja hapniku ning reaktsioonil tekkinud süsinikdioksiidi ruumalaliste suhete skeem.



Toodud näidetest selgub, et

reageerivate ja reaktsioonil tekkivate gaaside ruumalad suhtuvad üksteisesse nagu lihtsad täisarvud.

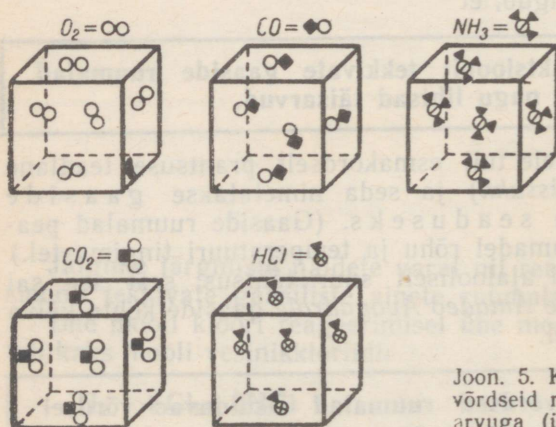
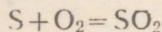
Niisugusele järeldusele tuli esmakordselt prantsuse teadlane *Gay-Lussac* (loe: *gee-lüssakk*) ja seda nimetatakse gaaside ruumalade suhete seaduseks. (Gaaside ruumalad peavad olema mõõdetud samadel rõhu ja temperatuuri tingimustel.) Seaduse avastamisel oli ajalooliselt suur tähtsus, sest see sai aluseks itaalia õpetlasele *Amadeo Avogadrole* gaaside kohta käiva uue seaduse püstitamisel.

Kõikide gaaside võrdsed ruumalad sisaldavad võrdsel rõhul ja temperatuuril võrdse arvu molekule.

Märgitud seadust tuntakse Avogadro seaduse nime all. Meil on juba teada, et üks mool mistahes ainet sisaldab alati võrdse arvu molekule ($6,02 \cdot 10^{23}$). Teiselt poolt teame aga, et ühe mooli mistahes gaasi ruumala normaaltingimustel on alati 22,4 liitrit. Sellest arutelust jõuamegi Avogadro seaduse mõistmiseni.

Piltliku ettekujutuse Avogadro seadusest annab joonis 5.

Avogadro seadusega saab seletada gaasiliste ainete ruumalade muutumist reaktsiooni käigus. Huvitagu meid näiteks, kas väävli põlemisel tekkinud vääveldioksiid võtab enda alla suurema ruumala kui põlemisel kulunud hapnik. Kirjutame reaktsiooni võrandi ning jälgime selles gaasiliste ainete molekulide arvu enne ja pärast reaktsiooni:



Joon 5. Kuubikud kujutavad gaaside võrdseid ruumalasisi võrdse molekulide arvuga (ühesugustel tingimustel).

Selgub, et väveldioksiidi molekulide arv võrdub reaktsioonist osavõtva hapniku molekulide arvuga. Avogadro seadusest järeldub, et gaasi molekulide võrdsed hulgad võtavad enda alla võrdsed ruumalad. Seega võtab tekkiv väveldioksiid enda alla niisama suure ruumala, kui oli reaktsiooniks tarvitatud hapnikul.

Avogadro seadus kehtib ainult gaaside kohta. Vedelik on molekulidevaheline kaugus palju väiksem kui gaasides. Tahkes aines on aga osakesed (ioonid, aatomid või molekulid) üksteisele veelgi lähemal.

Küsimusi ja ülesandeid.

1. Kirjeldada vesiniku reageerimist hapnikuga eudiomeetris. Missuguses ruumalalises vahekorras on reaktsiooni lähteained?
2. Millistes ruumalalistes suhetes on omavahel reageerivad ning neil reaktsioonidel tekkivad gaasid: a) vesinik ja lämmastik (moodustub ammoniaak — NH_3), b) lämmastikoksiid ja hapnik (moodustub lämmastikdioksiid — NO_2)?
3. Mispärast Avogadro seaduse puhul märgitakse tingimusena võrdset rõhku ja temperatuuri?
4. Miks ei ole gaasides ja vedelikes, mis võtavad enda alla ühesuuruse ruumala, molekulide arv võrdne?
5. Erinevate gaaside molekulid erinevad molekulmassilt ja mõõtmetelt. Millega seletada, et sellele vaatamata gaaside võrdsed ruumalad sisaldavad võrdse arvu molekule?
6. Kloori, vesinikku ja süsinikoksiidi oli anumalalistes suhetes vastavalt 2 : 4 : 3. Mitu liitrit kloori ja süsinikoksiidi oli segus, kui vesinik selles kaalus 1 g?
7. Mitu milliliitrit vesinikku ja hapnikku tekib 3,6 g vee lagundamisel?
8. 16 g gaasisegu sisaldab 45% vesinikku, 20% hapnikku ja 35% lämmastikku. Millistes ruumalalistes suhetes on need gaasid?
9. Mitu molekuli sisaldub a) pooles moolis, b) 22,4 liitris, c) 2,24 m³ gaasis?
10. Kus ja mitu korda on samadel tingimustel rohkem molekule, kas 10 liitris lämmastikus või 2 liitris hapnikus?

11. Kui suure ruumala võtab enda alla a) 5 grammi, b) 6 mooli kloori?
12. Mitu gramm-molekuli sisaldub 1 m³ gaasis normaaltingimustel?
13. Võrrelda molekulide arvu a) 11,2 l, b) 22 g süsinikdioksiidis normaaltingimustel.
14. Kui suure ruumala võtab enda alla gaasisegu, mis sisaldab 4 mooli hapnikku ja 14 g süsinikoksiidi?
15. Mitu gaasi molekuli sisaldub toa õhus (normaaltingimustel), kui põranda pindala on 8 m² ja kõrgus 2,8 m? Mitu liitrit hapnikku on selles toas?
16. Kolvist tõrjuti õhk klooriga välja. Mitme grammi võrra suurenes kolvi mass, kui kolvi maht oli 1500 ml? Arvestame, et õhu keskmine molekulmass on 29.

§ 3. ARVUTUSI GAASILISTE AINETEGA.

Teades gaasiliste ainete mooliruumala (22,4 l), on võimalik võrrelda erinevate gaaside massi ning arvutada nii reageerivate kui ka reaktsioonil tekkivate gaaside ruumalasisid.

Ülesanne 1. On antud kolm gaasi — süsinikdioksiid (CO₂), süsinikoksiid (CO) ja ammoniaak (NH₃). Milline neist on a) kõige kergem, b) kõige raskem?

Lahendus.

Leiame antud gaaside molekulmassid:

$$M_{\text{CO}_2} = 12 + 2 \cdot 16 = 44$$

$$M_{\text{CO}} = 12 + 16 = 28$$

$$M_{\text{NH}_3} = 14 + 3 \cdot 1 = 17$$

Arvutusest selgub, et üks mool (22,4 l) süsinikdioksiidi kaalub 44 g, üks mool süsinikoksiidi 28 g ja üks mool ammoniaaki 17 g.

Vastus. Antud gaasidest on kõige raskem süsinikdioksiid ja kõige kergem ammoniaak.

Ülesanne 2. Leida, mitu korda süsinikdioksiid on õhust raskem, kui on teada, et õhu keskmine molekulmass on 29.

Lahendus.

Leiame süsinikdioksiidi molekulmassi:

$$M_{\text{CO}_2} = 12 + 2 \cdot 16 = 44$$

Jagame süsinikdioksiidi molekulmassi õhu keskmise molekulmassiga:

$$\frac{44}{29} = 1,5$$

Vastus. Süsinikdioksiid on õhust 1,5 korda raskem.

Ülesanne 3. Arvutada, kui palju kaalub normaaltingimustel üks liiter vääveldioksiidi.

Lahendus.

Leiame vääveldioksiidi molekulmassi:

$$M_{\text{SO}_2} = 32 + 2 \cdot 16 = 64$$

Kuna ühe mooli mistahes gaasi ruumala normaaltingimustel on 22,4 l ning üks mool vääveldioksiidi kaalub 64 g, siis 64 g vääveldioksiidi ruumala on 22,4 l. Üks liiter vääveldioksiidi kaalub siis:

$$\frac{64}{22,4} = 2,86 \text{ g}$$

Vastus. Üks liiter vääveldioksiidi kaalub normaaltingimustel 2,86 g.

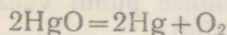
Ülesanne 4. Mitu grammi elavhõbeoksiidi kulub 5,6 liitri hapniku saamiseks?

Lahendus.

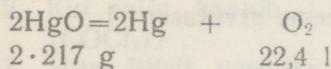
Arvutame elavhõbeoksiidi molekulmassi:

$$M_{\text{HgO}} = 201 + 16 = 217$$

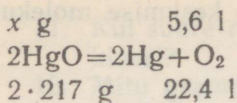
Kirjutame reaktsiooni võrrandi:



Märgime võrrandis ainete valemite alla vastavad ainekogused. Elavhõbeoksiidi võtab reaktsioonist osa 2 mooli ($2 \cdot 217 = 434 \text{ g}$). Hapnikku tekib aga 1 mool (22,4 liitrit). Seega:



Hapniku kohale märgime ülesandes toodud hapniku koguse ning otsitava elavhõbeoksiidi koguse tähistame x -ga:



Leiame otsitava suuruse:

$$x = \frac{2 \cdot 217 \cdot 5,6}{22,4} = 108,5 \text{ g}$$

Vastus. 5,6 liitri hapniku saamiseks tuleb lagundada 108,5 g elavhõbeoksiidi.

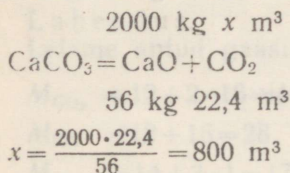
Ülesanne 5. Mitu kuupmeetrit süsinikdioksiidi vabaneb lubjakivi kuumutamisel lubjaahjus, kui saadi 2 tonni kustutamata lubja?

Lahendus.

Leiame kaltsiumoksiidi molekulmassi:

$$M_{\text{CaO}} = 40 + 16 = 56$$

Kirjutame reaktsiooni võrrandi ja teeme arvutuse (kui aine mass on kilogrammides, s. t. grammist 1000 korda suuremates massiühikutes, siis kasutame ka ruumalaühikuna liitrist 1000 korda suuremat ühikut — kuupmeetrit):

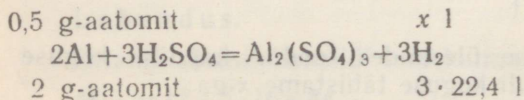


Vastus. 2 tonni kustutamata lubja tekkimise puhul vabaneb lubjakivi kuumutamisel 800 m³ süsinikdioksiidi.

