

**1997/98 õa keemiaolümpiaadi piirkondliku vooru ülesanded**  
**12. klass**

1. Aromaatset süsivesinikku **A**, mis sisaldab 91,3 % süsinikku, kuumutatakse 500°C juures rõhu all vesiniku atmosfääris. Katalüsaatoriks kasutatakse Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, mis on kantud alumiiniumoksiidile. Reaktsioonisaadusteks on ained **B** ja **C**, mille tihedused gaasifaasis erinevad üksteisest ~ 5 korda. Valguse toimel reageerib aine **B** klooriga, moodustades ühendi **D**, mis peale kloori sisaldab 24,7 % süsinikku ja 2,08 % vesinikku. Tsüklilist ühendit **D** kasutati pikka aega insektitsiidina.

- a) Leida protsendilise koostise järgi ühendi **A** üldvalem. Kirjutada struktuurivalem ja anda nimetus. (2)
- b) Kirjutada reaktsioonivõrrand  $A + H_2 \rightarrow$  (1)
- c) Kontrollida saadusainete **B** ja **C** tiheduste suhet. (1)
- d) Leida protsendilise koostise järgi ühendi **D** lihtsaim molekulvalem, kirjutada tema brutovalem ja anda nimetus. (2)
- e) Kirjutada reaktsioonivõrrand  $B + Cl_2 \rightarrow$  (1)
- f) Millised ühendid on **A**, **B**, **C** ja **D** (valem ja nimetus). (2) **10 p**

2. Aine **A** on mürgine vedelik, mille sulamistemperatuur on 236 K. Kuumutamisel ta ühineb hapnikuga, mille tulemusena tekib kollane aine **B**. Tugeval kuumutamisel aine **B** laguneb hapnikuks ja aineks **A**. Aine **A** kahe mooli ühinemisel ühe mooli Cl<sub>2</sub>-ga tekib üks mool ainet **C**, mis kuumutamisel laguneb üheks mooliks aineks **A** ja üheks mooliks aineks **D**. Aine **D** sublimeerub. Aine **A** oksüdeerimisel KMnO<sub>4</sub> ja HCl seguga tekib sool **C**. Selle reaktsiooni vahesaaduseks on kloor, mis tegelikult reageerib ainega **A**. Paljude metallidega (leelismetallid, hõbe, kuld jne.) moodustab aine **A** viskoosseid vedelikke. Aine **A** reageerides lämmastikhappega moolivahekorras 3 : 8 moodustab aine **E** ja moolivahekorras 6 : 8 moodustab aine **F**. Mõlemal juhul eraldub NO ja vesi. Sool **F** sisaldab sama katiooni, mis sool **C** ja temas sisaldub 5,33 % lämmastikku.

- a) Identifitseerida ained **A**, **B**, **C**, **D**, **E** ja **F** (valem ja nimetus). (3)
- b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid 1)  $A + O_2 \rightarrow B$ ; 2)  $B \rightarrow A + O_2$ ; 3)  $2A + Cl_2 \rightarrow C$ ;  
4)  $C \rightarrow A + D$ ; 5,6)  $A + KMnO_4 + HCl \rightarrow$  kaheastmeliselt; 7)  $3A + 8HNO_3 \rightarrow E$ ;  
8)  $6A + 8HNO_3 \rightarrow F$  (4)
- c) Arvutada soolas **C** lämmastiku protsendiline sisaldus. (1)
- d) Kuidas nimetatakse aine **A** ja metallide vahel moodustunud aineid? (1) **9 p**

3. Puiduhakkega köetava soojuselektrijaama kasutegur on 30,0 %. Võttes puidu niiskusesisalduseks 30,0 %; olgu kuivaines 99,0 % põlevainet (sealhulgas 50,0 % süsinikku, 43,0 % hapnikku ja 6,0 % vesinikku).

Arvutustel lähtuda lihtsustusest: põlevaine põlemisel käitub temas sisalduv hapnik ja hapnikuga ekvivalentne hulk vesinikku nagu aurufaasis olev vesi (ei võta energia tootmisest osa). Põlevaines olev süsinik ja ülejäänud (energiat andev) vesinik esinevad lihtainetena  
 $1 \text{ kWh} \Leftrightarrow 3,60 \text{ MJ}$ ;  $\Delta H_f(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}_v) = -286 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H(\text{H}_2\text{O}_g) = -242 \text{ kJ/mol}$ .

