



TARTU ÜLIKOOL  
teaduskool

Ettevalmistus keemiaolümpiaadiks I

# **ANORGAANILISTE AINETE KLASSIDE VAHELISED SEOSSED**

Õppematerjal

Katrin Kestav, Darja Lavõgina, Natalia Nekrassova

TARTU 2016

# ANORGAANILISTE AINETE KLASSIDE VAHELISED SEOSSED

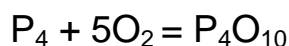
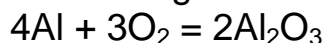
Anorgaaniliste liitainete põhiklassideks on oksiidid, happed, hüdroksiidid (alused) ja soolad. Ained liigitatakse ühte või teise klassi koostise ja sellest tulenevate keemiliste omaduste põhjal.

## Oksiidid

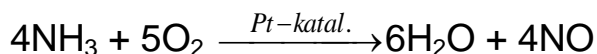
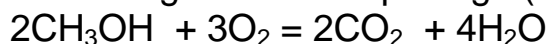
**Oksiidid** on ühendid, mis koosnevad kahest elemendist, millest üks on hapnik.

Oksiide saadakse<sup>1</sup>:

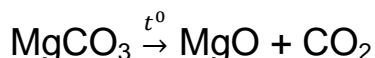
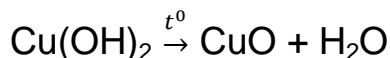
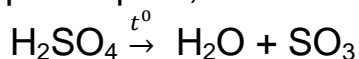
1) liitainete reageerimisel hapnikuga (oksüdeerimisel)



2) liitainete reageerimisel hapnikuga (oksüdeerimisel)



3) Hapnikhapete, aluste või soolade lagunemisel



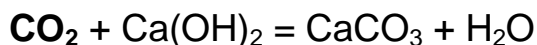
4) Liitainete ja soolade reageerimisel hapetega, mis on tugevad oksüdeerijad



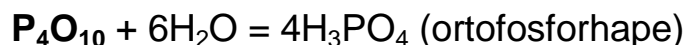
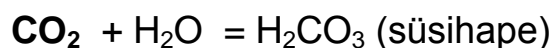
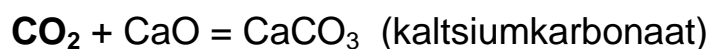
Keemiliste omaduste poolest liigitatakse oksiide **happelisteks, aluselisteks, amfoteerseteks** ja **neutraalseteks**.

**Happeliste** oksiidide hulka kuulub enamik mittemetallioksiide ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ ,  $\text{NO}_2$ ), aga ka mõned metallioksiidid ( $\text{CrO}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ). Happelised oksiidid reageerivad alati alustega ja aluseliste oksiididega ning peaaegu alati veega (v.a.  $\text{SiO}_2$ , vaata allpool).

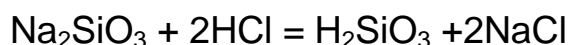
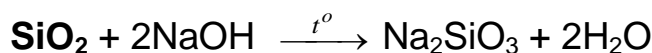
Järgnevalt on toodud näiteid reaktsioonidest happeliste oksiididega (happeline oksiid märgitud paksus kirjas):



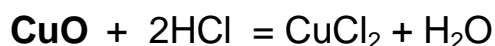
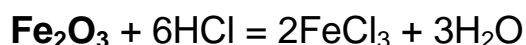
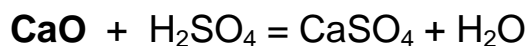
<sup>1</sup> Nõuanne: kui praegu ei ole oksiidide saamine teistest aineklassidest väga hästi hoomatav, lugege esialgu materjal lõpuni. Olles tutvunud teiste aineklassidega, tulge tagasi siia algusesse.



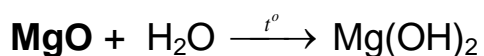
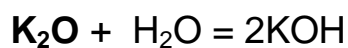
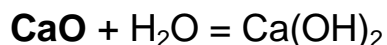
$\text{SiO}_2$ -le vastab  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  (metaränihape), kuid  $\text{SiO}_2$  otseselt veega ei reageeri ning  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  saadakse järgmiselt: ränidioksiidi kokkusulatamisel tahke leelisega saadakse ränihappe sool; seejärel ränihappesooladest tõrjutakse ränihape tugevama happega välja:



**Aluseliste** oksiidide hulka kuulub enamik metallioksiide. Nad reageerivad alati hapete ja happeliste oksiididega. Järgnevalt on toodud näiteid reaktsioonidest aluseliste oksiididega (aluseline oksiid märgitud paksus kirjas):



Veega reageerivad ainult aktiivsete metallide oksiidid ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ).

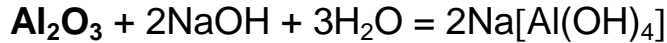
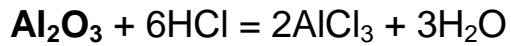


Enamik vähemaktiivsete metallide oksiide ei reageeri veega.