Ülesanne 6. Mitu liitrit vesinikku eraldub 0,5 g-aatomi alumiiniumi reageerimisel väävelhappega?

Lahendus.

Kirjutame reaktsiooni võrrandi ja teeme arvutuse:



Ülesande kohaselt võtab reaktsioonist väävelhappega osa 0,5 g-aatomit alumiiniumi, s. o. 4 korda vähem kui võrrandi järgi. Järelikult eraldub ka vesinikku 4 korda vähem:

$$\frac{3 \cdot 22,4}{4} = 16,8 \text{ l}$$

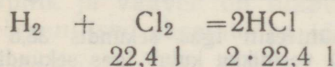
Vastus. 0,5 g-aatomi alumiiniumi reageerimisel väävelhappega eraldub 16,8 l vesinikku.

Ülesanne 7. Mitu liitrit vesinikkloriidi tekib 11,2 l kloori reageerimisel vesiniku ülehulgaga?

Lahendus.

Kuna kloori ja ka otsitava vesinikkloriidi kogus esineb liitrites, ei ole vaja nende ainete molekulmasse arvutada.

Kirjutame reaktsiooni võrrandi ning märgime kloori valemi alla võrrandi järgi kuluva kloorikoguse ja vesinikkloriidi valemi alla võrrandi järgi tekkiva vesinikkloriidi koguse liitrites:



Võrrandi järgi reageerib kloori üks mool (22,4 l) ja vesinikkloriidi tekib 2 mooli (2 · 22,4 l).

Reageeriva kloori ja tekkiva vesinikkloriidi ruumalad suhtuvad nagu 2 : 1. Seega võime märkida, et 1 l kloori reageerimisel vesinikuga tekib 2 l vesinikkloriidi.

Kui 1 l kloori reageerimisel vesinikuga tekib 2 l vesinikkloriidi, siis 11,2 l kloori puhul tekib 2 · 11,2 = 22,4 l vesinikkloriidi.

Vastus. 11,2 l kloori reageerimisel vesinikuga tekib 22,4 l vesinikkloriidi.

Ülesandeid harjutamiseks.

1. Leida gaasi molekulmass, kui 1 liiter seda gaasi kaalub a) 1,43 g, b) 3,2 g.
2. Kui palju kaalub 1 liiter a) süsinikoksiidi, b) fosgeeni (COCl₂)?
3. Mitu liitrit vesinikku kulus pauksaasi reaktsioonil, kui reaktsiooni tulemusena saadi 4,5 ml vett?
4. Mitu grammi vett tekib 13,44 l vesiniku reageerimisel hapnikuga?

5. Mitu mooli vett reageeris naatriumiga, kui saadi 11 200 cm³ vesinikku?
6. Mitu grammi naatriumhüdrosiidi tekkis naatriumi reageerimisel veega, kui reaktsiooni tulemusena vabanes 6,72 l vesinikku?
7. Mitu liitrit kloori kulus reaktsioonil pulbrilise rauaga, kui reaktsiooni tulemusena tekkis 3,25 g raud(III)kloriidi?
8. Vase põlemisel klooris tekkis 45 g vask(II)kloriidi. Mitu liitrit kloori reageeris vasega?
9. Mitu grammi fosforit põles klooris ja mitu liitrit kloori kulus, kui reaktsiooni tulemusena moodustus 1,35 g fosfortrikloriidi?
10. Tööstuslikus seadmes saadi vesiniku põlemisel klooris 89,6 m³ vesinikkloriidi. Mitu liitrit kulus kloori?
11. Gaaside segus, mis koosnes 3 g vesinikust ja 74 g kloorist, reageeris üks gaas teisega täielikult. Milline gaas tekkis? Millises ruumalalises koguses esinesid gaasid pärast reaktsiooni?
12. Soolhappe tehase vastavas seadmes sünteesiti igas sekundis 36,5 l vesinikkloriidi. Mitu liitrit a) kloori, b) vesinikku kulub igas sekundis, kui arvestada, et vesinikku tuleb võtta 3% võrra rohkem, kui näitab reaktsiooni võrrandi järgi tehtud arvutus?
13. 0,2 g-aatomit tsinki reageeris 500 g 12%-lise soolhappega. Mitu liitrit vesinikku eraldus?
14. Kinnises nõus pandi plahvatama gaasisegu, mis koosnes 0,02 moolist vesinikust ja 0,224 l kloorist. Mis on nõus pärast plahvatust? Leida tekkinud aine kogus grammides.
15. Mitu grammi 98%-list väävelhapet kulub reaktsioonil naatriumkloriidiga, et saada 1,12 l vesinikkloriidi?

Põhiküsimusi I peatüki kohta.

1. Mida mõistetakse gaaside tiheduse all?
2. Mis on a) grammaatom, b) gramm-molekul ehk mool?
3. Kui suur on gaasilise aine mooli ruumala normaaltingi-
mustel?
4. Avogadro seadus.
5. Ühe liitri gaasimassi arvutamine lähtudes aine valemist.
6. Gaasi ruumala leidmine massi järgi ja massi leidmine gaasi ruumala järgi.
7. Osata otsustada, kas gaas on õhust kergem või raskem, lähtudes aine molekulmassist.
8. Reaktsioonist osavõtivate või reaktsioonil tekkivate gaasi ruumalade arvutamine reaktsiooni võrrandi järgi.

H. HAPNIKU ALARÜHMA ELEMENDID.

§ 1. HAPNIKU JA VÄÄVLI ASETUS PERIOODILISUSE SÜSTEEMIS, NENDE AATOMITE EHITUS.

Hapnik on looduses kõige enam levinud keemiline element. Väävel on aga üks esimesi inimesele tuntud elemente. Hapniku ja vääveli aatomi välises elektronikihis on kuus elektroni. See-pärast paiknevad nad perioodilisuse süsteemi kuuendas rühmas. Hapnik ja väävel on tüüpilised mittemetallid. Nende aatomite elektronilised skeemid on järgmised:

O: 8+ | 2) 6) S: 16+ | 2) 8) 6)

§ 2. VÄÄVEL — Sulfur.

16	
S	6
32,064	8
	2

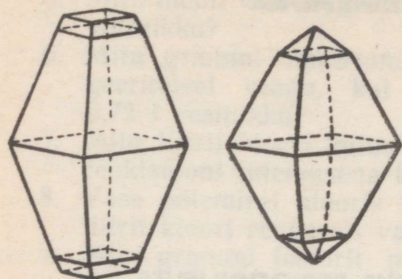
Väävel on üks levinumaid ja tähtsamaid mittemetalle. Teda leidub looduses nii ehedalt kui ka rohkearvulistes ühendites, mineraalides ja valkudes. Inimkond tunneb väävlit juba kaugest minevikust, kus ta oli antiikaja teadlastele põlemise võrdkujuks.

Laboratooriumides ja tööstuses kasutatakse kas tükkidena esi-nevat kangväävlit või pulbrilist väävlit — väävliiõit.

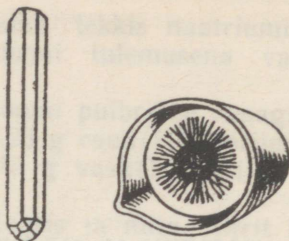
1. VÄÄVLI FOOSIKALISED OMADUSED.

- Värvus, rabadus, elektri- ja soojusjuhtivus
- Allotroopia
- Vääveli molekuli ehitus
- Lahustuvus

Väävel on kollase värvusega kristalne aine. Ta on võrdlemisi rabe, mistõttu laseb ennast kergesti peenestada. Väävel juhib hal-



Joon. 6. Rombilise väävli kristallid.

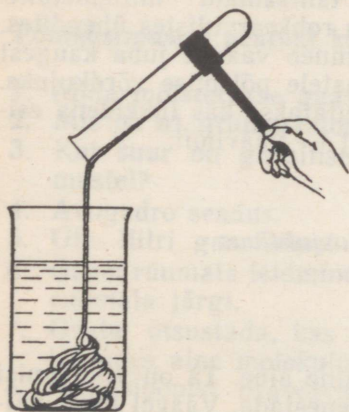


Joon. 7. Prismalise väävli kristallid.

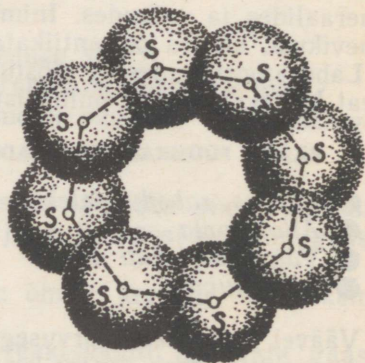
vasti elektrit ja soojust. Erinevatel kristallumistemperatuuridel võivad tekkida erineva kujuga väävli kristallid. Väävel võib esineda ka amorfse ainena. Sellest olenevalt esineb väävel erinevate teisenditena: rombilise, prismalise ja plastilise väävlina.

Kõige levinum on r o m b i l i n e v ä ä v e l, mille nimetus tuleb sellest, et tema kristallide ristlõikepinnad on rombikujulised (joonis 6). Rombilise väävli kristalle võib näha luubi abil.

Prismalise väävli kristallid kujutavad endast prismasid (joonis 7). Neid võime saada, kui sulatame väävli, torkame jahtumisel väävli pinnale tekkiva kirme läbi ning valame vedela väävli



Joon. 8. Plastiline väävel.



Joon. 9. Väävli molekul.

tekkinud ava kaudu välja. Avas näeme prismalise väävli kristalle.

Kui valada keemiseni kuumutatud väävlit külma vette (joo- nis 8), moodustub pehme pruunikas mass, mida võib venitada nagu närimiskummit. Niisugust väävlit nimetatakse plastiliseks väävliks.

Väävel võib esineda mitmel eri kujul: rombiline, prismalise ja plastilise väävlina, olenevalt kristallide erinevast ehitusest.

Keemilise elemendi esinemist mitme lihtainena nimeta- take allotroopiaks, vastavaid lihtaineid aga keemilise ele- mendi allotroopseteks modifikatsioonideks ehk teisenditeks.

Sõna *allotroopia* on tuletatud kreekakeelsetest sõnadest *allos* — teine ja *tropos* — liik.

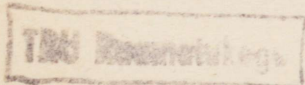
Nii prismaline kui ka plastiline väävel muutuvad aja jooksul rombilineks. Looduses leiduv väävel on seetõttu alati rombiline.

Väävli molekul koosneb kaheksast aatomist (S_8).

Väävel ei lahustu vees, lahustub aga võrdlemisi hästi süsinik- disulfiidis, vähemal määral benseenis ja teistes orgaanilistes lahustites. Selliste lahuste aurustamisel tekib rombiline väävel.

