

**2016/2017 öa keemiaolümpiaadi lõppvoor**  
**ülesannete lahendused**  
**10. klass**

1. a) i)  $\text{Ca} + 2\text{C} = \text{CaC}_2$  (2)  
 ii)  $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$  (2)  
 iii)  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$  (2)  
 iv)  $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (2)  
 b) Atsetüleen (1)  
 c) Reaktsioonis ii), sest osa süsinikust omandab oksüdatsiooniastme  $-I$ , teine osa o.a  $+II$ . (1)

**10 p**

2. a)  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  (1)  
 460°C juures on kõik ained gaasilised.

b)  $K_{\text{diss}} = \frac{p(\text{H}_2) \cdot p(\text{I}_2)}{p^2(\text{HI})} = 0,0204$

$$K = \frac{p^2(\text{HI})}{p(\text{H}_2) \cdot p(\text{I}_2)} = \frac{1}{K_{\text{diss}}} = \frac{1}{0,0204} = 49,0 \quad (1)$$

- c) Et gaaside summaarne moolide arv ei muutu, saab arvutustes kasutada osarõhkude või molaarsete kontsentratsioonide asemel moolide arve.

Aine	H <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	HI
Moolide arv alguses (mol)	3,36	8,52	0
Moolide arvu muutus (mol)	-x	-x	+2x
Moolide arv tasakaaluolekus (mol)	3,36 - x	8,52 - x	2x

$$K = \frac{(2x)^2}{(3,36-x)(8,52-x)}$$

$$45x^2 - 582,1x + 1403 = 0$$

$$x = \frac{-(-582,1) \pm \sqrt{(-582,1)^2 - 4 \cdot 45 \cdot 1403}}{2 \cdot 45}$$

$$x_1 \approx 9,73, \text{ lahend ei sobi. } x_2 \approx 3,20$$

Tasakaaluoleku saabumisel on reaktoris  $n_{\text{HI}} = 2 \cdot 3,20 \approx \mathbf{6,40 \text{ mol}}$ . (3)

- d) Vastuse saamiseks tuleb leida reaktsioonijagatis ja võrrelda seda tasakaalukonstandiga.

$$4,39 \text{ atm} \approx 4,448 \text{ bar}, 622 \text{ kPa} = 6,22 \text{ bar}, 567 \text{ kPa} = 5,67 \text{ bar}$$

$$Q = \frac{p^2(\text{HI})}{p(\text{H}_2) \cdot p(\text{I}_2)} = \frac{(5,67 \text{ bar})^2}{4,448 \text{ bar} \cdot 6,22 \text{ bar}} \approx 1,16 \quad (1)$$

Kuna  $Q < K$  ( $1,16 < 160$ ), siis tekib vesinikjodiid. (1)

- e) i) Kui vesiniku osarõhku tõsta, siis jodi osarõhk väheneb. (1)

- ii) Tasakaalukonstant ei muutu. (1)  
 iii) Reaktsiooni tasakaal ei nihku. (1)  
 iv) Katalüsaatori kasutamine ei mõjuta tasakaalukonstanti. (1)

**11 p**

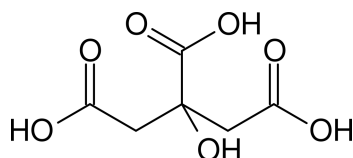
3. i)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{KNO}_3 = 3\text{KNO}_2 + 2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{CrO}_4$  (1+1)  
 ii)  $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{Zn} + 12\text{H}^+ = 2\text{AsH}_3 + 6\text{Zn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$  (1)  
 iii)  $2\text{As} + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{NH}_3 = 2\text{AsO}_4^{3-} + 6\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$  (1)  
 iv)  $2\text{As}^{3+} + 3\text{Sn}^{2+} + 18\text{Cl}^- = 2\text{As} + 3[\text{SnCl}_6]^{2-}$  (1)  
 v)  $\text{Sn}^{2+} + 2\text{HgCl}_2 = \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{Sn}^{4+} + 2\text{Cl}^-$  (1)  
 vi)  $\text{S}^{2-} + \text{I}_2 = \text{S} + 2\text{I}^-$  (1)  
 vii)  $\text{S} + 2\text{N}_3^- = \text{S}^{2-} + 3\text{N}_2$  (1)  
 viii)  $8\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{I}_2$  (1+1)  
 ix)  $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = \text{NO} + 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$  (1)