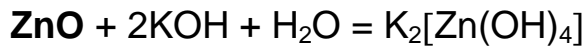
Illustreeriv video aluselise oksiidi reageerimisest veega:

<http://www.chemicum.com/?video=85&lan=EE>

**Amfoteersed** oksiidid (nt  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) võivad reageerida nii hapete kui ka alustega, kuid ei reageeri otseselt veega. Järgnevalt on toodud näiteid reaktsioonidest amfoteersete oksiididega (amfoteerne oksiid märgitud paksus kirjas):



(naatriumtetrahüdroksüalumiinaat)



(kaaliumtetrahüdroksütsinkaat)

**Neutraalsed** oksiidid (nt  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ ) ei reageeri hapete, aluste ega veega

Vaatame nüüd ka seda, millised oksiidid ning milliste omaduste tõttu on **olümpiaadiülesannete** koostajate lemmikud ja mainime ka mõned triviaalnimetused:

<p><b>Mittemetallide oksiidid</b></p>	<p><math>\text{H}_2\text{O}</math> – divesiinoksiid (triviaalne nimetus: vesi), eluks oluline aine; suurepärase lahusti, annab vesiniksidemeid.</p> <p><math>\text{CO}</math> – süsinikmonooksiid (triviaalne nimetus: vingugaas), mürgine, lõhnatu, tekib orgaaniliste ühendite mittetäielikul põlemisel.</p> <p><math>\text{CO}_2</math> – süsinikdioksiid (triviaalne nimetus: süsihappegaas), fotosünteesi lähteaine ja orgaaniliste ainete täieliku põlemise produkt; üks kasvuhooneefekti ja ookeanide hapestumise põhjustajaid.</p> <p><math>\text{N}_2\text{O}</math> – diämmastikoksiid: kergelt mürgine, lõhnatu naerugaas (ja sellega on kõik öeldud); üks kasvuhooneefekti põhjustajaid.</p> <p><math>\text{NO}_2</math> – lämmastikdioksiid: pruun gaas, tekib väheaktiivsete metallide reageerimisel kontsentreeritud lämmastikhappega (vt allpool).</p> <p><math>\text{SiO}_2</math> – ränidioksiid: liiva põhiline komponent.</p> <p><math>\text{SO}_2</math> – vääveldioksiid: tekib ühe saadusena põlevkivi põletamisel ning oksüdeerub kergesti <math>\text{SO}_3</math>-ks.</p>
<p><b>Metallide oksiidid</b></p>	<p><math>\text{CaO}</math> – kaltsiumoksiid: kustutamata lubi.</p> <p><math>\text{Cr}_2\text{O}_3</math> – kroom(III)oksiid: roheline värvus (koolikeemias ei ole rohelist aineid palju, lisaks sellele oksiidile veel lihtaine <math>\text{Cl}_2</math> ja <math>\text{Ni}^{2+}</math> ning <math>\text{Fe}^{2+}</math> soolade vesilahused).</p> <p><math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math> – raud(III)oksiid: rauarooste üks põhilisi komponente.</p> <p><math>\text{Fe}_3\text{O}_4</math> – raud(II,III)oksiid (triviaalne nimetus: magnetiit), leidub rohkesti meteoriitides.</p>

## Happed

Happed koosnevad vesinikioonidest ja happeanioonidest (happejääkidest).

Happeid liigitatakse järgmiselt:

- vesiniku aatomite arvu järgi
  - üheprootonilised: HCl, HNO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, HBr, HMnO<sub>4</sub>;
  - mitmeprootonilised (kahe-, kolme- ja neljaprootonilised):  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>; H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>;
- hapniku sisalduse järgi
  - hapnikhapped (happeaniooni koostisesse kuulub hapnik):  
nt H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>;
  - hapnikku mittesisaldavad happed: nt HCl, H<sub>2</sub>S;
- tugevuse järgi
  - tugevad happed: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, HCl;
  - keskmise tugevusega happed: H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>;
  - nõrgad happed: H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>

Hapete sarnased omadused on tingitud vesinikioonide olemasolust. Seetõttu on happed hapu maitsega ning vesilahused muudavad indikaatorite värvust (lilla lakmus muutub punaseks; metüüloranž muutub roosaks; fenoolftaleiin jääb aga värvituks, kuna sellega saab kindlaks teha just vesinikioonide puudujääki, mis esineb aluselistes lahustes).

**Illustreerivad videod:**

[http://www.chemicum.com/?meny=Lahused,\\_pH&lan=EE](http://www.chemicum.com/?meny=Lahused,_pH&lan=EE)

„Universaalindikaatori värviskaalad“

„Tarbe kaupade pH määramine“

Hapete molekulid jagunevad (dissotsieeruvad) vesilahustes vesinikioonideks ja happeanioonideks:



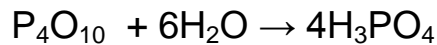
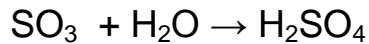
Mida suurem osa happe molekulidest jaguneb (dissotsieerub) ioonideks, seda tugevam hape on. Nõrkade hapete lahustes on vähe ioone, valdavalt on dissotsieerumata happe molekulid. Hapete erinevad omadused on tingitud suuresti nende erinevast tugevusest.

