

HERMEN RODE ALTARI PIGMENDID

SIHTRÜHM

gümnaasiumiastme või 9. klassi õpilased, kes on omandanud põhikooli keemia ainekava piires anorgaaniliste ainete põhiklasside ja redoksreaktsioonide teema.

SEOS PÕHIKOOLI KEEMIA ÕPPE- JA KASVATUSEESMÄRKIDEGA*

- märkab keemiaga seotud probleeme igapäevaelus, keskkonnas ja praktilises inimtegevuses;
- kasutab korrektselt ainekavakohast keemiterminoloogiat ja keemiasümboleid ning saab aru lihtsamast keemiatekstist;
- mõistab keemiliste reaktsioonide võrrandites sisalduvat teavet ning koostab lihtsamaid reaktsioonivõrrandeid (õpitud reaktsioonitüüpide piires);
- plaanib ja teeb ohutult lihtsamaid keemikatseid, mõistab igapäevaelus kasutatavate kemikaalide ja materjalide ohtlikkust ning rakendab neid kasutades vajalikke ohutusnõudeid.

SEOS PÕHIKOOLI KEEMIA AINEKAVA ÕPITULEMUSTEGA*

I Millega tegeleb keemia?

- [...] tunneb ära reaktsiooni toimumist iseloomulike tunnuste järgi;
- järgib põhilisi ohutusnõudeid, kasutades kemikaale laboritöodes ja argielus, ning mõistab ohutusnõuete järgimise vajalikkust;
- tunneb tähtsamaid laborivahendeid [...] ja kasutab neid praktilisi töid tehes õigesti.

III Hapnik ja vesinik. Oksiidid

- määrab aine valemi põhjal tema koostiselementide oksüdatsiooniastmeid;
- koostab oksiidide nimetuste alusel nende valemeid ja vastupidi.

IV Happed ja alused – vastandlike omadustega ained

- tunneb valemi järgi happeid, hüdrosiidide (kui tuntumaid aluseid) ja soolasiid;
- seostab omavahel tähtsamate hapete ning happeanioonide valemeid ja nimetusi, koostab hüdrosiidide ning soolade nimetuste alusel nende valemeid (ja vastupidi);
- mõistab hapete ja aluste vastandlikkust (võimet teineteist neutraliseerida);
- koostab ning tasakaalustab lihtsamate hapete ja aluste vaheliste reaktsioonide võrrandeid.

V Tuntumaid metalle

- seostab redoksreaktsioone keemiliste elementide oksüdatsiooniastmete muutumisega reaktsioonis.

VI Anorgaaniliste ainete põhiklassid

- kirjeldab ja analüüsib mõningate tähtsamate anorgaaniliste ühendite peamisi omadusi ning selgitab nende ühendite kasutamist igapäevaelus;
- analüüsib keemilise saaste allikaid ja saastumise tekkepõhjust, saastumisest tingitud keskkonna-probleeme.

SEOS PÕHIKOOLI KEEMIA AINEKAVA ÕPPESISUGA*

- Keemilised reaktsioonid ja nende tunnused. Põhilised ohutusnõuded. Kemikaalide kasutamine laboritöodes ja argielus. Tähtsamad laborivahendid ning nende kasutamine praktilistes töodes.
- Oksüdatsiooniaste. Oksiidide nimetused ja valemite koostamine. Oksiidid igapäevaelus.
- Happed, nende koostis. Hüdrosiidide (kui tuntumate aluste) koostis ja nimetused. Hapete reageerimine alustega, neutralisatsioonireaktsioon. Soolad, nende koostis ja nimetused.
- Keemiliste elementide oksüdatsiooniastmete muutumine keemilistes reaktsioonides.
- Anorgaanilised ühendid igapäevaelus. Põhilised keemilise saaste allikad, keskkonnaprobleemid: happevihmad.

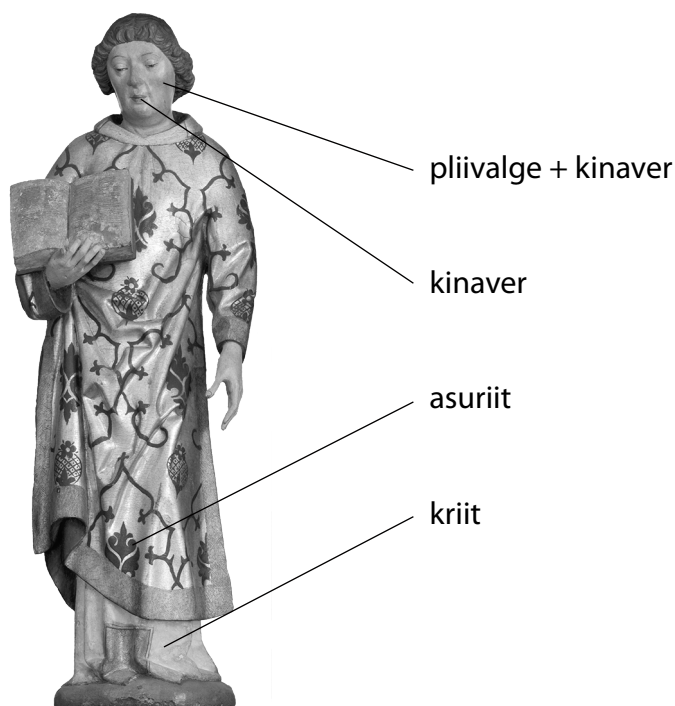
* Lähtuvalt põhikooli korrigeeritud õppekavast (seisuga 22.04.2014).