- a) Arvutada täpselt 1 kg-s puiduhakkes sisalduva süsiniku ja energiat andva vesiniku hulk. (2)
- b) Arvutada täpselt 1 kg puidu põlemisel eralduv energia hulk, pidades silmas, et kogu vesi on peale põlemist aurufaasis. (2)
- c) Mitu kg puiduhaket kulub 1,00 kWh elektrienergia saamiseks? (1)
- d) Mitu kg ja mitu kuupmeetrit (n.t) "kasvuhoonegaasi" (CO<sub>2</sub>) paisatakse 1,00 kWh elektrienergia tootmisel atmosfääri? (2) **7 p**

4. Deuteeriumi ja prootiumi segu ruumala on standardtingimustel (25<sup>0</sup>C ja 1 atm) 2,722 dm<sup>3</sup>. Selle gaasikoguse põletamisel eraldub 27,154 kJ energiat. Tekkinud veeauru kondenseerumisel saadud vedeliku ruumala on +4<sup>0</sup>C juures 2,00 cm<sup>3</sup>.

- a) Kirjutada kummagi põlemisreaktsiooni jaoks termokeemilise reaktsiooni võrrand. (2)  
b) Leida summaarse soojusefekti järgi H<sub>2</sub> ruumala ja D<sub>2</sub> ruumala. (3)  
c) Leida raske vee tihedus. Eeldatakse: ühes vee molekulis ei ole erinevaid vesiniku isotoope. Kerge ja raske vee segamisel ei toimu märkimisväärset kontraktsiooni. (5)

$$\Delta H_f^0(\text{D}_2\text{O}, \text{g}) = -249,20 \text{ kJ/mol}; \quad \Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -241,82 \text{ kJ/mol}$$

10 p

5. Vedelik **A** saadakse vedeliku **C** küllastamisel gaasiga **B**. 1,000 g vedeliku **A** neutraliseerimiseks kulus 122,5 cm<sup>3</sup> 0,09820 M NaOH lahust. Lahjendatud Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> lahuse toimel sadeneb neutraliseeritud lahusest 0,9018 g sadet. Järele jäänud filtraat annab AgNO<sub>3</sub> lahusega sademe.

- a) Millistest ainetest koosnevad vedelikud **A** ja **C** ning gaas **B**? (2)  
b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid 1) vedelik **A** + NaOH →; 2) Vedelik **A** + NaOH + Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> →; 3) Filtraat + AgNO<sub>3</sub> → (2)  
c) Leida H<sup>+</sup> hulk vedelikus **A**. (2)  
d) Leida H<sup>+</sup> hulk vedelikus **C**. (2)  
e) Leida vedeliku **A** ja vedeliku **C** koostis massiprotsentides. (3) 11 p

6.\* Mesilasema haudepiimas sisalduva ühendi **Q** koostises on 65,20 % süsinikku, 8,75% vesinikku ja peale nende veel hapnik. Ühendi **Q** molaarmass on väiksem kui 200 ja tal on tsis-trans isomeeriaga ahelstruktuur. 4,37 mg selle aine tiitrimiseks kulus 23,7 cm<sup>3</sup> 0,0100 M NaOH lahust. Ühend **Q** ei anna hõbepeegli reaktsiooni. Br<sub>2</sub>-ga reageerib ta ekvimolaarselt.

$$\text{Ar}(\text{H})=1,008; \text{Ar}(\text{C})=12,01; \text{Ar}(\text{O})=16,00$$

- a) Leida elementide moolide arvu suhe (näiteks 100 grammis). (2)  
b) Leida ühendi **Q** lihtsaim molekulaarvalem. (1)  
c) Leida ühendi **Q** mass, mis neutraliseerib ühe mooli NaOH-d. (2)  
d) Milline on ühendi **Q** molaarmass? (1)  
e) Millised funktsionaalsed rühmad ja süsiniku aatomite vahelised kordsed sidemed on ühendis **Q**? (2)  
f) Kirjutada struktuurselt ühendi **Q** molekulaarvalem, kus on toodud funktsionaalsed rühmad ja kordsed sidemed (nende asukoha kohta puudub info). Tsis-trans isomeere pole vaja eraldi kirjutada. (3)  
g) Kirjutada siinkirjeldatud reaktsioonide võrrandid (üldkujul). (2) 13 p

\* 1998. juulis Melbourne'is toimuva 30 Rahvusvahelise keemiaolümpiaadi harjutusülesande teisend. <http://www.ch.adfa.oz.au/ASO/IChO/30IChO/Prep Problems.html>