**Illustreeriv video:**

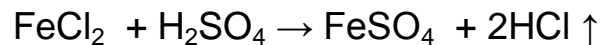
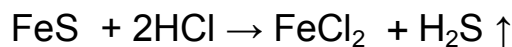
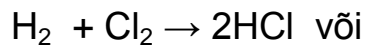
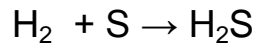
[http://www.chemicum.com/?meny=Lahused,\\_pH&lan=EE](http://www.chemicum.com/?meny=Lahused,_pH&lan=EE)

„Tugevad ja nõrgad happed ja alused“

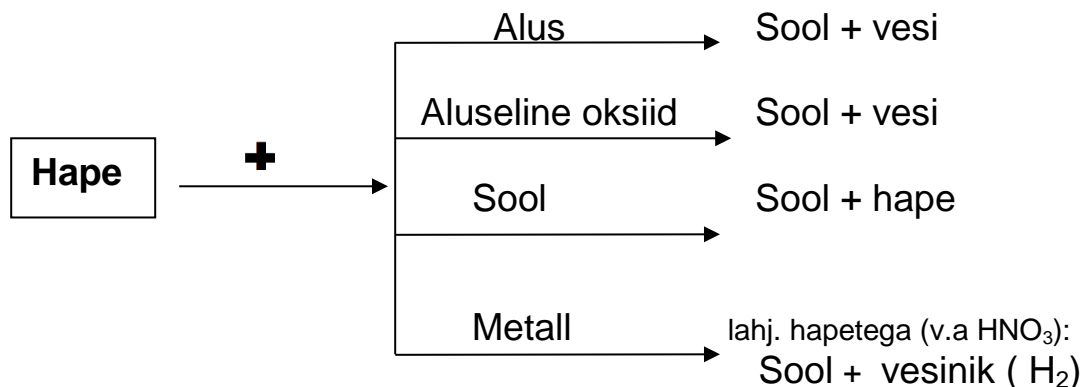
Enamus hapnikhappeid saadakse mittemetallioksiidide reageerimisel veega. Kui oksiid ei lahustu vees, saadakse sellele vastavat hapet kaudselt (vt oksiidide osa all käsitletud SiO<sub>2</sub>). Näited:



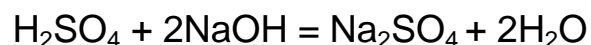
Hapnikku mittesisaldavaid happeid saadakse vesiniku reageerimisel mittemetalliga ning seejärel saadud vesinikühendi lahustamisel vees. Nii saadakse HF, HCl, HBr, HJ, H<sub>2</sub>S (neid happeid võib saada ka vastavate soolade reageerimisel tugevama happega, täpsemalt vt allpool). Näited:



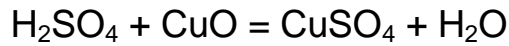
Hapetele iseloomulikud reaktsioonid on järgmised:



**1)** Alati toimub reaktsioon happe ja **aluse vahel**, seda reaktsiooni nimetatakse neutralisatsioonireaktsiooniks:

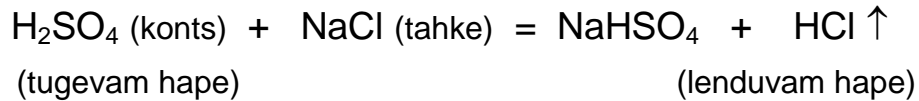


**2) Aluseliste oksiididega** reageerivad happed sõltumata sellest, kas oksiid lahustub vees või mitte:



3) Happe reaktsioon **soolaga** toimub siis, kui tekib reageerivast happest nõrgem või lenduvam hape või kui tekib sade.

Laboratooriumis saadakse teisi happeid tugevate hapete reageerimisel sooladega. Näiteks, vesinikkloriidi saamiseks tuleb võtta



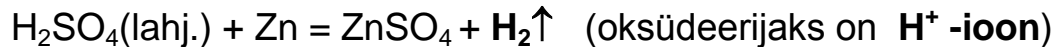
Tugev hape (tavaliselt väävelhape) tõrjub nõrgema või lenduvama tema soolast välja.

4) Hapete reageerimisel **metallidega** tuleb arvestada metalli asukohaga metallide pingereas ja happe iseloomu.

Keemilise aktiivsuse järgi reastatakse metallid järgmiselt:

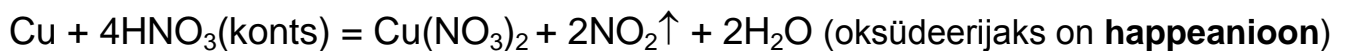
Li K Ca Na Mg Al Zn Cr Fe Ni Sn Pb **H** Cu Hg Ag Pt Au

Metallide pingerida algab aktiivsete metallidega, rea lõpus on väheaktiivsed metallid. Aktiivsuse reas vesinikust vasakul paiknevad metallid tõrjuvad HCl-st ja lahjendatud H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-st vesiniku välja, paremal olevad metallid aga ei tõrju.



Metallide pingerea reegleid saab rakendada ainult nende hapete puhul, mille anioonidel ei ole tugevaid oksüdeerivaid omadusi.

Oksüdeeriva toimega tugevad happed (konts. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ja mistahes kontsentratsiooniga HNO<sub>3</sub>) reageerivad ka mõnede pingereas vesinikust paremal olevate metallidega, kuid antud reaktsioonides **vesinikku ei eraldu**.



Raua ja alumiiniumi pinnal tekib kontsentreeritud H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ja HNO<sub>3</sub> toimel toatemperatuuril oksiidne kaitsekiht, mis segab edasist reaktsiooni (metallid passiveeruvad).