SISSEJUHATUS

Täitke tabel Hermen Rode altari skulptuuride valmistamisel kasutatud pigmentidest¹.
Meenutage muuseumitunnis kuulnud ja/või kasutage infootsinguks internetti.
Pigmentide loetelu on esitatud tabeli all.

Nimetus	Värvus	Põhikomponent	
		Nimetus	Valem
<i>punane ooker</i>	<i>punane</i>	<i>raud(III)oksiid</i>	Fe_2O_3
<i>kriit</i>	<i>valge</i>	<i>kaltsiumkarbonaat</i>	CaCO_3
<i>asuriit</i>	<i>sinine</i>	<i>vask(II)karbonaat ja vask(II)hüdrosiid suhtes 2:1</i>	CuCO_3 ja $\text{Cu}(\text{OH})_2$ suhtes 2:1 ehk $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ehk $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$
<i>kinaver</i>	<i>punane</i>	<i>elavhõbe(II)sulfid</i>	HgS
<i>pliivalge</i>	<i>valge</i>	<i>plii(II)karbonaat ja plii(II)hüdrosiid suhtes 2:1</i>	PbCO_3 ja $\text{Pb}(\text{OH})_2$ suhtes 2:1 ehk $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ ehk $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$
<i>taimne must</i>	<i>must</i>	<i>süsinik</i>	C

Loetelu:
asuriit
kinaver
kriit
pliivalge
punane ooker
taimne must



*Püha Laurentiuse puuskulptuur
Hermen Rode altariilt (1478–1481)
Niguliste Muuseumis*

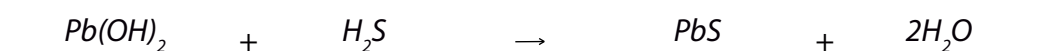
¹**Pigment** – orgaaniline või anorgaaniline looduslik või sünteetiline värviline pulbritaoline aine, mis ei lahustu vees ega õlis.

PLIIVALGE

Pliivalget on kasutatud sajandite jooksul paljude maalide loomisel. On täheldatud, et see pigment võib aga teatud tingimustel aja jooksul tumeneda. Üheks põhjuseks on pakutud pliivalge komponentide reageerimist kas õhus leiduvate väevliühenditega (näiteks divesiniksulfidiga) või maalimisel kasutatud sulfididega.

- 1) Koostage ühe võimaliku pliivalge tumenemist kirjeldava keemilise reaktsiooni võrrand ja tasakaalustage see.

plii(II)hüdroksiid + divesiniksulfid →



- 2) Tuginedes küsimuses 1) kirjutatud reaktsioonivõrrandile, nimetage aine, mille moodustumine võib põhjustada pigmendi tumenemist.

plii(II)sulfid

- 3) Katse 1

Tumenemist põhjustavat ainet on võimalik laboratoorselt valmistada plii(II)nitraadi ja naatriumsulfiidi vahelisel reaktsioonil.

Võtke katseklaasi 2 ml plii(II)nitraadi lahust ja lisage 1 ml naatriumsulfiidi lahust. Mida on näha? Nimetage kulgeva reaktsiooni tunnus.

Moodustub tumedat värvi (mustjas) sade.

- 4) Katse 2

Üks võimalus tumenenud kohtade algset värvust taastada on nende töötlemine lahja vesinikperoksiidi H_2O_2 lahusega. Seda kasutatakse näiteks paberile maalitud tööde puhul. Vesinikperoksiid reageerib tumenenud pigmendiga ning moodustub plii(II)sulfaat.

Lisage katses 1 saadud lahusele tilkade haaval vesinikperoksiidi lahust.

Mida on näha? Nimetage kulgeva reaktsiooni tunnus(ed).

Mustjas sade muutub valkjaks.

Kirjutage kulgenud reaktsiooni pliid sisaldava lähte- ja saadusaine valem.

Lähteaine: PbS Saadusaine: PbSO₄

Määrake mõlemas ühendis väevli oksüdatsiooniaste.

Kas tumenemist põhjustav ühend vesinikperoksiidiga töötlemisel oksüdeerub või redutseerub? Põhjendage.

Ühend oksüdeerub, sest väevli oksüdatsiooniaste kasvab:



- 5) Kaasajal on pliivalge kõrvale tõrjunud titaanvalge, mille põhikomponent on titaan(IV)oksiid.

Koostage titaanvalge põhikomponendi valem. TiO₂

Mis võib olla pliivalge titaanvalgega asendumise põhjuseks?