Küsimusi ja ülesandeid.

1. Kaasajal tuntakse nelja väävli isotoopi massiarvudega 32, 33, 34 ja 36. Mis on neil ühist ja mille poolest erinevad nad üksteisest aatomi ehituse seisukohalt?
2. Mis põhjustab väävli esinemist erinevate allotroopsete teisenditena?
3. On antud tahkete ainete segu, mis koosneb väävlist, liivast ja naatriumkloriidist. Kuidas võiks eraldada need ained üksteisest?
4. Võtta katseklaasi veidi väävlit, kuumutada keemiseni ja asetada väävliaurudesse külm klaasplaat. Mida täheldate? Mispärast?
5. Võtta katseklaasi 2—3 ml benseeni, lisada veidi väävlit ja soojendada segu kuuma veega täidetud keeduklaasis. (Ette-



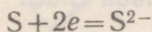
vaatust! Benseeni aurud on mürgised!) Kallata siis vedelik katseklaasist portselankaussi, lasta benseenil aurustuda ja vaadelda luubiga tekkinud kristallide väliskuju.

6. Arvutada väävli protsentuaalne sisaldus püriidis (FeS_2).
7. Mitu grammi rauda ja väävlit reageerivad, kui moodustub 50 g raud(II)sulfiidi?
8. Koostada oksiidi valem, milles väävel oleks kõrgeima positiivse valentsiga, ja arvutada väävli protsentuaalne sisaldus selles oksiidis.
9. Mitu a) liitrit ja b) mooli hapnikku kulub 8 g väävli põletamiseks?
10. Mitu liitrit õhku kulub 48 g väävli põletamiseks?
11. Mitu kilogrammi väävlit on 200 kg maagis, mis sisaldab 65% püriiti (FeS_2) ja 35% lisandeid?

2. VÄÄVLI KEEMILISED OMADUSED.

- Keemiliste omaduste seos väävli aatomi ehitusega
- Väävli valents ühendites
- Väävli reageerimine vesiniku, metallide ja hapnikuga

Keemilise sideme tunDMAõppimisel nägime, et aatomid püüavad saavutada kaheksaelektronilist väliskihti. Väävli aatomi elektronilisest skeemist S: 16+ | 2) 8) 6) järeldame, et väliskihil on 6 elektroni, eelviimasel kihil aga 8 elektroni. Kaheksaelektronilise väliskihi saavutamiseks on kaks võimalust: 1) väävli aatom liidab kaks elektroni ja muutub negatiivselt laetud iooniks:



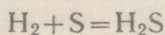
2) loovutab kuus elektroni: $\text{S} - 6e = \text{S}^{6+}$

Seega võib väävli valents ühendites olla -2 kuni $+6$ (enamasti -2 , $+4$ ja $+6$). Väävel kui mittemetall moodustab ühendeid vesiniku, metallide ja mittemetallidega.

Joon. 10. Divesiniksulfiidi saamine ja lahustamine vees.

Väävli reageerimine vesinikuga.

Väävel reageerib vesinikuga kõrgemal temperatuuril, moodustades divesiniksulfiidi (väävelvesiniku):



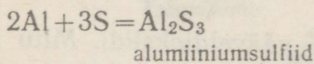
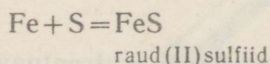
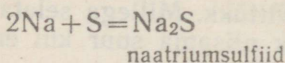
Väävli reageerimist vesinikuga kujutab joonis 10.

Divesiniksulfiid on mürgine.

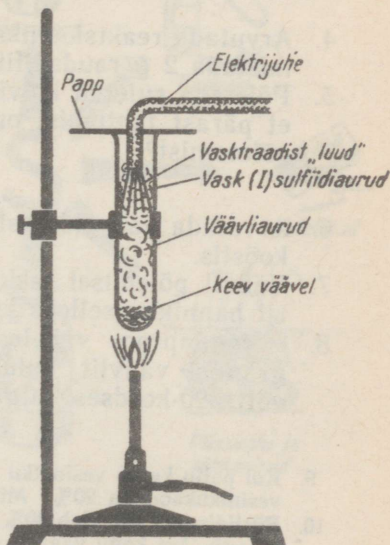
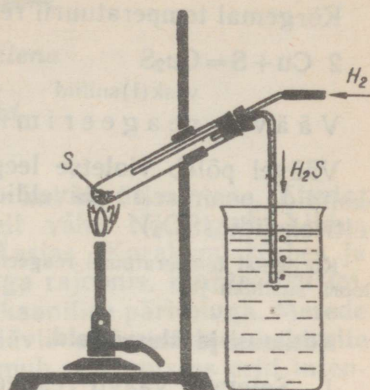
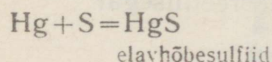
- ▼ Divesiniksulfiid on iseloomuliku mädamunalõhnaga gaas.

Väävli reageerimine metallidega.

Kõik metallid, välja arvatud kuld, võivad reageerida väävliga, moodustades sulfiide. Reaktsioon toimub kas tavalisel temperatuuril või soojendamisel:

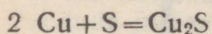


Toatemperatuuril reageerib väävel elavhõbedaga:



Joon. 11. Vase reageerimine väävliga.

Kõrgemal temperatuuril reageerib väävliga ka vask (joonis 11).



vask(I) sulfiid

Väävli reageerimine hapnikuga.

Väävel põleb violetse leegiga. Põlemisel moodustuvad väävli oksiidid, peamiselt vääveldioksiid (SO_2) ja vähesel määral vääveltrioksiidi (SO_3).

Kõrgemal temperatuuril reageerib väävel ka teiste mittemetallidega (fosfori, kloori, süsiniku jt.).

Küsimusi ja ülesandeid.

1. Seletada väävli reageerimist rauaga, vastates küsimustele:
a) mis oksüdeerub ja mis redutseerub, b) milline aine on oksüdeerijaks, milline redutseerijaks.
2. Määrata väävli valents järgmistes ühendites: H_2S , CaS , SO_2 , SO_3 , H_2SO_3 .
3. Kirjutada reaktsiooni võrrandid järgmiste sulfiidide saamiseks (elemendi ja väävli ühinemisreaktsioonil): FeS , Ag_2S , ZnS , Cu_2S , CS_2 , P_2S_3 . Mis on oksüdeerija ja mis oksüdeerub?
4. Arvutada reaktsiooniks vajalike lähteainete kogused ja valmistada 2 g raudsulfiidi.
5. Põletada suletud kolvis väike väävlitükk. Millega seletada, et pärast jahtumist on kolvis rõhk niisama suur kui enne põletamist?
6. Arvutada vääveldioksiidi ja vääveltrioksiidi protsentuaalne koostis.
7. Väävli põlemisel tekkis 5 mooli vääveldioksiidi. Mitu liitrit hapnikku selleks kulus?
8. Põrandaprao vahele sattus 0,1 g elavhõbedat. Mitu grammi väävlit kulub selle sidumiseks, kui väävlit tuleb võtta 20-kordses hulgas võrreldes teoreetilisega?
9. Kui palju kulub vesinikku ja väävlit 10 g divesiniksulfiidi saamiseks, kui vesinikukaod on 20%? Mitu liitrit vesinikku selleks kulub?
10. Püriidimaak sisaldab 40% väävlit. Mitu grammi püriiti on 100 g püriidimaagis, kui kogu väävel on seotud ühendis FeS_2 ?

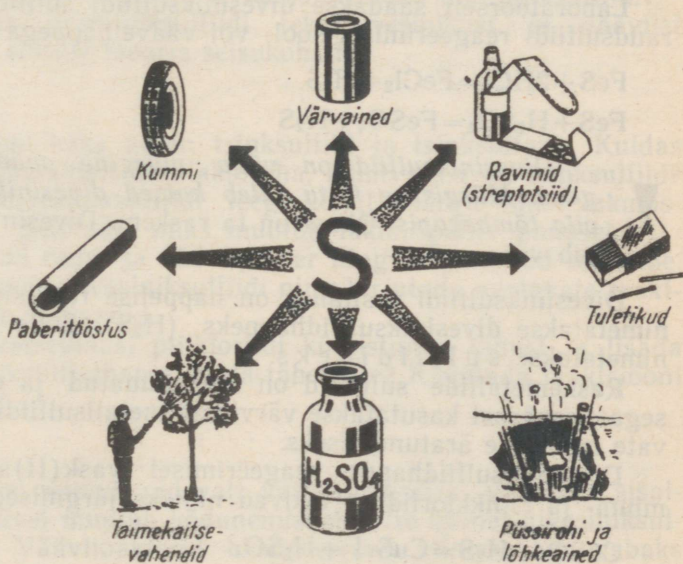
3. VÄÄVEL LOODUSES. VÄÄVLI KASUTAMINE.

- Väevli leidumine ehedalt ja ühenditena
- Väevli leiukohad
- Tähtsamad sulfiid- ja sulfaatmaagid
- Tähtsamaid väevli kasutusalasid

Väevlit esineb looduses nii ehedalt kui ka ühenditena. Ehedat (vaba) väevlit leidub looduses üldiselt vähe. Nõukogude Liidus on suurimad väevli leiukohad Kesk-Aasias (Karakumi kõrbes ja Usbeki NSV-s), Kaukaasias, Kesk-Volga rajoonis, Kamtšatkal jm.

Kamtšatka väävel on peamiselt vulkaanilise päritoluga. Merede ja järvede põhjas toimub eheda väevli sadestumine bakterite tegevuse tagajärjel. Mustas meres toimub see protsess eriti intensiivselt umbes 200 m sügavuses.

Tähtsamateks väevliühenditeks looduses on sulfiidid. Mitmetel sulfiididel on ilus metalne läige, mispärast neid nimetatakse läikudeks. Tähtsamateks sulfiidseteks mineraalideks on



Joon. 12. Väevli kasutamine.

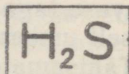
püriit — FeS_2 , vaskpüriit ehk kalkopüriit — CuFeS_2 , pliiläik — PbS , mis sisaldab sageli hõbedat, tsinkhelk — ZnS , kinaver — HgS , vaskläik — Cu_2S jt.

Teise loodusliku väevliühendite klassi moodustavad sulfaadid. Siia kuuluvad mineraalid kips — $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, raskepagu — BaSO_4 , mirabiliit — $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, mõrusool — $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ jt.

Väavel kuulub mitmete valkude koostisse. Juuste, küunte, sarvede ja villa põletamisel eralduv lõhn osutab ka väevliühendite sisaldusele neis ainetes.