**Illustreerivad videod:**

<http://www.chemicum.com/?meny=s-metallid&lan=EE>

„Tsingi reaktsioonid hapetega“

„Vase reaktsioon lämmastikhappega“

„Elavhõbeda väljatõrjumine vasega“

Keemiakursuse raames ei õpita väga palju happeid, seega pole **olümpiaadiülesannete** lahendamisel neid enamasti raske eristada. Siiski toome ära olulisemad happed ja nende omadused:

- $H_3BO_3$  – boorhape: nõrk hape antibakteriaalsete omadustega;
- $HNO_3$  – lämmastikhape: tugev oksüdeeriv hape, mille praktiliselt kõik soolad on lahustuvad;
- $H_4SiO_4$  – ränihape: nõrk hape, mille soolad silikaadid on mitmete mineraalide koostises;
- $H_3PO_4$  – ortofosforhape: tahke hügrokoopne aine, keskmise tugevusega hape, kuulub Coca-Cola ja puhastusvahendi Sanit koostisesse;
- $H_2SO_4$  – väävelhape: tugev oksüdeeriv hape, mille paljud soolad on lahustumatud;  $SO_3$  lahustub  $H_2SO_4$ -s on ooleum;
- $HCl$  – vesinikkloriidhape (triviaalne nimetus: soolhape), tugev hape, tekitab maos happelist pH-d;
- $H_2S$  – divesiniksulfiidhape: iseloomuliku mädamunalõhnaga ja mürgine.

Lisaks toome välja kaks orgaanilist hapet:

- $HCOOH$  – metaanhape (triviaalne nimetus: sipelghape);
- $CH_3COOH$  – etaanhape (triviaalne nimetus: äädikhape).

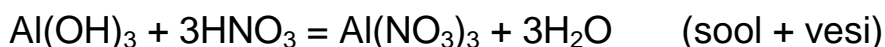
## Alused

**Aluste ehk hüdroksiidide** üldvalem on  $M(OH)_n$ , milles M tähistab metalli ja n on metalli oksüdatsiooniaste hüdroksiidis.

Hüdroksiide liigitatakse vees lahustuvuse järgi:

- vees lahustuvad hüdroksiidid (leelised) - aktiivsete metallide hüdroksiidid [nt  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $Ba(OH)_2$ ];
- vees praktiliselt lahustumatud hüdroksiidid - enamik metallide hüdroksiide.

Eristatakse **aluselisi** ja **amfoteerseid hüdroksiide**. Amfoteersed hüdroksiidid [nt  $Al(OH)_3$ ,  $Zn(OH)_2$ ,  $Cr(OH)_3$ ,  $Pb(OH)_2$ ] reageerivad nii hapete kui ka leeliste lahustega.





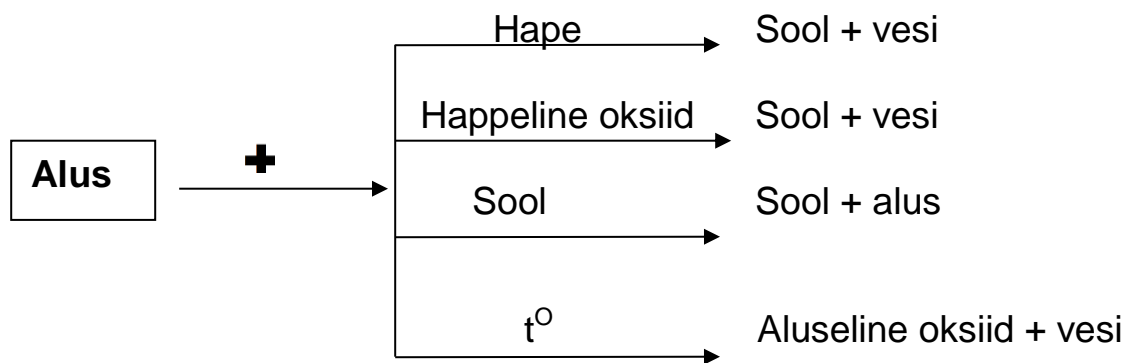
Hüdroksiidide sarnased omadused on tingitud hüdroksiidioonide olemasolust. Leeliste (tugevate aluste) molekulid jagunevad (dissotsieeruvad) vesilahustes ioonideks:



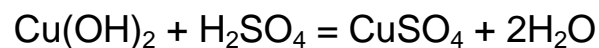
Leeliste lahused muudavad indikaatorite värvust (fenoolftaleiini värvuseta lahus muutub leelises vaarikpunaseks ja lakmuse lilla värvusega lahus muutub leelises siniseks).

Lahustumatud hüdroksiidid on nõrgad alused ning annavad lahustesse väga vähe hüdroksiidioone, võrreldes lahustuvate alustega.