Plii ja pliiühendid on toksilised. (See on muutnud pliiühendite kättesaadavuse keerukamaks.)

ASURIIT

Asuriiti mainis juba antiikaja loodusteadlane Plinius Vanem, tähistades seda mineraali kreekakeelse sõnaga *kuanos* („sügavsinine“).

1) Milliseid ioone sisaldab asuriit? Kirjutage nende valemid.

Katsoon(id): Cu^{2+} Anioon(id): OH, CO_3^{2-}

2) Üks 19. sajandist pärinev retsept loetleb asuriidi valmistamise lähteainetena järgmisi aineid: vask, *aqua fortis* (lämmastikhape), kustutamata lubi (kaltsiumoksiid).

20. sajandi retsept aga soovib kasutada vask(II)sulfaadi lahust ja küllastunud naatriumkarbonaadi lahust.

Koostage nimetatud ainete valemid ja lisage vastav aineklass.

vask – Cu – metall

lämmastikhape – HNO_3 – hape

kaltsiumoksiid – CaO – oksiid

vask(II)sulfaat – $CuSO_4$ – sool

naatriumkarbonaat – Na_2CO_3 – sool

3) Katse 3

Asuriidi saamiseks tuleb valmistada kaks lahust (või kasutada eelnevalt valmistatud lahuseid):

i) lahus A – 12,5 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ lahustatud 50 ml vees,

ii) lahus B – 5,8 g Na_2CO_3 lahustatud 55 ml vees.

Lisage lahust B väikeste koguste haaval lahusele A. Mida on näha?

Sinaka sademe teket (võib juhtuda, et on täheldada ka gaasi eraldumist).

Kuidas oleks võimalik reaktsioonisegust asuriit eraldada? Teostage see.

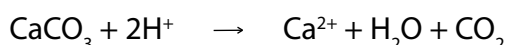
Kuna moodustunud ühend ei lahustu vees, saab selle reaktsioonisegust eraldada

filtrerimise teel.

KRIIT

Kriiti on alates antiikajast kasutatud kui odavat valget pigmenti ja täiteainet. Ka Hermen Rode altariskulptuuridel on kasutatud võrdlemisi palju pigmendina just kriiti.

1) Kriit pole happelistes maalimisvahendites püsiv ning reageerib järgmise reaktsioonivõrrandi kohaselt:



Mis gaas selle reaktsiooni käigus eraldub? Nimetage see.

süsihappegaas ehk süsinikdioksiid

2) Katse 4

Võtke keeduklaasi mõned tükid kriiti ja tilgutage neile soolhappe lahjendatud lahust. Mida on näha?

Gaasimullide eraldumist kriiditüki pinnal.

3) Miks on marmorist ja lubjakivist kultuurimälestised tundlikud happelihmade suhtes?

Marmor ja lubjakivi koosnevad samuti nagu kriitki hapete suhtes tundlikust

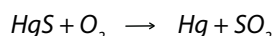
kaltsiumkarbonaadist, mis nende toimel lahustub.

KINAVER

Kinaveri tuntakse juba nooremast kiviajast ning Rooma impeeriumis kaevandati seda nii pigmendina kasutamiseks kui elavhõbeda saamiseks.

Kinaverist elavhõbeda saamiseks võib seda kuumutada õhu juuresolekul, kusjuures kinaveris sisalduv väävel muundub vääveldioksiidiks. Eralduvate elavhõbeda aurude jahutamisel (kondenseerimisel) saabki elavhõbeda.

1) Kirjutage kulgeva reaktsiooni võrrand.



2) Termomeetri purunemisel soovitakse laiali pudenenud elavhõbedatilkadele raputada väävlit. Millega seda selgitada?

Elavhõbe reageerib väävlipulbriga, moodustades elavhõbe(II)sulfiidi HgS. Seda on hõlpsam kokku koguda kui kergesti tilkadena „laialijooksvat“ elavhõbedat. Elavhõbe(II)sulfid on ka ohutum kui elavhõbe.

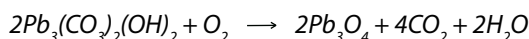
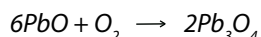
PLIIMENNIK

Altari metallpindade katmiseks (näiteks tiibade hingedel) on kasutatud pliimennikut ehk tripliitetraoksiidi.


1) Koostage pliimenniku valem.



2) Pliimennikut on võimalik valmistada plii(II)oksiidi või pliivalge kuumutamisel õhu hapniku juuresolekul. Pliivalge korral moodustuvad lisaks pliimennikule veel süsihappegaas ja vesi. Kirjutage ja tasakaalustage vastavate reaktsioonide võrrandid.



3) Millega selgitada pliimenniku nimetamist Saturni punaseks?

Alkeemias seostati Saturni (taevakeha) pliiga (metalliga). Sümbol:  Nimetuse teine pool (punane) viitab pliimenniku iseloomulikule intensiivsele värvusele.