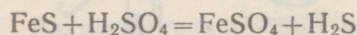
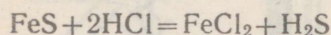
Väevli kasutamisest väga erinevates rahvamajanduse harudes annab ülevaate joonis 12.

§ 3. DIVESINIKSULFIID (VÄÄVELVESINIK).



- *Divesiniksulfiidi saamine*
- *Divesiniksulfiidi füüsikalised ja keemilised omadused*
- *Divesiniksulfiidhape ja sulfiidid*

Laboratoorselt saadakse divesiniksulfiidi sulfiidide, peamiselt raudsulfiidi reageerimisel sool- või väavelhappega:

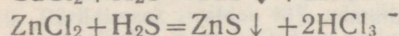
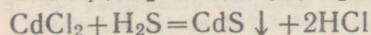
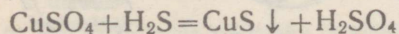


! *Divesiniksulfiid on väga mürgine mädamunalõhnaga gaas. Mürgisuse tõttu tuleb katsed divesiniksulfiidiga läbi viia tõmbekapis. Ohust on ta raskem. Divesiniksulfiid lahustub vees.*

Divesiniksulfiidi vesilahus on happelise reaktsiooniga ja seda nimetatakse divesiniksulfiidhappeks (H_2S). Selle happe soolased nimetatakse sulfiidideks.

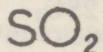
Raskemetallide sulfiidid on lahustumatud ja erineva värvusega, seepärast kasutatakse värviliste metallsulfiidide teket vastavate metallide äratundmiseks.

Divesiniksulfiidhappe reageerimisel vask(II)sulfaadi, kaadmium- ja tsinkkloriidiga tekivad näiteks järgmised sulfiidid:



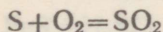
- Arvutada, kui palju tekib vaba väävliit 102 kg divesiniksulfiidi oksüdeerimisel.
- Mitu liitrit a) hapnikku, b) õhku kulub 10 m³ divesiniksulfiidi põletamiseks? Kirjutada reaktsiooni võrrand, kuid arvutada peast.
 - Arvutada a) vääveldioksiidi, b) divesiniksulfiidi ühe liitri mass.
 - Mitu liitrit divesiniksulfiidi on võimalik saada 100 g tehnilisest raudsulfiidist, mis sisaldab 10% lisandeid?

§ 4. VÄÄVELDIOKSIID.

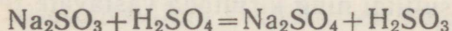


- Saamine a) väävlist, b) sulfititest
- Füüsikalised ja keemilised omadused
- Väävlishape ja ta soolad
- Vääveldioksiidi ja sulfitite kasutamisalasid

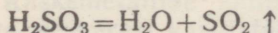
Vääveldioksiidi saadakse väävli põlemisel:



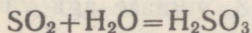
Kõrvalsaadusena moodustub seejuures vähesel määral vääveltrioksiidi. Laboratoorselt saadakse vääveldioksiidi kontsentreeritud väävelhappe reageerimisel naatriumsulfitiga. Viimasest tõrjub väävelhape kui tugev hape väävlishappe välja:



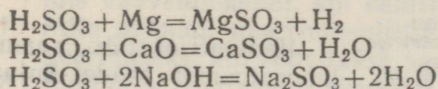
Väävlishape laguneb veeks ja vääveldioksiidiks:



- ▼ Vääveldioksiid on värvusetu, terava lõhnaga mürgine gaas.
- Ta reageerib veega, moodustades väävlishappe:



Väävlishape reageerib metallide, aluseliste oksiidide ja hüdroksiididega. Näiteks:



Kahealuselise happena moodustab ta lihtsoolad, mida nimetatakse sulfititeks (näiteks K_2SO_3 — kaaliumsulfit — ja vesiniksoolad — vesiniksulfitid (näiteks KHSO_3 — kaaliumvesiniksulfit).

Vääveldioksiidi kasutatakse peamiselt väävelhappe tootmiseks. Kuna vääveldioksiid mõjub surmavalt pisikutele ja hallitusseentele, «vääveldatakse» põleva väävliga keldri- ja aida ruume, veinivaate, käärimisastjaid jm.

Vääveldioksiid valastab paljusid värvaineid, seepärast pleegitatakse temaga villa, paberit, siidi, õlgi jm. (joonis 14).

Naatriumsulfitit tarvitatakse tekstiilitööstuses ja fotoilmutite valmistamisel (konserveeriva aina). Kaltsiumvesiniksulfitit [$\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$] kasutatakse tselluloositööstuses puidu töötlemisel sulfittselluloosiks. Puidumassi keetmisel rõhu all kaltsiumvesiniksulfiti lahusega lahustuvad ligniin ja teised puidumassi kuuluvad ained ning saadakse puhas tselluloos, mida kasutatakse paberi valmistamiseks. Seda menetlust rakendatakse paberi tootmisel V. Kingisepa nim. Tselluloosi- ja Paberikombinaadis.

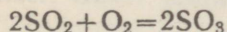


§ 5. VÄÄVELTRIOKSIID.

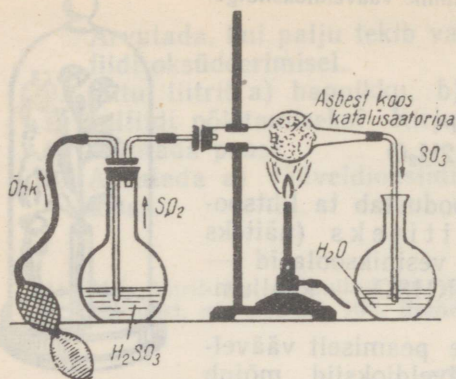


- Vääveldioksiidi katalüütiline oksüdatsioon
- Vääveltrioksiidi füüsikalised ja keemilised omadused
- Väävelhape

Vääveltrioksiidi saadakse vääveldioksiidi katalüütilisel oksüdatsioonil. Reaktsioon toimub kõrgel temperatuuril katalüsaatorite (vanaadium(V)oksiidi, raudoksiidide, kroom(III)oksiidi või mangaan(IV)oksiidi) manulusel:

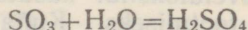


Joon. 15. Vääveltrioksiidi saamine.



Vääveltrioksiidi saamise laboratoorsed seadet kujutab joonis 15.

Vääveltrioksiidi sulamispunkt on $+17^{\circ}\text{C}$. Veega kokkupuutumisel eraldub palju soojust ning moodustub väävelhape:



Vääveltrioksiid on happeline oksiid. Ohu käes ta «suitseb». See on tingitud väikestest väävelhappe piiskadest, mis tekitavad vääveltrioksiidi reageerimisel õhuniiskusega. Vääveltrioksiid on tugev oksüdeerija. Paljud ained (näiteks fosfor) süttivad kokkupuutes temaga. Vääveltrioksiidi kasutatakse väävelhappe tootmiseks.

Küsimusi ja ülesandeid.

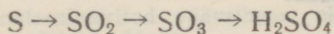
1. Võrrelda vääveldioksiidi ja -trioksiidi kvalitatiivset ja kvantitatiivset koostist ning omadusi.
2. Miks ei ole võimalik valmistada kontsentreeritud väävlis-hapet?
3. Millega seletada valge suitsu teket väävli põlemisel?



4. On antud naatriumsulfit ja naatriumsulfaat. Kuidas neid kindlaks määrata?
5. Põletada anumask väike väävlitükike ja viia siis sellesse hõõguv raudtraadist spiraal (joonis 16). Raudtraadi pinnal tekkiv oksiidikiht on katalüsaatoriks. Tähele panna vääveltrioksiidi teket ning kirjutada reaktsiooni võrrand.

Joon. 16. Vääveltrioksiidi saamine.

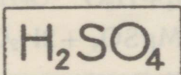
6. Keldri desinfitseerimiseks põletati seal 64 g väävliit. Mitu liitrit vääveldioksiidi tekkis? Mitu mahuprotsenti oli ruumis vääveldioksiidi, kui keldri ruumala on 8 m³?
7. Mitu grammi naatriumsulfitit on vaja väävelhappega reageerimiseks, kui soovitakse saada 11,2 l vääveldioksiidi?
8. Lähtudes reaktsiooni skeemist



arvutada, kui palju võib saada vääveldioksiidi, vääveltrioksiidi ja väävelhapet 16 g väävlist.

9. 10 g naatriumsulfitit reageeris 25 ml 88%-lise väävelhappega (tihedus 1,8). Mitu liitrit vääveldioksiidi tekkis?
10. Laboratooriumis oksüdeeriti 32 g vääveldioksiidi platinakatalüsaatori juuresolekul. Seejuures saadi 38 g vääveltrioksiidi. Arvutada protsessi saagis.

§ 6. VÄÄVELHAPPE.



1. VÄÄVELHAPPE FÜSIKALISED OMADUSED.

- Väävelhappe tihedus ja hügrooskoopsus
- Väävelhappe lahjendamise reegel

Kontsentreeritud väävelhape on värvuseta õlitaoline vedelik. Ta sisaldab 95—98% H₂SO₄. Kontsentreeritud väävelhappe tihedus on 1,84 ja keemispunkt 338° C. Väävelhappe lahustamisel vees vabaneb palju soojust (hüdratatsioonireaktsiooni tõttu). Lahjendatud väävelhappe saamiseks ei tohi kunagi valada vett happesse. Vee valamisel väävelhappesse võib vesi soojeneda keemiseni ning tekkinud veeaur põhjustada väävelhappe väljapritsumist anumast.



Väävelhappe lahjendamisel tuleb hapet valada vette!

Kontsentreeritud väävelhape on hügrokoopne aine. Seepärast kasutatakse väävelhapet temaga mittereageerivate gaaside kuivatamisel. Gaasi juhtimisel läbi väävelhappe seob viimane gaasis

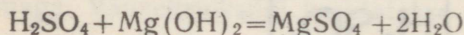
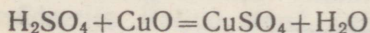
sisalduva veeauru ja gaas muutub kuivaks. Vett neelava aina kasutatakse väävelhapet ka eksikaatorites.

Vääveltrioksiid lahustub hästi kontsentreeritud väävelhappes. Saadud lahust nimetatakse oleumiks.

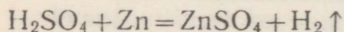
2. VÄÄVELHAPPE KEEMILISED OMADUSED.