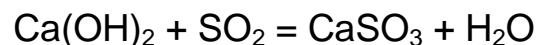
Alustele **iseloormulikud reaktsioonid** on järgmised:



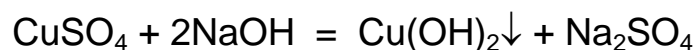
1) Nii leelised kui ka vees lahustumatud hüdroksiidid reageerivad **hapetega** ehk toimub neutralisatsioonireaktsioon:



2) Leelised reageerivad **happeliste oksiididega**:

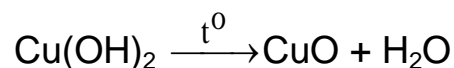


3) Leelistele on iseloormulik reageerimine **lahustuvate sooladega**:

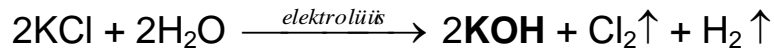


**NB! Saadustest peab olema vähemalt üks lahustumatu!**

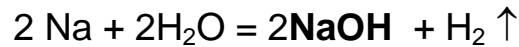
4) Erinevalt leelistest (erandiks  $\text{Ca(OH)}_2$ ) on vees praktiliselt lahustumatute hüdroksiidide iseloormulikuks omaduseks **lagunemine kuumutamisel**:



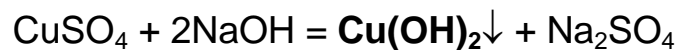
Leelisi (NaOH, KOH) toodetakse tööstuses vastavate kloriidide kontsentreeritud lahuste elektrolüüsil:



Laboris saadakse leeliseid vastavate leelismetallide või nende oksiidide reageerimisel veega



Vees lahustumatuid hüdroksiide saadakse leeliste reageerimisel vastavate sooladega, kusjuures vähemalt üks saadustest peab olema lahustumatu:



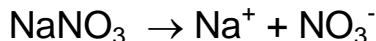
Hüdroksiidid, mida sageli kasutatakse **olümpiaadiülesannetes**, on:

- $\text{Mg(OH)}_2$  – magneesiumhüdroksiid: kõrvuti  $\text{CaCO}_3$ -ga sadeneb välja külmast karedast veest;
- $\text{Al(OH)}_3$  ja  $\text{Zn(OH)}_2$  – alumiiniumhüdroksiid ja tsinkhüdroksiid: amfoteersed omadused;
- $\text{NaOH}$  ja  $\text{KOH}$  – naatriumhüdroksiid ja kaaliumhüdroksiid: žanri klassika, millal iganes on vaja tugevat alust;  $\text{NaOH}$  kuulub ka puhastusvahendi Torusiil koostisse;
- $\text{Ca(OH)}_2$  – kaltsiumhüdroksiid: kustutatud lubi.

Lisaks tasub meelde jätta nõrk alus ammooniumhüdroksiid  $\text{NH}_4\text{OH}$  ehk  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , mis on iseloomuliku terava lõhnaga (nuuskpiiritus).

## Soolad

**Soolad** on ühendid, mis koosnevad katioonidest ja anioonidest. Vees lahustuvad soolad esinevad lahustes ioonidena:



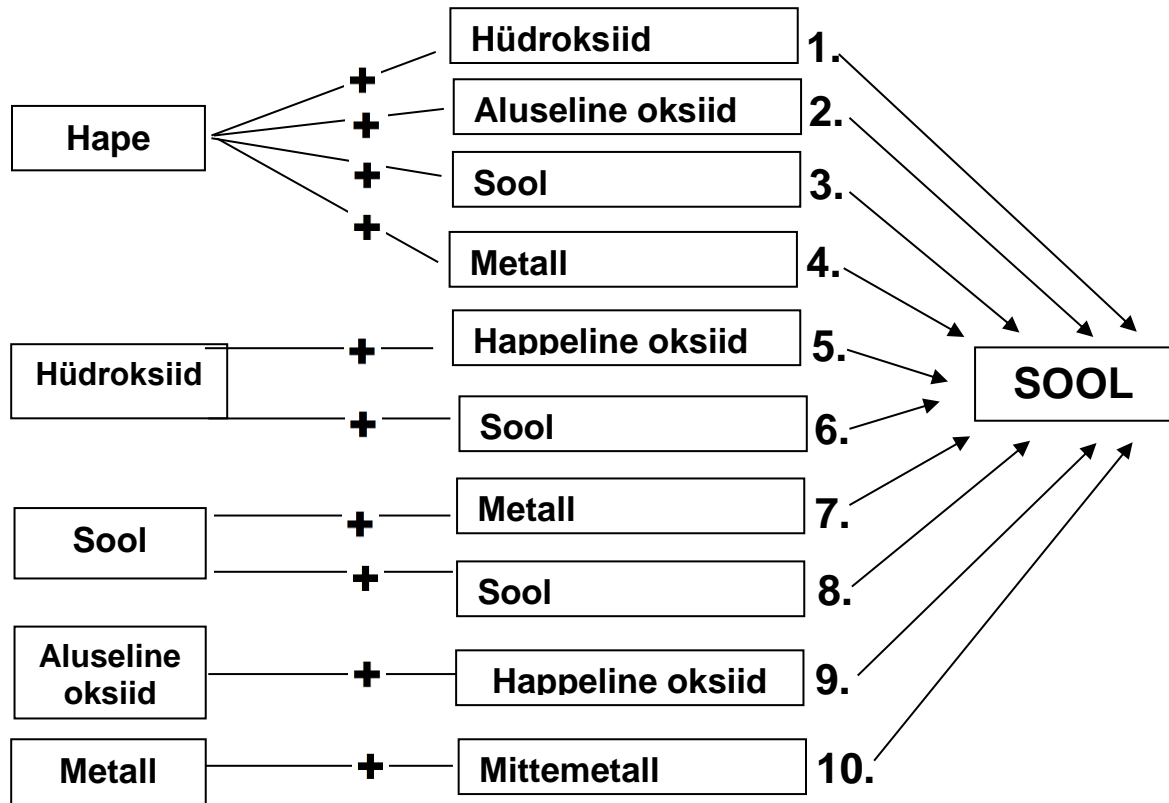
Soolade tekkimisel:

