

2001/2002 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded
11. klass

1. Ained **X**, **Y**, **Z** ja **Q** on binaarsed orgaanilised ühendid. Lihtaine **A** aatomitel on suur ja lihtaine **B** aatomitel on väikene elektronegatiivsus. Ainete **X** ja **A** vahel toimub mitu järjestikust reaktsiooni, mille esimesel etapil saadakse aine **C** ja viimasel aine **D**. Aine **D** aurude tihedus aine **X** suhtes on 9,6. Sool **E**, mis värvib leegi kollaseks, tekib aine **C** reaktsioonil lihtainega **B**. Selles reaktsioonis on teiseks saadusaineks aine **Y**. Nii aine **X** pürolüüsil kui ka aine **Y** kuumutamisel Pt katalüsaatoril moodustub aine **Z**. Aine **Z** ja aine **Y** molekulmasside suhe on 0,867. Aine **Z** molekulide ühinemisel võib moodustuda aine **Q** (78 g/mol).

a) Identifitseerige ained **X**, **Y**, **Z**, **Q**, **A**, **B**, **C**, **D**, **E** (valem ja nimetus). (4,5)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $X + A \rightarrow C$; ii) $X + A \rightarrow D$;

iii) $C + B \rightarrow Y$; iv) $X \xrightarrow{O_2} Z$; v) $Y \xrightarrow{Pt, O_2} Z$; vi) $Z \rightarrow Q$. (3)

c) Kasutades väärtusi i) 9,6; ii) 0,867; iii) 78, kontrollige lahenduskäigu õigsust. (1,5) **9p**

2. Alkaani **X** põlemissaadusteks olid 9,55 dm³ CO₂ ja 8,95 g vett (18,0 g/mol). Alkaani **X** töötlemisel AlCl₃-ga saadi selle isomeerid **A**, **B**, **C** ja **D**. Iga isomeeri töödeldi eraldi lühiajaliselt broomiga uv-valgusel. Selgus, et isomeeride **A** ja **B** massid suurenesid võrdselt 5,59 korda ning isomeeride **C** ja **D** massid suurenesid võrdselt 2,84 korda. Isomeerid **B** ja **C** on sümmeetrilised, **A** ja **D** aga mitte. Eeldada, et kõige halvemini asenduvad vesinikud ei osale antud tingimustel asendusreaktsioonides.

a) i) Arvutage, mitu vesiniku aatomit on alkaanis **X** ühe süsiniku aatomi kohta.

ii) Leidke alkaani **X** brutovalem. (2,5)

b) Kirjutage alkaani **X** isomeeride graafilised valemid. (2,5)

c) i) Kirjutage esitatud tingimustel moodustunud vastavate broomiühendite **A**^{*}, **B**^{*}, **C**^{*} ja **D**^{*} bruto- ja struktuurivalemid ning andke nende nimetused. ii) Kontrollige, kas bromeerimisel aset leidnud masside suurenemine on vastavuses ülesande tingimustega. (5)

d) Kirjutage brutovalemitega isomeeri **A** bromeerimisreaktsiooni võrrand. (1) **11 p**

3. Perioodilisussüsteemi sama perioodi neli üksteise kõrval olevat metalli **X**, **Y**, **Z** ja **Q** põhjustavad imelisi värvidemänge paljudes tuntud vääriskivides. Mineraalide valemid antakse oksiidide valemitega.

Vääriskivi	Koostisainete sisaldus (%)				Tüüpiline värvus	Värvust põhjustavad lisandid
	O	Si	Al	Be		
Rubiin	47,1	–	52,9	–	punane	Y , Q
Safiir	47,1	–	52,9	–	sinine	Q , Ti, Co
Aleksandriit	50,4	–	42,5	7,1	tehisvalguses punane, päeval tumeroheline	Y , Q
Smaragd	53,6	31,4	10,0	5,0	tumeroheline	Y , X
Akvamariin	53,6	31,4	10,0	5,0	helesinine	Q ²⁺ , Q ³⁺
Hiastoliit	49,4	17,3	33,3	–	pruun (läbipaistmatu)	Z

a) Arvutada i) rubiini ja safiiri; ii) aleksandriidi; iii) smaragdi ja akvamariini ning iv) hiastoliidi valemid. (6)

b) i) Identifitseerige elemendid **X**, **Y**, **Z** ja **Q** ja ii) püüdke oma valikut põhjendada (2) **8 p**

4. Naatriumhüdroksiidi saab toota NaCl vesilahuse elektrolüüsil. Protsessil moodustuvad vesinik ja kloor, mis on soolhappe tootmise lähteaineteks. Elektrolüüseris kasutatav pinge on 3,80 volti ja saagis voolu järgi on 90,0%. Ettevõtte maksab elektrienergia eest 80 senti/kWh.