- Väävelhappe reageerimine metallide, aluseliste oksiidide ja alustega
- Väävelhappe oksüdeerivad ja söestavad omadused
- Väävelhappe reageerimine sooladega

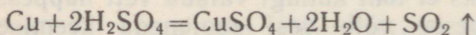
Väävelhappe vesilahusel on happeid iseloomustavad omadused. Lakmuse lahus muutub selles punaseks, metüüloranž kollasest punakaks. Lahjendatud väävelhappe reageerimisel aluseliste oksiidide ja hüdroksiididega moodustuvad soolad:



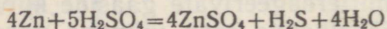
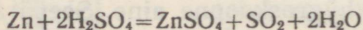
Väävelhappe toime metallidesse sõltub tema kontsentratsioonist, temperatuurist ja metalli iseloomust. Metallid (välja arvatud plii), mis asuvad pingereas vesinikust vasakul, tõrjuvad lahjendatud väävelhappesest vesiniku välja:



Peaaegu kõik metallid reageerivad soojendamisel kontsentreeritud väävelhappesega. Seejuures ei eraldu vesinik, vaid vääveldioksiid, vaba väävel või divesiniksulfiid. Milline aine eraldub, oleneb reageeriva metalli aktiivsusest ja temperatuurist.



Tsingi reageerimisel soojendatud kontsentreeritud väävelhappesega tunneme algul vääveldioksiidi lõhna, edasisel soojendamisel ilmub aga mädamuna lõhn, mis viitab divesiniksulfiidi tekkele.



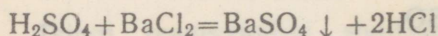
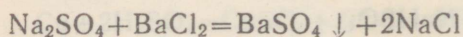
Rauasse kontsentreeritud väävelhappe tavalistel tingimustel ei

soolad — vesiniksulfaadid (KHSO_4). Ülevaate tähtsamatest sulfaatidest annab järgmine tabel.

Tabel 2.

Valem	Nimetus	Kasutusala
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	naatriumsulfaat-10-vesi (glaubrisool)	klaasi ja sooda tootmisel meditsiinis (lahtistina)
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	kaltsiumsulfaat-2-vesi (kips)	ehituskipsi tootmiseks
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	vasksulfaat-5-vesi (vaskvitriol)	taimekaitsevahendite valmistamisel (bordoo vedelik), värvimistöodel
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	raud(II)sulfaat-7-vesi (raudvitriol)	taimekahjurite tõrjevahend, puidu konserveerimisvahend
BaSO_4	baariumsulfaat	värvipigment meditsiinis (röntgenoskoopias)
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	kaaliumalumiiniumsulfaat-12-vesi (maerjas)	värvimistööstuses, meditsiinis (veresulgurina)

Väävelhappe ja sulfaatide kindlakstegemiseks lastakse analüüsitavaid aineid lahustel reageerida mõne vees lahustuva baariumisoola lahusega, näiteks baariumkloriidi lahusega.



Vees ja hapetes lahustumatu baariumsulfaadi sademe teke on tunnuseks, et uuritavas lahuses on väävelhapet või mingit sulfaati.

Küsimusi ja ülesandeid.

1. Seletada, miks väävelhappe valamisel vette vedelik ei paisku anumast välja, vastupidisel toimimisel aga paiskub.
2. Kas väävelhappe vett siduvaid omadusi saab kasutada naatriumsulfit-7-vee kristallvee kõrvaldamiseks? Põhjendada vastust.
3. Seletada väävelhappe söestavat toimet glükoosisse ($C_6H_{12}O_6$).
4. Kuidas saada vesinikfluoriidi kaltsiumfluoriidist? Põhjendada vastust.
5. Raudvaat, milles transporditi kontsentreeritud väävelhapet, osutus pärast tühendamist seestpoolt tugevasti sööbinuks. Kuidas seda seletada?
6. Võtta katseklaasi 1—2 ml kontsentreeritud väävelhapet ja asetada sellesse pird. Seletada toimuvat ja kirjutada reaktsiooni võrrand, arvestades, et puidu peamise koostisosa — tselluloosi valem on $(C_6H_{10}O_5)_n$.
7. Võtta katseklaasi mõned kaalium- või naatriumnitraadi kristallid, lisada umbes 0,5 ml kontsentreeritud väävelhapet ja soojendada nõrgalt. Seletada toimuvat ja kirjutada reaktsiooni võrrand.
8. Ühes katseklaasis on soolhape, teises väävelhape. Tõestada, millises katseklaasis on väävelhape.
9. Võtta ühte katseklaasi 1—2 ml naatriumkarbonaadi lahust, teise katseklaasi niisama palju naatriumsulfaadi lahust. Lisada mõlemasse baariumkloriidi lahust. Mida täheldate? Kirjutada vastavad reaktsiooni võrrandid. Siis lisada mõlemasse katseklaasi soolhapet. Seletada toimuvat ja kirjutada reaktsiooni võrrand.
10. Mitme protsendiline on väävelhape, kui ühe mooli vääveltrioksiidi kohta on kaks mooli vett?
11. Mitu grammi väävelhapet on 150 ml-s 60%-lises väävelhappes (tihedus 1,50)?
12. Arvutada tekkinud väävelhappe protsentuaalne kontsentratsioon, kui 20 g vääveltrioksiidi absorbeerida 100 ml vees.

Joon. 18. Vaade Maardu Keemiakombinaadi väävelhappetsehhile.

13. Arvutada väävelhappe lahuse protsentuaalne kontsentratsioon, kui segati 20 ml 40%-list väävelhapet (tihedusega 1,3) 100 ml veega.
14. Mitu milliliitrit 70%-list väävelhapet (tihedusega 1,61) ja vett kulub 250 ml 30%-lise väävelhappe (tihedus 1,22) valmistamiseks?
15. Mitu grammi 10%-list baariumnitraadi lahust kulub 20 ml 40%-lise väävelhappega (tihedus 1,3) reageerimiseks?

§ 7. VÄÄVELHAPPE TÄHTSUS RAHVAMAJANDUSES.

- *Väävelhappe kasutamine rahvamajanduses*
- *Happed, mida toodetakse väävelhappe abil*

Väävelhape on üks tähtsamaid keemiatööstuse tooteid. Teda kasutatakse kõikides rahvamajandusharudes.

Väga palju väävelhapet (40% toodangust) kasutatakse mine-

raalväetiste valmistamiseks. Tähtsamateks väetisteks, mille tootmisel kasutatakse väävelhapet, on superfosfaat ja ammooniumsulfaat. Niisama palju väävelhapet kasutatakse käesoleval ajal kunstkiudude, värvainete, lakkide, mürkkemikaalide, lõhkeainete, ravimite ja paljude teiste orgaaniliste ainete tootmisel.

Umbes 10% toodetavast väävelhappest kasutatakse nafta- ja kütusetööstuses. Väävelhappe abil puhastatakse naftast toodetud bensiini, petrooleumi ja määrideõlisid.

Väävelhapet kui kõrge keemispunktiga hapet kasutatakse ka teiste hapete tootmisel. Nii toodetakse väävelhappe abil fosforhapet, soolhapet, etaanhapet, boorhapet, vesinikfluoriidhapet jt. Paljude soolade tootmine toimub samuti väävelhappe abil. Väävelhapet vajatakse suurel hulgal metallurgias, näiteks vase, koobalti, nikli, plaatina, hõbeda ja teiste värviliste ning haruldaste metallide tootmisel. Väävelhapet ja sulfaate kasutatakse ka terasesemete pinna töötlemisel enne nende nikeldamist, tinamist või kroomimist.

Väävelhapet tarvitatakse galvaaniliste elementide valmistamisel, pliiakumulaatorite täitevedelikuna, nahaparkimisel, suhkruga ja siirupi tootmisel, piirituse tootmisel puidust ja mujal.

Väävelhappe tootmise kasvutempo poolest on Nõukogude Liit esikohal maailmas.

Maardu Keemiakombinaadis (joonis 18) toodetavat väävelhapet kasutatakse superfosfaadi tootmiseks.

§ 8. KEEMILISTE REAKTSIOONIDE KIIRUS JA SEDA MÕJUTAVAD TEGURID

- *Keemilise reaktsiooni kiirus*
- *Näiteid erineva kiirusega kulgevatest reaktsioonidest*
- *Keemilise reaktsiooni kiiruse sõltuvus ainete iseloomust ja kokkupuutepinna suuruselt*
- *Kontsentratsiooni ja temperatuuri mõju*

Reaktsiooni kiirus iseloomustab ühes ajaühikus reaktsiooni astunud aine kogust. Kui valame kokku soolhapet ja naatriumhüdrosiidi lahust, toimub reaktsioon silmapilkselt, lõhkeaine plahvatamisel kulgeb reaktsioon sekundi murdosa vältel, raua roostetamine saab ilmsiks aga alles mõne päeva jooksul. Seega võivad reaktsioonid kulgeda väga erineva kiirusega. Mida suurem on keemilise reaktsiooni kiirus, seda kiiremini vastav aine tekib.

Alljärgnevalt peatume teguritel, mis mõjutavad keemilise reaktsiooni kiirust.

Reageerivate ainete iseloom. Igapäevasest elust teame, et puit põleb õhus, klaas aga ei põle; raud kattub õhus oksiidikihiga (roostetab), kuld aga ei korrodeeru.

Üks ja sama aine suhtub mitmesugustesse reaktiividesse tavaliselt erinevalt. Soolhappega vask praktiliselt ei reageeri, lämmastikhappega kulgeb aga reaktsioon energiliselt.

Reageerivate ainete iseloom mõjutab reaktsioonide kulgemist ja kiirust.

Reageerivate ainete kokkupuutepinna suurus. Kui lasta lahjendatud soolhappel reageerida tsingigraanuli ja niisama suure koguse pulbrilise tsingiga märkame, et viimasel juhul kulgeb reaktsioon intensiivsemalt. Samal tsingikogusel on peenestatult tunduvalt suurem pind kui tükilisena, mis mõjutabki reaktsiooni kiirust.

Samale järeldusele jõuame ka siis, kui võrdleme kriiditüki ja -pulbri reageerimist soolhappega. Ka raudsulfiidi valmistamisel väävlit ja rauast peenestatakse lähteained eelnevalt. **Mida suurem on reageerivate ainete kokkupuutepind, seda suurem on reaktsiooni kiirus.**

Reageerivate ainete kontsentratsioon. Teame, et tsingi reageerimine erineva kontsentratsiooniga soolhappega kulgeb erineva kiirusega.

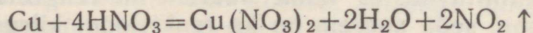
Mida suurem on soolhappe kontsentratsioon, seda intensiivsemalt eraldub vesinikku, s. t. seda suurem on reaktsiooni kiirus. Meenutame sõe, väävli või fosfori põletamise katseid õhus ja hapnikus. Ained põlevad hapnikuga rikastatud õhus energilisemalt seepärast, et seal on hapniku kontsentratsioon suurem. Kõik need näited kinnitavad, et **mida suurem on reageerivate ainete kontsentratsioon, seda suurem on ka reaktsiooni kiirus.**

Temperatuuri mõju. Kui võrrelda tsingi reageerimist soolhappega toatemperatuuril ning 60—70°-ni soojendatult, siis viimasel juhul kulgeb reaktsioon tunduvalt kiiremini.