- happe vesinikioonid asenduvad täielikult või osaliselt metalliiooniga ning vastavalt sellele tehakse vahet normaalsoolade ja vesiniksoolade vahel (nt vastavalt  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ehk naatriumsulfaat ja  $\text{NaHSO}_4$  ehk naatriumvesiniksulfaat);
- aluse hüdroksiidioonid asenduvad täielikult või osaliselt happejääkiooniga ning vastavalt sellele tehakse vahet normaalsoolade ja hüdroksiidsoolade vahel (nt vastavalt  $\text{CuCO}_3$  ehk vask(II)karbonaat ja  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  vask(II)dihüdroksiidkarbonaat).

Koostise järgi eristatakse veel:

- kristallhüdraate - soolad, mis sisaldavad tahkes olekus kristallvett:  
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – vask(II)sulfaat-vesi(1/5) ehk vask(II)sulfaadi heksahüdraat;  
 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – raud(II)sulfaat-vesi(1/7) ehk raud(II)sulfaadi heptahüdraat;
- kaksiksoolaid - tekivad, kui happe vesinikioonid asenduvad erinevate metallide ioonidega:  
 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  – alumiiniumkaaliumsulfaat-vesi(1/12) ehk alumiiniumkaaliumsulfaatdodekahüdraat (antud sool on ka kristallhüdraadi näide, kasutatakse toiduainetööstuses küpsetuspulbri lisaainena – E522);
- komplekssoolaid – soolad, mis sisaldavad kompleksiooni:  
 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{-4}$  – heksatsüanoferraat(II)ioon, vastav sool näiteks  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  ehk kaaliumheksatsüanoferraat(II);  
 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$  – tetrahüdroksüaluminaatioon, vastav sool näiteks  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  ehk naatriumtetrahüdroksüaluminaat.

Soolade põhilistest **saamisviisidest** annab ülevaate järgmine skeem:



Selleks, et reaktsioonid saaksid toimuda, peab olema täidetud vähemalt üks alljärgnevast tingimusest:

1. tekib vähemalt üks lahustumatu saadus (lahustuvuse kohta saab otsuse teha, kasutades lahustuvustabelit);
2. tekib kerglenduv aine (gaas);
3. tekib vähedissotsieeruv aine (näiteks vesi).

**1.-4.** saamisviisid on vaadeldud eelpool hapetele iseloomulike reaktsioonide juures;

**3.** saamisviis: reaktsioon **hape + sool** kulgeb siis, kui moodustub lähteaineks olevast hapest nõrgem või lendavam hape;

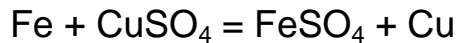
**5.-6.** - on vaadeldud hüdroksiididele iseloomulike reaktsioonide juures.

**9.** saamisviis on vaadeldud eelpool oksiididele iseloomulike reaktsioonide juures.

**7. Soolade** vesilahuste reageerimine **metallidega** toimub vastavalt pingereale (v.a. metallid, mis reageerivad veega - leelismetallid). Metall reageerib vees

lahustuva soolaga, kui ta on aktiivsem kui soola koostises olev metall. Iga metall tõrjub pingereas temale järgnevad metallid soola lahusest välja, kuid ei tõrju talle pingereas eelnevaid metalle.

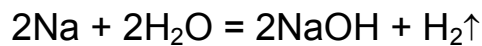
Arvestades pingerida saame kirjutada:



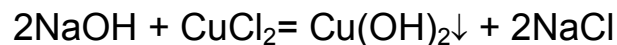
**NB!** See reegel ei ole rakendatav aktiivsete metallide puhul (Li, K, Ba, Ca, Na), mis reageerivad esmalt külma veega vesiniku eraldumisega ja seejärel tekkinud hüdroksiid võib reageerida soola lahusega (kui tekib sade).

Näiteks: Na reageerimisel  $\text{CuCl}_2$ -ga vesilahuses toimub tegelikult 2 reaktsiooni:

1. Esmalt reageerib Na kui leelismetall veega ning tekib NaOH ja eraldub vesinik:



2. Seejärel reageerib tekkinud NaOH edasi  $\text{CuCl}_2$ -ga:

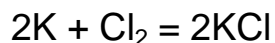


3. Ehk summaarselt saab kirjutada reaktsioonivõrrandi:



**8.** Vesilahustes **soola** reageerimine **teise soolaga** on tegelikult ionide vahetusreaktsioon. Reaktsiooni kulgemiseks mõlemad lähtesoolad peavad vees lahustuma ning tekkima peab vähemalt üks lahustumatu saadus (selleks, et teha otsus reaktsiooni kulgemise üle, kasutatakse soolade lahustuvustabelit).

