

2004/2005 õa keemiaolümpiaadi lõppvoor ülesanded
10. klass

1. Andresele anti analüüsiks kolm tahket metalli, millest kaks olid väliselt väga sarnased, kolmas oli pisut tuhmim. Andres leidis, et antud metallide kindlakstegemiseks piisab, kui jälgida nende reageerimist (+) lahjendatud vesinikkloriidhappe, kontsentreeritud külma lämmastikhappe ja kontsentreeritud naatriumhüdroksiidi lahustega.

Reaktiiv	Metall I	Metall II	Metall III
HCl	–	+	+
HNO ₃	+	–	+
NaOH	–	+	+

- a) Millised keemilised elemendid on metallid I, II ja III? (3)
b) Kirjutage tabelis toodud andmete põhjal vastavate reaktsioonide võrrandid (6 tk). (6)
c) Põhjendage (kui võimalik, siis andke valemid), miks vaadeldavad metallid tavatingimustel ei korrodeeru. (2) **11 p**

2. Saksamaal on püütud kasutada kütusena elementi **A**. Elemendi **A** abil energiaga saamisega ei kaasne keskkonda saastavate jääkainete moodustumist.

Energia tootmisel ühineb element **A** katalüsaatori (CuO) juuresolekul 500 °C juures eksotermiliselt lihtainega **B**, mille tulemusena moodustub aine **C**. Aine **C** ei reosta keskkonda, sest reageerimisel lihtainega **E** moodustuvad ammoniaak ja aine **D**. Ammoniaagist saab toota sooli, mida kasutatakse väetistena. Binaarne ühend **D** sisaldab 53% hapnikku ega reageeri veega.

Tähelepanu! hapniku sisaldus on antud ainult kahe tüvenumbri täpsusega.

- a) i) Arvutage aine **D** valem ja kirjutage selle nimetus. ii) Kirjutage ainete **A**, **B**, **C** ja **E** valemid ja nimetused. (5)
b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $A + B \rightarrow$, ii) $C + E \rightarrow$ ja iii) $NH_3 \rightarrow$ väetis. (3)
c) Kirjutage peamine põhjus, miks ülalkirjeldatud energiasaamise skeemi ei kasutata (1) **9p**

3. NaOH täpse kaalutise järgi ei ole võimalik valmistada täpse molaarse kontsentratsiooniga lahust, sest NaOH on hügrokoopne ja võib teatud määral reageerida ka õhus sisalduva CO₂. 1 liitri ~0,1 M NaOH lahuse valmistamiseks mõõtis laborant 1 L mõõtekolbi 5,2 cm³ küllastatud NaOH lahust ja täitis kolvi veega märgini. Saadud lahuse kontsentratsiooni määramiseks kasutas laborant varemvalmistatud täpse kontsentratsiooniga oblikhappe lahust.

- a) Kirjutage oblikhappe graafiline valem. (2)
b) Kirjutage NaOH ja oblikhappe vahelise neutralisatsioonireaktsiooni võrrand. (1)
c) Arvutage i) oblikhappedihüdraadi molaarmass ja ii) selle kristallhüdraadi mass, mis on vajalik täpselt 100 ml 0,05000 M lahuse valmistamiseks. (2)
d) Arvutage valmistatud NaOH lahuse molaarne kontsentratsioon, kui laborandi poolt valmistatud täpselt 10 ml lahuse tiitrimiseks kulus 10,20 cm³ NaOH lahust. (2)
e) Arvutage küllastunud lahuses NaOH protsendiline sisaldus, kui selle lahuse tihedus on 1,54 g/cm³. (2) **9 p**

4. 15. aprillil 1912 läks Atlandi ookeani põhja kuulus Titanic. Katastroofil oli mitu põhjust, sealhulgas ka laevakonstruktsioonis kasutatud terase rabadus, mis on tingitud mittemetallide **X** ja **Y** liigest sisaldusest. Neist esimene põhjustab terase rabadust kõrgel, teine – madalal temperatuuril.

Terase lähteaineks on malm, mille põhikomponendiks on lihtaine **A** ja mis sisaldab lisanditena mittemetalle **Y**, **Q** ja **Z** ning põhikomponendi ja mittemetalli **X** binaarset soola **R**. Soolas **R** on mittemetalli **X** sisaldus 36,5%. Elemendid **Q** ja **Z** paiknevad

perioodilisussüsteemi samas rühmas, elemendid **X**, **Y** ja **Z** aga samas perioodis. Teras tootmisel oksüdeerub mingi osa lihtainest **A** hapniku toimel madalaima oksüdatsiooniastmega ühendiks **B**. Seejärel toimuvad järgmised reaktsioonid:

$B + Y = A + D$ (oksiid **D** on suure molekulmassiga, elemendil **Y** on selles kõrgeim oksüdatsiooniaste ja **D** vesilahus on happeline).