Temperatuuri tõusmisel reaktsiooni kiirus kasvab. See on tingitud asjaolust, et kõrgemal temperatuuril on aine osakestel suurem energia ja liikumiskiirus. Et temperatuuri tõstmisel keemilise reaktsiooni kiirus suureneb, rakendatakse nii laboratooriumis kui ka keemiatööstuses sageli kõrgeid temperatuure.

Küsimusi ja ülesandeid.

1. Tuua näiteid erineva kiirusega kulgevatest reaktsioonidest.
2. Tuua näiteid, kuidas reageerivate ainete iseloom mõjutab reaktsiooni kulgemist.
3. Võrrelda söe põlemist õhus ja hapnikus ning seletada toimuvat.
4. Võtta ühte katseklaasi 1—2 ml soolhapet, teise etaanhapet (äädikhapet), asetada mõlemasse tsingigraanul. Jälgida reaktsiooni käiku ja seletada toimuvat.
5. Võtta kaks hernetera suurust kriiditükki, üks neist peenestada uhmrís. Võtta kahte katseklaasi 2—3 ml soolhapet ja asetada ühte kriiditükk, teise kriidipulber. Seletada toimuvat ja kirjutada reaktsiooni võrrand.
6. Puhastada kaks raudtraaditükki liivapaberiga. Ühte neist kuumutada põleti leegis, võrrelda seejärel traatide pindu, seletada toimunut ja kirjutada reaktsiooni võrrand. Miks ühel juhul oksüdeerub raud kiiremini?
7. Kontsentreeritud 38% -lisest soolhapest (tihedusega 1,19) valmistati lahused, lahjendades soolhapet destilleeritud veega mahuvahekorras 1:1, 1:2 ja 1:4. Arvutada soolhappe protsentuaalne kontsentratsioon nendes lahustes.
8. Arvutada eraldunud vesiniku mass ja maht, kui 3,25 g tsinki reageerib soolhappega.
9. Mitu liitrit lämmastikdioksiidi tekib 6,3 g vase reageerimisel kontsentreeritud lämmastikhappega? Reaktsioon kulgeb järgmise võrrandi järgi:



10. Mitu liitrit süsinikdioksiidi tekib 150 g marmori reageerimisel soolhappega, kui marmor sisaldab 90% kaltsiumkarbonaati?

§ 9. KATALOOS.

- *Katalüsaatori mõiste*
- *Katalüsaatori toime*
- *Katalüsaatorite iseloomulikud omadused*
- *Näiteid katalüütiliste protsesside kohta*

Paljud keemilised reaktsioonid kulgevad väga aeglaselt. Teatud ainete lisamisel reaktsioon kiireneb, kusjuures pärast reaktsiooni lõppemist on nende ainete koostis ja hulk samasugune kui enne reaktsiooni.

Katalüsaatoriks nimetatakse ainet, mis muudab reaktsiooni kiirust ning mille keemiline koostis ja kogus on reaktsiooni lõpul sama kui reaktsiooni algul.

Nähtust ennast nimetatakse katalüüsiks.

Püüdes suhkrutükki süüdata, see meil ei õnnestu. Kui aga puistata suhkrutükile veidi kroom(III)oksiidi või kasta see sigareti-tuhasse, suhkur süttib ja põleb (joonis 19).

Suhkru põlemisreaktsiooni katalüsaatoriks on antud juhul kas kroom(III)oksiid või tuhas sisalduvad liitiumiühendid.

Varem arvati, et katalüsaator kiirendab reaktsiooni ainult oma juuresolekuga, sest katalüsaatori kogus reaktsiooni lõpul jääb endiseks. Nii oleks katalüsaatoril nagu mingi imevõim. Põhjalike uurimistega selgitati, et katalüsaator võtab keemilisest reaktsioonist aktiivselt osa, moodustades reaktsiooni käigus ühendeid, kuid reaktsiooni lõpul vabaneb. Keemilise reaktsiooni võrrandisse ei kirjutata teda seepärast, et reaktsiooni lõpus omandab ta esialgse koostise.

Katalüsaatoreid iseloomustavad järgmised omadused:

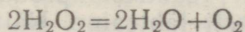
- 1) juba väike katalüsaatori kogus (võrreldes lähteainete hulga) kiirendab reaktsiooni käiku;
- 2) katalüsaator võtab reaktsioonist küll osa, kuid reaktsiooni lõpuks omandab ta esialgse koostise;
- 3) katalüsaator muudab ainult reaktsiooni kiirust;
- 4) kui mingi reaktsioon üldse ei kulge, siis katalüsaatoriga teda esile kutsuda ei saa.

Katalüütilised reaktsioonid on väga levinud. Kooli laboratooriumis kasutame kaaliumkloraadi ($KClO_3$) lagunemisreaktsiooni kiirendamiseks katalüsaatorina mangaan(IV)oksiidi (MnO_2). Katalüsaatoritel on suur tähtsus nii looduses kui ka tehnikas. Taimede ja loomade organismides toimuvaid keerukaid ainevahetusprotsesse katalüüsivad bioloogilised katalüsaatorid — fer-
men did. Katalüsaatoreid kasutatakse hapete (väävel- ja lämmastikhape), plastmasside (polüetüleen), sünteetilise kautšuki, ravimite, värvainete, toiduainete (margariin) jpt. ainete valmistamisel. Katalüsaatorite rakendamine võimaldab läbi viia tööstuses neid keemilisi protsesse, mis muidu oleksid praktiliselt teostamatud.

Küsimusi ja ülesandeid.

1. Millega seletada, et katalüsaatori toime on efektiivsem siis, kui katalüsaator on hästi peenestatud, võrreldes sellega, kui katalüsaator oleks kompaktse tükina (näiteks metallplaat või metallipulber)?
2. Kuidas seletada katalüsaatori osavõttu keemilisest reaktsioonist?
3. Tuua näiteid katalüütiliste reaktsioonide kohta.

4. Võtta kahte katseklaasi 2—3 ml vesinikperoksiidi lahust, lisada ühte katseklaasi mangaan(IV)oksiidi, teise liiva ja võrrelda hapniku eraldumist. Seletada toimunut, kui vesinikperoksiidi lagunemisreaktsiooni võrrand on järgmine:

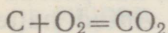


5. Arvutada, mitu liitrit hapnikku eraldub 150 g 15%-lise vesinikperoksiidi katalüütilisel lagunemisel (reaktsiooni võrrandit vt. eelmisest ülesandest).
6. Üle platinakatalüsaatori juhiti 10 m³ kuuma vääveldioksiidi ja õhu segu, milles oli 6% SO₂. Kui palju tekkis vääveltrioksiidi, kui 90% vääveldioksiidist reageeris?
7. Segati 10 ml 28%-list väävelhapet (tihedus 1,2) ja 20 ml 40%-list väävelhapet (tihedus 1,3). Arvutada tekkinud lahuse väävelhappesisaldus.

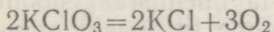
§ 10. KEEMILISTE REAKTSIOONIDE PÖÖRDUVUS. KEEMILINE TASAKAAL.

- Pöörduvad ja pöördumatud reaktsioonid
- Keemilise tasakaalu mõiste
- Keemilise tasakaalu nihkumine temperatuuri ja ainete kontsentratsiooni muutmisel

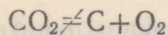
Keemilised reaktsioonid jaotatakse pöördumatuteks ja pöörduvateks. Pöördumatud reaktsioonid kulgevad ainult ühes suunas. Sellisteks on näiteks söe põlemisreaktsioon:



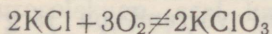
või kaaliumkloraadi lagunemisreaktsioon:



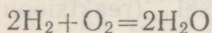
Need reaktsioonid on pöördumatud sellepärast, et vastupidises suunas nad ei kulge, s. t. süsinikdioksiid ei lagune süsinikuks ja hapnikuks:



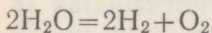
ning hapnikust ja kaaliumkloriidist ei teki kaaliumkloraat:



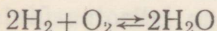
Pöörduva reaktsiooni puhul reaktsiooniproduktid reageerivad omavahel ja moodustavad uuesti lähteaine. Näitena käsitleme vesiniku ja hapniku ühinemisreaktsiooni. Vesiniku ja hapniku segu kuumutamisel (1000°C) toimub plahvatus ning tekib veeaur:



Kui kuumutame aga veeauru 5000°C juures, siis laguneb ta plahvatuslega vesinikuks ja hapnikuks:



Reaktsiooni pöörduvust tähistatakse kahe vastassuunalise noolega: \rightleftharpoons . Seega võime eelmise reaktsiooni võrrandi kirjutada järgmiselt:



See näitab, et reaktsioon võib kulgeda nii vasakult paremale kui ka paremalt vasakule. Antud reaktsioon kulgeb temperatuuril $\sim 1000^\circ\text{C}$ vasakult paremale, kõrgemal temperatuuril (5000°C) aga paremalt vasakule.

Kui 1000°C juures vesinikust ja hapnikust tekib veeaur, siis kõrgemal temperatuuril hakkab tekkinud veeaur osaliselt lagunema vesinikuks ja hapnikuks. Teatud temperatuuril on veeauru lagunemisreaktsiooni kiirus niisama suur kui vesinikust ja hapnikust veeauru tekkimisreaktsiooni kiirus. Sel juhul on meil tegemist keemilise tasakaaluga.

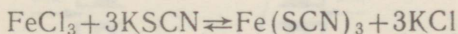
Keemiline tasakaal iseloomustab olukorda, kui pöörduvate reaktsioonide kiirused on võrdsed. Antud näite puhul see tähendab, et ühes ajaühikus tekkis ja lagunes võrdne arv vee molekule.

Arvestades eespoolset, võime vee tekke-lagunemisreaktsiooni kohta öelda, et temperatuuri muutmisega saame tasakaalu nihutada. Temperatuuril $4000\text{--}5000^\circ\text{C}$ muutub peamiseks vee lagunemisreaktsioon, temperatuuril $1000\text{--}2000^\circ\text{C}$ on ülekaalus aga vesiniku ja hapniku ühinemisreaktsioon.

Seega temperatuuri muutumisega saab nihutada reaktsiooni tasakaalu.

Tasakaalu saab nihutada ka reaktsiooni lähteainete või saaduste lisamisega.