**10.** Soolade saamine **metallide** reageerimisel **mittemetallidega**:



Soolad on oma mitmekesiste omaduste ja värvuste tõttu ühed lemmikud **olümpiaadiülesannete** koostamisel. Kristallhüdraadid või soolade vesilahused on sageli ka värvilised. Allpool on toodud vaid mõningad näited, mis on argielus ka üpris levinud:

- $\text{NH}_4\text{Cl}$  – ammooniumkloriid: salmiaak, kasutatakse soolase lisandina lagritsamaiustes; vesilahus omab ammoniaagile iseloomulikku teravat lõhna (miks see nii on, vaatleme järgnevates kursustes soolade hüdrolüüsi peatükis);
- $\text{NaHCO}_3$  – naatriumvesinikkarbonaat: söögisooda, reageerimisel hapetega moodustub  $\text{CO}_2$ , mis kergitab küpsetisi; samal põhimõttel kasutatakse ka

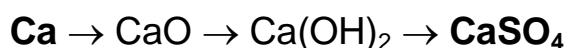
ammooniumvesinikkarbonaati ehk  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  (nn põdrasarvesoola komponent);

- $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – naatriumkarbonaat-vesi (1/10): pesusooda, aluselise keskkonnaga (miks see nii on, vaatleme jällegi järgnevates kursustes soolade hüdrolüüsi peatükis);
- $\text{NaCl}$  – naatriumkloriid: tuntud kui keedusool (köögis kasutatakse mõnikord seguna koos  $\text{KCl}$ ), samuti merevee põhiline lahustunud komponent;  $\text{Na}^+$  ja  $\text{Cl}^-$  ioonid on levinud ka bioloogilistes vedelikes, nt vereplasmas;
- $\text{KNO}_3$  – kaaliumnitraat: üks salpeetritest (üldiselt nimetatakse nii leelismetallide nitraate), tänu nitraatiooni oksüdeerivale iseloomule kuulub koos redutseerijatega C ja S püssirohu koostisse;
- $\text{KMnO}_4$  – kaaliumpermanganaat, mille mõne kristalli lahustumisel vees tekib roosakas-violetse kuni lilla värvusega antibakteriaalsete omadustega lahus; tugev oksüdeerija;
- $\text{CaCO}_3$  – kaltsiumkarbonaat: lubja, kriidi, marmori ja dolomiidi põhiline koostisaine (viimases mineraalis esineb koos  $\text{MgCO}_3$ -ga); leidub samuti pärlites;
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  – kaltsiumfosfaat: esineb mineraalirühmas nimega apatiidid ning ka luude koostises;
- $\text{FeS}_2$  – raud(II)disulfiid: püriit, iseloomuliku kollaka värvuse ja läike tõttu ka kassikuld (ingl k fool's gold);
- $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  – malahhiit (roheline värvusega mineraal), sellega väga sarnase struktuuriga on  $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  ehk asuriit (rohekas-sinine);
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – vask(II)sulfaat-vesi(1/5): vaskvitriol, vasele iseloomuliku sinise värvusega (veevaba  $\text{CuSO}_4$  on valge pulber).

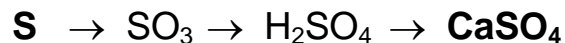
Tundes ainete klasside koostist ja üldisi omadusi, on võimalik otsustada, millisesse ainete klassi aine kuulub ja millised on tema üldised omadused.

Anorgaaniliste ainete klasside vahel on geneetilised (tekkelised) seosed, mis seisnevad võimaluses ühe ühendiklassi esindajal üle minna teise ühendiklassi esindajaks.

**Näide.** Lihtaine - metall Ca - reageerib hapnikuga, seejärel tekkinud kaltsiumoksiid reageerib veega, andes kaltsiumhüdroksiidi. Reageerides happega, annab viimane soola. Need muundused võib üles kirjutada järgmise skeemi abil:



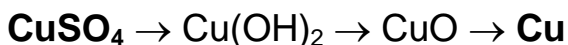
Sama saaduseni võib jõuda, kui lähtuda mittemetallist väävlist:



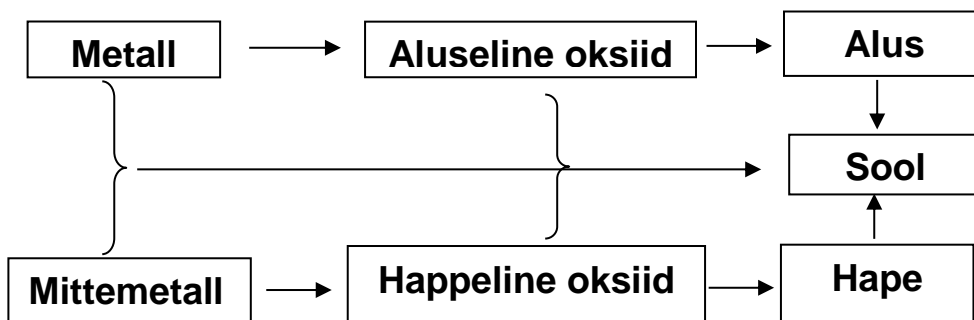
Seega on kahel erineval viisil saadud üks ja sama sool.

On võimalik vastupidine käik: lähtudes soolast, võib saada teiste aineklasside ühendeid, aga ka lihtaineid.