$B + Q = A + E$ (oksiid **E** on mürgine gaas, kus element **Q** ei ole täielikult oksüdeerunud)

$B + Z = A + G$ (oksiidis **G** on elemendil **Z** kõrgeim o.a. ja selle lisamisel vette jääb keskkond neutraalseks).

Et vabaneda soolast **R**, kasutatakse lubjakivi. Esmalt toimub lubjakivi lagunemine: lubjakivi = $J + L$ (**L** on gaas, mis moodustub ka gaasilise **E** oksüdeerumisel). Seejärel toimub reaktsioon $J + R = B + M$ (**M** on binaarne sool, milles mittemetalli **X** sisaldus on 44,4%).

a) Kirjutage i) lihtaine **A** valem ja nimetus, ii) lubjakivi lagunemisreaktsiooni võrrand ning iii) ühendi **B** tekkereaktsiooni võrrand. (1,5)

b) i) Milliste metallide ühendid on soolad **R** ja **M**? Arvutage elemendi **X** aatommass soolade ii) **R** ja iii) **M** protsendilise koostise järgi. (1,5)

c) Identifitseerige (valem ja nimetus) ained **Y**, **Q**, **Z**, **X**, **R**, **B**, **D**, **E**, **G**, **J**, **L**, **M**. (3)

d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $B + Y \rightarrow$, ii) $B + Q \rightarrow$, iii) $B + Z \rightarrow$; iv) $J + R \rightarrow$. (4)10p

5. Metall **X** soola kristallhüdraat **R** esineb kolme isomeerina: **A** (sinkjas-violetne), **B** (tumeroheline) ja **C** (heleroheline). **X** koordinatsiooni arv on kuus; isomeerides **A**, **B** ja **C** on **X** oksüdatsiooniaste +III. Kristallhüdraadi **R** protsendiline koostis on järgmine: 19,5% elementi **X**, 40,0% mittemetalli **Y**, 4,5% vesinikku ja 36,0% hapnikku, kusjuures vesinik kuulub ainult veemolekulide koostisse.

Isomeeride täpsed valemid (sise- ja väliskoordinatsioonifäär) saab kindlaks teha, pannes vastava isomeeri värskelt valmistatud lahuse reageerima hõbenitraadiga (ühend **Q**). Reaktsiooni tulemusena tekib binaarne valge sade **Z**, mille hulga järgi saab määrata, milline hulk isomeerides sisalduvast elemendist **Y** on reaktsioonist osa võtnud. **Q** toimel aine **A** lahusele sadeneb (sademe **Z** koostises) kogu kristallhüdraadi **R** koostisse kuuluv element **Y**. Ühendi **Q** toimel aine **B** lahusele sadeneb 2/3 ja **Q** toimel aine **C** lahusele vaid 1/3 kristallhüdraadi **R** koostisesse kuuluvast elemendist **Y**.

a) Kirjutage i) ioonide sümbolite ja ühendite valemite abil reaktsioonivõrrand: ioon $Y + Q \rightarrow Z \downarrow +$ ioon. ii) Kirjutage **Y**, **Q** ja **Z** valemid ja nimetused. (2,5)

b) Leidke 100 g kristallhüdraadis elementide O ja H hulk (moolide arv). (2)

c) Leidke kristallhüdraadi brutovalem ja arvutage elemendi **X** aatommass. Andke elemendi **X** sümbol ja nimetus. (3,5)

d) Kirjutage kristallhüdraadi **R** isomeeride **A**, **B** ja **C** täpsed valemid. (3) 11 p

6. Anumas on $1,00 \cdot 10^{25}$ aine **A** molekuli. Kõikide orgaaniliste ühendite põlemisel moodustub lisaks ainele **A** ka aine **B**. Aine **B** koosneb sama perioodi elementidest. Mõningatel elusorganismidel on võime viia valguse toimel läbi reaktsiooni $A + B \rightarrow Q + Z$. Ühendi **Q** molekulmass on 180 ja selle koostises on 40,0% süsinikku, 6,7% vesinikku ja 53,3% hapnikku. **Z** on gaasiline lihtaine, mis kuulub nii ühendi **A** kui ka ühendi **B** koostisse. Aines **A** absorbeerus (neeldus) $1,5 \cdot 10^{21}$ gaasi **C** molekuli. Gaas **C** moodustub plahvatusega gaasidest **D** ja **E** väikvalguse toimel. Gaas **D** moodustub vee elektrolüüsil, gaas **E** on kollakas-roheline raske mürgine gaas.

a) Kirjutage ainete **A**, **B**, **Z**, **C**, **D** ja **E** valemid ja nimetused. (3)

b) Arvutage ühendi **Q** brutovalem ja kirjutage tema nimetus. (3)

c) Kirjutage reaktsioonivõrrand $A + B \rightarrow Q + Z$. (1)

d) Arvutage aine **C** lahustumisel moodustunud lahuse molaarne kontsentratsioon (mol/dm^3). Eeldage, et lahuse ruumala võrdub aine **A** ruumalaga ja $\rho(\text{A}) = 1,00 \text{ g/cm}^3$ (3)10p