Kaalium- või ammoniumtiotsüanaadi (KSCN või NH_4SCN) lahuste lisamisel raud(III)kloriidi lahusele muutub vedelik punaseks, sest tekkiv raud(III)tiotsüanaat $[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$ on punase värvusega.



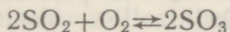
Kui saadud reaktsioonisegule lisada reaktsiooni üht või teist lähteainet (küllastunud FeCl_3 või KSCN lahust), siis mõlemal juhul värvub vedelik punasemaks kui varem. Tahke kaaliumkloriidi (reaktsiooni saadus) lisamise korral muutub aga vedelik heledamaks.

Järelikult nii raud(III)kloriidi kui ka kaaliumtiotsüanaadi lisamine nihutab reaktsiooni tasakaalu paremale (raudtiotsüanaadi tekke suunas), kaaliumkloriidi lisamine nihutab aga tasakaalu vasakule (raud(III)kloriidi ja kaaliumtiotsüanaadi tekke suunas).

Praktiline järeldus pöörduvate reaktsioonide kohta: lähteaine lisamisel nihkub tasakaal reaktsioonisaaduste tekke suunas; reaktsioonisaaduse lisamisel aga lähteainete tekke suunas.

Küsimusi ja ülesandeid.

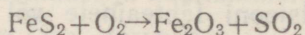
1. Vääveltrioksiidi tekke- ja lagunemisreaktsioon on tasakaalus:



Seletada, kuidas ja milliste ainete kontsentratsiooni muutumisega saab nihutada tasakaalu vääveltrioksiidi tekke suunas.

2. Kui suur on a) ühe grammi, b) ühe gramm-aatomi väävli põlemisel tekkiva vääveldioksiidi maht normaaltingimustel?
3. Mitu liitrit divesiniksulfiidi kulub vask(II)sulfiidi sadestamiseks lahusest, mis sisaldab 0,1 mooli vask(II)sulfaati?
4. Divesiniksulfiidi juhiti 20 g 0,2%-lise pliinitraadi lahusesse. Kui palju moodustus pliiisulfiidi?

5. Leida püriidi põlemisreaktsiooni võrrandi koefitsiendid ja arvutada, kui suur on 1 kg püriidi põletamisjääk:



6. Mitu liitrit vääveldioksiidi on võimalik saada 6 g söe oksüdeerimisel kontsentreeritud väävelhappega?
7. Arvutada, mitme protsendi võrra väheneb naatriumsulfaat-10-vee mass kuumutamisel.

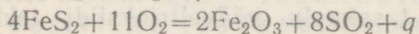
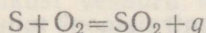
8. Mitu grammi 0,2%-list väävlisapet on võimalik valmistada ühe gramm-aatomi väävli oksüdeerimisel kontsentreeritud väävelhappega moodustunud vääveldioksiidi lahustamisel vees?

§ 11. VÄÄVELHAPPE TOOTMISE KONTAKTMENETLUS.

- Vääveldioksiidi tööstuslikud saamisviisid
- Vääveldioksiidi oksüdeerimine
- Oksüdatsioonireaktsiooni soojuse kasutamine lähteainete ette-soojendamiseks
- Vääveltrioksiidi absorbeerimine
- Oleumi moodustumine

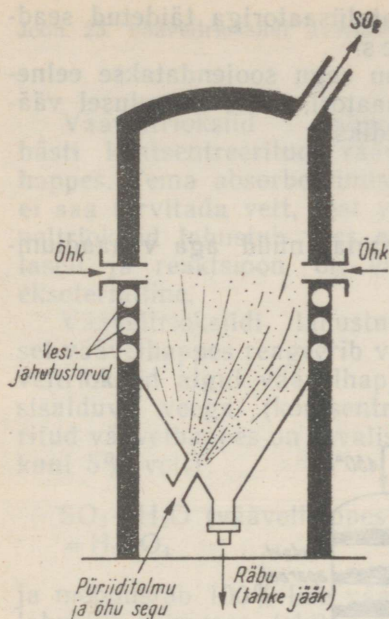
Väävelhappe tootmine kontaktmenetlusel toimub kolmes astmes: 1) vääveldioksiidi saamine, 2) vääveldioksiidi oksüdeerimine vääveltrioksiidiks ja 3) vääveltrioksiidi absorbeerimine.

Vääveldioksiidi tootmise toorainetena kasutatakse peamiselt ehedat väävlit või püriiti (FeS_2). Nii väävli kui ka püriidi põletamisel (särdamisel) moodustub vääveldioksiid:

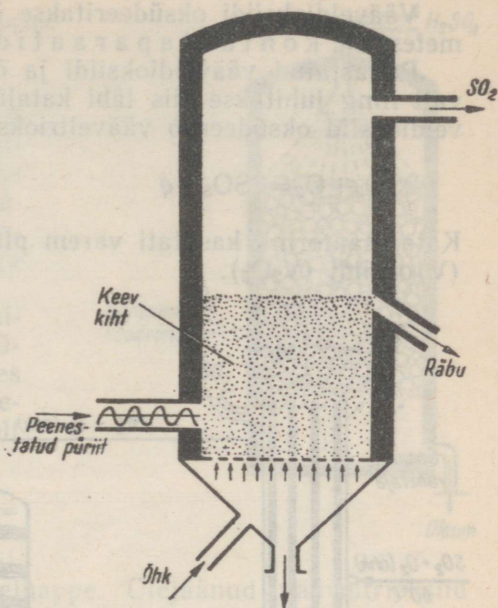


Mõlemad reaktsioonid on eksotermilised.

Maardu Keemiakombinaadis saadakse vääveldioksiidi püriiditolmu põletamisel särdamisahjudes. Püriiditolm paisatakse kompressori abil koos põlemiseks vajaliku õhuga läbi vastava pihusti ahju koldesse. Eriavade kaudu juhatakse koldesse veel lisaõhku. Põlemisel tekkiv tahke jääk — räbu — lastakse välja ahju alaosast (joonis 20).



Joon. 20. Püriidi särdamisahi.



Joon. 21 Püriidi särdamine keevas kihis.

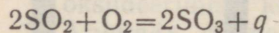
Viimasel ajal kasutatakse püriidi särdamist nn. keevas kihis. Selleks juhitakse alt läbi restil oleva püriidikihi suruõhku, mis paneb püriiditerakesed hõljuma. Väliselt sarnaneb see keemisele, millest ongi tuletatud nimetus — põlemine keevas kihis. Põlemisprotsess toimub seejuures väga intensiivselt (joonis 21).

Püriidi särdamisprotsessi parendamiseks kasutatakse hapnikuga rikastatud õhku. Põlemisreaktsioon toimub seejuures kiiremini, sest hapniku kontsentratsioon on püriidiga kokkupuutuvas gaasis suurem kui tavalises õhus.

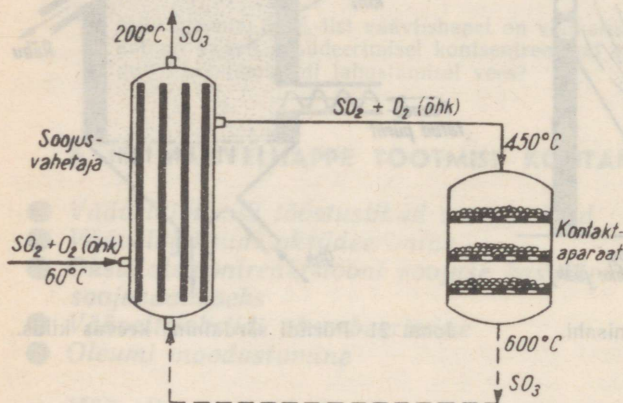
Väevli põletamisel tekib võrdlemisi puhas vääveldioksiid, püriidi särdamisel saadakse aga mitmesuguseid lisandeid sisaldav vääveldioksiid. Kuna lisandid nõrgestavad katalüsaatori toimet, kõrvaldatakse need gaasi puhastusseadmetest (elektrofiltreid) läbi juhtides.

Vääveldioksiidi oksüdeeritakse katalüsaatoriga täidetud seadmes, nn. kontaktparaatides.

Puhastatud vääveldioksiidi ja õhu segu soojendatakse eelnevalt ning juhitakse siis läbi katalüsaatori, mille manulusel vääveldioksiid oksüdeerub vääveltrioksiidiks:



Katalüsaatorina kasutati varem plaatina, nüüd aga vanaadium(V)oksiidi (V_2O_5).

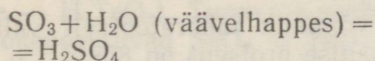


Joon. 22. Vääveldioksiidi katalüütilise oksüdatsiooni skeem.

Vääveldioksiidi katalüütilise oksüdatsiooni põhimõtteline skeem on esitatud joonisel 22. Vääveldioksiidi ja õhu segu juhitakse läbi soojusvahetaja, et aineid vajaliku temperatuurini (450°) ette soojendada. Järgnevalt suundub gaasisegu kontakt-aparaati, mille restikujulistel riiulitel asub katalüsaator (vanaadium(V)oksiid). Vääveldioksiidi oksüdatsioonireaktsioon on ekso-termiline ja temperatuur tõuseb kuni 600° -ni. Kuum vääveltrioksiid juhitakse nüüd uuesti soojusvahetajasse, kus ta soojendab ette kontakteerimisele suunduvat gaasi ning ise jahtub. Vaadeldud tehnoloogilises skeemis kasutatakse reaktsiooni-saaduste soojust lähteainete ettesoojendamiseks.

Vääveltrioksiid lahustub hästi kontsentreeritud väävelhappes. Tema absorbeerimiseks ei saa tarvitada vett, sest vääveltrioksiid lahustub vees aeglaselt ja reaktsioon on väga eksotermiline.

Vääveltrioksiidi lahustumisel väävelhappes reageerib vääveltrioksiid algul väävelhappes sisalduva veega (kontsentreeritud väävelhappes on tavaliselt kuni 5% vett):



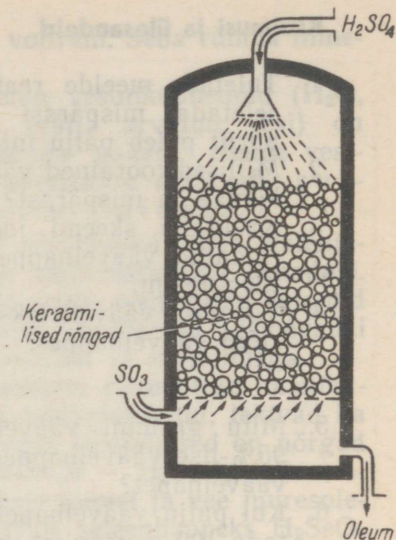
ja moodustab 100%-lise väävelhappe. Ülejäänud vääveltrioksiid lahustub viimases, tekitades oleumi.