**11 p**

4. a)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 2\text{KMnO}_4 = \text{C}_6\text{H}_5\text{COOK} + 2\text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$  (2)  
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOK} + \text{KOH} + 2\text{HCl} = \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{KCl}$  (2)

- b)  $M(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3) = 92 \text{ g/mol}$   
 $M(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 122 \text{ g/mol}$   
 $m(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 0,70 \text{ g} \cdot \frac{122 \text{ g/mol}}{92 \text{ g/mol}} \cdot 0,78 = 0,72 \text{ g}$  (2)

- c) (1)



- d) Bensoehappe sisaldus:  
 $\%(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = \frac{4481 - 31,6}{22,5 \text{ ml}/\mu\text{g}} \cdot \frac{50,0 \text{ ml}}{10,0 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ g}}{10^6 \mu\text{g}} \cdot 100 = 0,099$  (2)

Sidrunhappe sisaldus:

$$\%(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = \frac{6450 - 15,7}{358,5 \text{ ml}/\mu\text{g}} \cdot \frac{50,0 \text{ ml}}{10,0 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ g}}{10^6 \mu\text{g}} \cdot 100 = 0,0090$$
 (2)

**11 p**

5. a) i)  $\text{Se} + 2\text{Cl}_2 = \text{SeCl}_4$  (2)  
 ii)  $\text{SeCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SeO}_3 + 4\text{HCl}$  (2)  
 iii)  $3\text{Se} + 4\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_2\text{SeO}_3 + 4\text{NO}$  (2)  
 iv)  $6\text{H}_2\text{SeO}_4 + 2\text{Au} = \text{Au}_2(\text{SeO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{SeO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  (2)

- b)  $\text{H}_2\text{SeO}_4$  (G) on tugevam hape kui  $\text{H}_2\text{SeO}_3$  (D). Hapnikhappe tugevus kasvab tsentraalset aatomit ümbritsevate =O rühmade arvuga, sest need tõmbavad elektrontihedust enda poole ja stabiliseerivad tekkivat aniooni laengu delokaliseerimisega. (1)

**9 p**

6. a) Vastavalt  $\mu = \frac{k}{(2\nu\pi c)^2}$  ja  $M = \frac{M(O)\mu N_A}{M(O) - \mu N_A}$  saame koostada tabeli: (2)

Lainearv ( $\text{cm}^{-1}$ )	1053	1580	1804	2170
$\mu N_A$ (g/mol)	8,7	3,9	2,7	2,0
$M(\mathbf{X})$ (g/mol)	19	5	3	2

**X** – F (fluor) (1)

b) **W** – O (1)

Sümmeetrilised kaheaatomilised molekulid nagu lämmastik, hapnik ja vesinik ei absorbeeri infrapunakiirgust hoolimata sellest, et nende lainearvud jäävad infrapuna piirkonda. Niisugustel kaheaatomilistel molekulidel pole püsivat dipoolmomenti ega mehhanismi, millega saaksid nad interakteeruda valguse elektriväljaga.

c) Jõukonstant on proportsionaalne sideme energia ja sideme kordsusega. Sellest tulenevalt on lainearv seda suurem, mida tugevam on side. (1)

$\text{O}_2$  molekulis on side nõrgem kui  $\text{NO}$  molekulis elektronpaaride tõukumise tõttu. (1)

d) **YO** –  $\text{NO}$ , sideme kordsus 2,5

**ZO** –  $\text{CO}$ , sideme kordsus 3

**WO** –  $\text{O}_2$ , sideme kordsus 2

**YO** –  $1904 \text{ cm}^{-1}$ , **ZO** –  $2170 \text{ cm}^{-1}$ , **WO** –  $1580 \text{ cm}^{-1}$ . (2)

**8 p**