- a) Kirjutage **i)** NaCl vesilahuse elektrolüüsireaktsiooni summaarne võrrand, **ii)** anoodprotsessi võrrand, **iii)** katoodeprotsessi võrrand ja **iv)** vesinikkloriidi moodustumise reaktsiooni võrrand. (4)
- b) Arvutage täpselt ühe kilogrammi **i)** NaOH tootmiseks kulunud elektrienergia maksumus ja **ii)** 36,5% soolhappe tootmiseks kulunud elektrienergia maksumus. (6)
- c) Arvutage, mitu kilogrammi NaOH ja mitu kilogrammi 36,5% soolhapet saab toota elektrienergiaga, mille eest on makstud 100 krooni. (2)
- 1 kWh \Leftrightarrow kA·V·3600 s; 1 mol (e⁻) \Leftrightarrow 96500 A·s **12 p**

5. Lahuses **A** on ammooniumkloriidi kontsentratsioon sama, mis NaCl kontsentratsioon lahuses **X**. Lahuses **X** on hõbedaioonide kontsentratsioon $1,56 \cdot 10^{-9}$ mol/dm³. Lahuses **B** on ammoniaakhüdraadi kontsentratsioon 0,125 mol/dm³. Puhverlahus **Y** saadi 0,750 dm³ lahuse **A** segamisel sama ruumala lahusega **B**. Saadud puhverlahusele **Y** lisati 1,50 dm³ 0,125 molaarset soolhapet, mille tulemusena saadi lahus **Z**.

- a) Arvutage lahuses **X** NaCl kontsentratsioon. (2)
- b) Arvutage puhverlahuse **Y** pH. (2)
- c) Arvutage lahuse **Z** pH. (4)

Eeldame, et lahuste segamisel puudub kontraktsioon.

$LK(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/(\text{dm}^3)^2$; $K(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ ja aluselises puhverlahuses $[\text{OH}^-] = K(\text{alus}) \cdot \frac{c(\text{alus})}{c(\text{sool})}$ **8 p**

6. Mittemetalli **X** abil saadakse naatriumi ühenditest **A** ja **B** vastavalt vedelat lihtainet **Y** ja tahket lihtainet **Z**. **X** ühineb perioodilisustabelis oleva naaberelemendi oksiidiga (madalam oksüdatsiooniaste). Moodustub kolmest elemendist koosnev ühend **C**, kus naaberelement on oksüdeerunud maksimaalselt. Fosfor oksüdeerub aine **X** liias maksimaalselt, moodustades ühendi **D**. Aine **X** ja metaani vahel toimub astmeline asendusreaktsioon, mille lõppsaaduseks on ühend **E**. Ühend **E** on 80 °C juures aurustuv vedelik, mida kasutatakse süttinud vedelkütuste kustutamiseks. Aine **X** ja vesiniku segu plahvatab valguskvantide toimel, moodustades ühendi **F**. Ühend **F** moodustub ka aine **X** reageerimisel nii veega kui ka metaaniga ning ühendite **C** ja **D** hüdroolüüsil. **C** ja **D** hüdroolüüsil moodustuvad veel vastavalt tuntud hapnikhapped **G** ja **H**. Aine **X** reageerib peaaegu kõikide metallidega, moodustades binaarseid ühendeid, millest väävelhappe toimel on võimalik saada ühendit **F**. Aine **X** reageerimisel kuumale KOH lahusega saadakse ühend **I** (Berthollet' sool). Ühendi **I** kuumutamisel MnO₂ juuresolekul moodustub hapnik. Ettevaatlikul kuumutamisel ilma katalüsaatorita toimub disproportsioneerimise reaktsioon, kus üheks saadusaineks on tugevaima anorgaanilise happe sool **J**.

- a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid, märkides ainete nimetused: **i)** **A** + **X** →; **ii)** **B** + **X** →; **iii)** oksiid + **X** ® **C**; **iv)** fosfor + **X** ® **D**; **v)** CH₄ + **X** $\xrightarrow{\text{summaarselt}}$ **E**; **vi)** vesinik + **X** →. (6)
- b) Kirjutage hüdroolüüsireaktsioonide võrrandid, märkides ainete nimetused: **i)** **C** + H₂O →; **ii)** **D** + H₂O →. (2)
- c) Kirjutage redoksreaktsioonid, märkides ainete nimetused: **i)** **X** + H₂O →; **ii)** **X** + KOH(kuum lahus) →; **iii)** **I** $\xrightarrow{\text{MnO}_2, t}$; **iv)** **I** $\xrightarrow{t^\circ}$ **J**. (4) **12 p**