Vääveltrioksiidi absorbeerimine toimub piserdusabsorberis (joonis 23). Absorber kujutab endast happekindlast materjalist valmistatud silindrit, mis on täidetud keraamiliste rõngastega, et soodustada kokkupuutumist ülvalt piserdatud väävelhappe ja alt juhitava gaasilise vääveltrioksiidi vahel. Väävelhappe, voolates mööda keraamiliste torude pinda, võimaldab head kontakti ülespoole tõusva gaasilise vääveltrioksiidiga.

Saadud oleumi lahendamisel veega saadakse vajaliku kontsentratsiooniga väävelhappe.

Kontaktmeetodil toodetav väävelhappe on väga puhas, seepärast kasutatakse teda keemialaboratuurides, ravimite ja värvainete valmistamisel jm.

Maardu Keemiakombinaadi väävelhappetehas töötab tornmeetodil. Selle meetodi kohaselt oksüdeeritakse vääveldioksiid lämmastikoksiididega. Tornmeetodil saadakse umbes 70%-line väävelhappe ning ta sisaldab mitmesuguseid lisandeid. Niisugust väävelhappet kasutatakse superfosfaadi tootmisel.



Küsimusi ja ülesandeid.

1. Tuletada meelde reaktsioonide kulgemise tingimusi ning seletada, mispärast püriidi särdamisahjus tolmukujuline püriit põleb palju intensiivsemalt kui püriiditükid.
2. Millised toorained väävelhappe tootmiseks on kõige kasulikumad ja mispärast?
3. Kasutada skeemi joonisel 22 ja seletada, kuidas on korraldatud väävelhappe katalüütilise oksüdatsiooni temperatuurirežiim.
4. Võrrelda vääveltrioksiidi lahustumist vees ja kontsentratsioonid väävelhappes.
5. Mitu grammi vääveltrioksiidi peab reageerima 100 ml 95%-lise väävelhappega (tihedus 1,83), et saada 100%-list väävelhapet?
6. Kui palju väävelhapet on võimalik laboratoorselt valmistada 100 g väävlit, kui saagise protsent on 85?
7. 100 kg püriidimaagi särdamisel saadi 90 kg vääveldioksiidi. Arvutada, mitu protsenti sisaldas püriidimaak lisandeid.
8. Mitu liitrit õhku kulub 200 kg püriidimaagi põletamiseks, kui maak sisaldab 45% FeS_2 ?
9. Mitu kuupmeetrit hapnikku reageerib 10 m³ vääveldioksiidiga? (Arvutada peast!)
10. Reaktsiooni tulemusena moodustus üks mool vääveltrioksiidi. Mitu liitrit kulus selleks vääveldioksiidi ja hapnikku, kui kadusid ei esinenud? (Arvutada peast!)
11. Elektriijaamas põletati iga päev 50 tonni sütt, mis sisaldas 1,2% väävlit. Kui palju 98%-list väävelhapet võiks toota ühes kuus tekkinud vääveldioksiidi ära kasutamisel?

§ 12. LÖHIÜLEVAADE VI RÜHMA PEA-ALARÜHMA ELEMENTIDEST.

Periodilisuse süsteemi VI rühm koosneb kahest alarühmast. Pea-alarühma moodustavad hapnik, väävel, seleen, telluur ja poloonium. Seda rühma nimetatakse hapnikurühmaks. Kõrvalala-

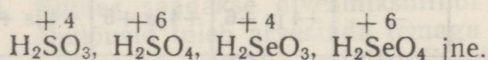
rühma kuuluvad kroom, molübdeen ja volfram. Seda rühma nimetatakse kroomi alarühmaks.

Koostiselt sarnased on hapnikurühma vesinikuühendid (H_2O , H_2S , H_2Se , H_2Te). Vesinikuühendid (välja arvatud vesi) on värvusea, mürgised, ebameeldiva lõhnaga gaasid. Nende vesilahused on nõrgad happed, soolased nimetatakse vastavalt sulfiidideks, seleniidideks ja telluriidideks.

Hapnikurühma elementide aatomid sisaldavad kuus valents-elektroni. See tingib nende elementide mittemetallilisi omadusi. Võttes juurde kaks elektroni, muutuvad nende elementide aatomid negatiivselt kahevalentseteks ionideks. Sellistena esinevadki hapnikurühma elemendid ühendites vesiniku ja metallidega.

Sarnaseid omadusi on ka hapnikurühma elementide hapnikuühendeil (SO_2 , SeO_2 , TeO_2). Nii nagu vääveldioksiid, tekivad ka seleen- ja telluurdiksiid põlemisel. Nende vesilahused on nõrgad happed (väävlishape — H_2SO_3 , seleenishape — H_2SeO_3 , telluurishape — H_2TeO_3). Tugevate oksüdeerijate toimel ja vee juuresolekul oksüdeeruvad SeO_2 ja TeO_2 vastavalt seleenhappeks H_2SeO_4 ja telluurhappeks H_2TeO_4 . Metallidega moodustavad need happed soolased (Na_2SeO_4 , $BaSeO_4$ jne.).

Ühendites hapnikuga on hapnikurühma elementide valents +4 või +6. Näiteks

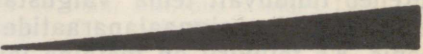


Hapnikurühma elementidel on ka olulisi erinevusi. Hapnik on värvusea gaas, väävel aga kollane tahke aine. Ka seleen ja telluur on mittemetallid, kuigi neil ilmneb ka metallilisi omadusi. Seleeni on tahke, kristalne, metalse läikega aine. Metallidega sarnaneb ta ka oma elektrijuhtivuse poolest. Seleeni elektrijuhtivus suureneb tunduvalt tema valgustamisel. See võimaldab seleeni kasutada valgussignaalaparaatide valmistamisel ning televisioonis. Ka telluuril on metalne läige ning ta juhib hästi soojust ja elektrit.

Järjenumbri suurenemisel rühmas muutuvad seaduspäraselt elementide omadused. Igal järgmisel elemendil on aatomi raadius suurem ning valentselektronid seetõttu kergemini loovutavad. Metallilised omadused suurenevad ülalt alla.

Viimane hapnikurühma element — poloonium — on radioaktiivne. Tabelis lk. 48 on toodud hapnikurühma elementide tähtsamad konstandid ja ühendid.

Tabel 3.

	Hapnik	Väävel	Seleen	Telluur
Sümbol	O	S	Se	Te
Aatommass	16	32	79	128
Agreagaatolek harilikul temperatuuril	gaas	tahke aine	tahke aine	tahke aine
Tihedus	1,12 (vedel)	2,07	4,80	6,24
Sulamispunkt (°C)	-216,6	112,8	220	452
Valents vesiniku suhtes	2	2	2	2
Vesinikuühendite valemid	H ₂ O	H ₂ S	H ₂ Se	H ₂ Te
Valents hapniku suhtes	—	+4 ja +6	+4 ja +6	+4 ja +6
Tähtsamad oksiidid	—	SO ₂ SO ₃	SeO ₂ SeO ₃	TeO ₂ TeO ₃
Happed	—	H ₂ SO ₃ H ₂ SO ₄	H ₂ SeO ₃ H ₂ SeO ₄	H ₂ TeO ₃ H ₂ TeO ₄
Metalliliste omaduste suurenemine				

Küsimusi ja ülesandeid.

1. Mille poolest väävel ja hapnik a) erinevad, b) sarnanevad?
2. Iseloomustada hapnikurühma elementide füüsikalisi omadusi ja nende muutumist rühmas.

3. Mitu liitrit divesiniksulfiidi on võimalik valmistada 32 g väävlist ja mitu liitrit vesinikku selleks kulub? (Arvutada peast!)
 4. Kirjutada divesiniksulfiidi põlemisreaktsiooni võrrand ja leida, mitu kuupmeetrit vääveldioksiidi tekib 25 m³ H₂S põlemisel. (Arvutada peast!)
 5. 10 ml kontsentreeritud 96%-lisele väävelhappele (tihedus 1,84) lisati 10 ml 50%-list väävelhapet (tihedus 1,3). Arvutada väävelhappe protsendiline sisaldus tekkinud lahuses.
- . . .
6. 60 g püriidimaaki, mis sisaldas 60% FeS₂, põletati ja tekkinud vääveldioksiid lahustati 20 l vees. Arvutada väävliseppe protsentuaalne sisaldus selles lahuses.
 7. Laboratoorselt valmistati väävelhapet. Selleks põletati 3,2 g väävlit, tekkinud vääveldioksiid oksüdeeriti kroom(III)oksiidkatalüsaatori manulusel vääveltrioksiidiks, kusjuures reageeris 35% vääveldioksiidist. Arvutada tekkinud vääveltrioksiidi hulk. Kui palju saaks sellest valmistada 1%-list väävelhapet?

Põhiküsimusi II peatüki kohta.

1. Mis on allotroopia?
2. Millise valentsiga esineb väävel ühendites?
3. Nimetada väävli keemilisi omadusi.
4. Kuidas saadakse divesiniksulfiidi ja milliseid ettevaatusabinõusid tuleb arvestada temaga töötamisel?
5. Kuidas on võimalik metallsulfiidide tekkereaktsioone kasutada metallide tõestamiseks?
6. Kuidas saadakse vääveldioksiidi laboratoorselt?
7. Nimetada vääveldioksiidi tähtsamaid omadusi.
8. Milliseid ettevaatusabinõusid tuleb arvestada töötamisel kontsentreeritud väävelhappega? Mida teha, kui hapet on sattunud nahale?
9. Nimetada a) lahjendatud ja b) kontsentreeritud väävelhappe omadusi.
10. Kuidas tehakse kindlaks väävelhapet ja sulfaate?
11. Millest sõltub keemiliste reaktsioonide kiirus?
12. Mida nimetatakse katalüsaatoriks?
13. Tuua näiteid reaktsiooni võrranditena a) pöörduvate, b) pöördumatute reaktsioonide kohta.
14. Mis põhjustab keemilise tasakaalu nihkumist?
15. Milline on väävelhappe tootmise kemism kontaktmenetlusel?
16. Milleks kasutatakse a) väävlit, b) väävelhapet?

Херги Карик, Вяино Ратасепп

Химия для IX кл.

1-11 глава

Министерство просвещения Эст. ССР

Таллин, Тынисмяги, 11

На эстонском языке

Ротапринт РИУУ

Trükkimisele antud 1.07.70. Paber 60x90/16.

Trükipoognaid 3,25. Tell. Nr. 130. Tir.3000.

VÕT-i rotaprint

Hind 4 kop.

Hind 4 kop.

A
30817
77 359

TÜ RAAMATUKOGU

1 0300 00431810 3