**Näide.** Vasksulfaadi reageerimisel leelisega võib saada vask(II)hüdrosiidi; viimast kuumutades võib saada vask(II)oksiidi. Kuumutatud vask(II)oksiid redutseeritakse vesiniku voolus ja saadakse lihtaine - vask:



Anorgaaniliste ainete omavahelisi seoseid võib väljendada järgmise skeemi abil:



**Olümpiaadil** on väga sagedased **nn ABC-tüüpi ülesanded**, kus ained on kodeeritud tähtedega. Selliste ülesannete lahendamisel tuleb meeles pidada, et:

- Aine jäävuse seadus kehtib – keemilistes reaktsioonides toimub sidemete tekkimine ja/või katkemine aatomite vahel, kuid aatomid ning nende hulk jääb samaks;
- Üks kindlamaid viise mingisuguse aatomi identifitseerimiseks on vastava elemendi asukoht perioodilisustabelis – kui ülesanne sisaldab infot aatomnumbri, aatommassi, prootonite-neutronite arvu või elemendi elektronkatte kohta, on see alati suureks abiks;
- Ülaloodud skeem aineklasside reageerimise kohta kehtib alati (skeemil on küll puudu reaktsioonid kahe mittemetallilise aine vahel, nt  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ ) – kui on öeldud, et reageerivad kaks soola, siis suure tõenäosusega kaks soola ka tekib, olgu need tähistatud **A** ja **B** või **X** ja **Y**;
- Alati tasub jälgida, kas räägitakse ainest (võib olla nii liht- kui liitaine) või ühendist (sisaldab alati rohkem kui ühe elemendi aatomeid);
- Tasub endale meelde tuletada, milline oli olümpiaadiks ette antud temaatika – see võib olla abiks, identifitseerimaks ühendite rühma (näiteks kui temaatikas olid mainitud lämmastiku ühendeid ning viies eelnevas ülesandes ei olnud lämmastikuga suurt pistmist, siis tõenäoliselt keskendub just kuues ABC-ülesanne lämmastikuühendite keemiale).

Suureks abiks olümpiaadiülesannete lahendamisel on teadmised, millises agregaatolekus on üks või teine aine toatemperatuuril ja normaalrõhu juures (lihtainetega pole väga palju vaeva – vääriskaasid ja  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$  on gaasilised,  $Br_2$  ja  $Hg$  on vedelad, kõik teised on tahked).

Samuti on abiks teadmised ainete värvustest ning lahustuvusest vees – nt soolade vastavate omaduste kohta on olemas ülevaatlik tabel, vt <http://www.chemix-chemistry-software.com/school/inorganic-solubility-chart.html>

**Näide (2002/2003 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavoor, 8. klass):**

Lihtainetest **A**, **B**, **C** ja **D** on kaks gaasid ja kaks tahked ained. Ained **A** ja **B** moodustavad omavahel oksiidi, mis põhjustab happelihvi. Ka ained **B** ja **C** moodustavad omavahel oksiidi (**X**). Oksiidi **X** on kõikjal ja me teame seda nii gaasilises, vedelas kui ka tahkes agregaatolekus. Kurgis on seda rohkem kui 95%. Ühendisse **X** väikese tüki aine **D** lisamisel võib aine **D** põlema süttida ja lakke karata, mistõttu peab selle reaktsiooni teostajal olema nägu kaitstud. Aine **D** reaktsioonil ühendiga **X** tekib tugevalt aluseline lahus ja moodustub üks varem nimetatud lihtainetest. Aine **D** aatomil on neli elektronkihti ja moodustunud ioonidel puuduvad väliskihis elektronid. Aine **A** aatomitest ioonide moodustumiseks tuleb igal aatomil kaks elektroni juurde võtta.

a) Kirjutage lihtainete **A–D** valemid. Andke nende nimetused ja märkige nende agregaatolek toatemperatuuril.

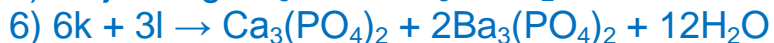
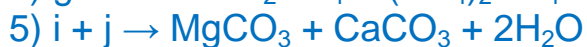
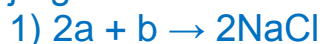
b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid i)  $A + B \rightarrow$  ; ii)  $B + C \rightarrow$  ; iii)  $X + D \rightarrow$  .

**Lahendus:**

a) **A** – S, väävel, tahke; **B** –  $O_2$ , hapnik, gaas; **C** –  $H_2$ , vesinik, gaas; **D** – K, kaalium, tahke

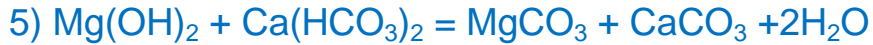
b) i)  $S + O_2 = SO_2\uparrow$  ; ii)  $O_2 + 2H_2 = 2H_2O$  ; iii)  $2H_2O + 2K = 2KOH + H_2\uparrow$

**Näide (2015/2016 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavoor, 10. klass – muudetud).** Leidke, millised kaks ühendit reageerivad omavahel etteantud vahekorras, kui reaktsiooni tulemusena tekivad etteantud proportsioonides järgmised saadused:



Kirjutage vastavad tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid.



**Lahendus:****Kirjandus:**

1. R. Ott, A. Piksarv, E. Talts "Keemia ülesannete kogu", Tallinn, Valgus, 1983
2. Hergi Karik "Üldine ja anorgaaniline keemia. Käsiraamat õpilastele" Koolibri , 2000.
3. Neeme Katt, Keemia lühikursus põhikoolile, Avita, 2004
4. Keemianomenklatuur. Eesti Entsüklopeediakirjastus. Tallinn. 2000