

Tallinna XXIV koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2023.–2024. õa

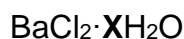
12. detsembril 2023 kell 12.00–15.00

ÜLESANNETE LAHENDUSED*

12. klass

1. ÜLESANNE (10)

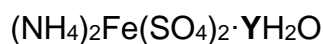
1. Kristallhüdraatide koostise tuvastamine kokku 7,5p.



$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,74 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,0411 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n(\text{BaCl}_2) = \frac{(5,00 - 0,74) \text{ g}}{208 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,0205 \text{ mol} \quad (1)$$

$$X = \frac{0,0411 \text{ mol}}{0,0205 \text{ mol}} \approx 2 \quad (0,5)$$



$$n(\text{KMnO}_4) = 0,0300 \text{ M} \cdot 0,0169 \text{ l} = 5,07 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n(\text{Fe}^{2+}) = 5,07 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \frac{5 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = 2,54 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n(\text{Fe}^{2+} \text{ kokku}) = 2,54 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \frac{100,0 \text{ ml}}{10,0 \text{ ml}} = 2,54 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$M(\text{kristallhüdraat}) = \frac{10,00 \text{ g}}{2,54 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} = 394 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad (1)$$

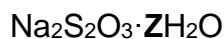
$$Y = \frac{394 - (2 \cdot 18 + 56 + 2 \cdot 96) \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 6 \quad (1)$$

Võib ka arvutada raud(II)ioonide hulga järgi veevaba aine massi, sel juhul hindamisskeem:

$$m(\text{veevaba aine}) = 2,54 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 284 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 7,21 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{10,00 \text{ g} - 7,21 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,155 \text{ mol} \quad (1)$$

$$Y = \frac{0,155 \text{ mol}}{0,0254 \text{ mol}} \approx 6 \quad (0,5)$$



$$Q = 4,2 \cdot 20 \cdot 9,1 \approx 760 \text{ (J)} \quad (0,5)$$

$$n(\text{kristallhüdraat}) = \frac{760 \text{ J}}{47\,400 \text{ J}} \approx 0,016 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$M(\text{kristallhüdraat}) = \frac{4,00 \text{ g}}{0,016 \text{ mol}} \approx 250 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad (0,5)$$

$$Z = \frac{(250 - 158) \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 5 \quad (0,5)$$

Kood on:

2	6	5
---	---	---

2. Iga nimetus 0,5p. Kokku 1,5p.
- baariumkloriidhüdraat / baariumkloriid-vesi (1/2) (0,5)
- ammooniumraud(II)sulfaatheksahüdraat / ammooniumraud(II)sulfaat-vesi (1/6) (0,5)
- naatriumtiosulfaatpentahüdraat / naatriumtiosulfaat-vesi (1/5) (0,5)
3. $m(\text{veevaba aine}) = 250 \text{ g} \cdot \frac{4,5\%}{100\%} = 11,25 \text{ g}$ (0,5)
- $m(\text{kristallhüdraat}) = 11,25 \text{ g} \cdot \frac{244 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{208 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 13 \text{ g}$ (0,5)

2. ÜLESANNE (10)

1.

- i) $\Delta H^\circ = [4 \cdot 90,25 + 6 \cdot (-241,82)] - [4 \cdot (-46,11) + 5 \cdot 0] = -905,48 \text{ (kJ)} \approx -905 \text{ (kJ)}$ (1)
- ii) $\Delta S^\circ = [4 \cdot 210,76 + 6 \cdot 188,83] - [4 \cdot 192,45 + 5 \cdot 205,14] = 180,52 \left(\frac{\text{J}}{\text{K}}\right) \approx 181 \left(\frac{\text{J}}{\text{K}}\right)$ (1)
- iii) $25 \text{ }^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$ (0,5)
- $\Delta G^\circ = -905 \text{ 480} - 298 \cdot 181 = -959418 \text{ (J)} \approx -959 \text{ (kJ)}$ (1)

2. Iga õige väide 0,5p. Kokku 1,5p.

- i) eksotermiline; (0,5)
- ii) entroopia kasvab; (0,5)
- iii) spontaanne. (0,5)
3. $\Delta H^\circ = [2 \cdot 33,18] - [2 \cdot 90,25] = 114 \text{ 140 (J)} \approx -114 \text{ (kJ)}$ (0,5)
- $\Delta S^\circ = \frac{\Delta H^\circ - \Delta G^\circ}{T} = \frac{-114 \text{ 140} - (-70 \text{ 480})}{298} = -146,51 \left(\frac{\text{J}}{\text{K}}\right) \approx -147 \left(\frac{\text{J}}{\text{K}}\right)$ (0,5)
- $\Delta S^\circ = [2 \cdot S^\circ [\text{NO}_2]] - [2 \cdot 210,76 + 1 \cdot 205,14]$
- $S^\circ [\text{NO}_2] = \frac{-146,51 + 2 \cdot 210,76 + 1 \cdot 205,14}{2} \approx 240 \left(\frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}\right)$ (1)
4. $\Delta G^\circ, 700 \text{ K} = -114 \text{ 140} - 700 \cdot (-146,51) = -11 \text{ 600 (J)}$ (0,5)
- $\Delta G^\circ, 800 \text{ K} = -114 \text{ 140} - 800 \cdot (-146,51) = 3070 \text{ (J)}$ (0,5)
- $K = e^{-\frac{\Delta G^\circ}{RT}}$
- $K, 700 \text{ K} = e^{-\frac{-11 \text{ 600}}{8,314 \cdot 700}} \approx 7,34$ (0,5)
- $K, 800 \text{ K} = e^{-\frac{3070}{8,314 \cdot 800}} \approx 0,63$ (0,5)
5. Temperatuuri tõstmisel tasakaalukonstant väheneb. (0,5)

See on eksotermiline reaktsioon ning temperatuuri tõstmisel nihkub tasakaaluasend endotermilise reaktsiooni suunas ehk lähteainete suunas. (0,5)

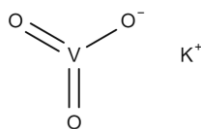
3. ÜLESANNE (10)

1. Neil on viimasena täitunud d-alakihi orbitaalid / nende kõrgeima energiaga elektronid on d-alakihil. (1)

2. $[\text{Ar}] 4s^2 3d^6$ (0,5)

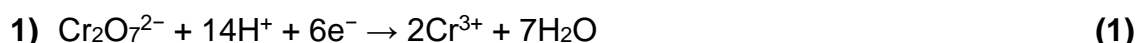
3. +5 / V (0,5)

4. KVO_3 (0,5)



5. (0,5)

6. Iga õigesti täiendatud ja tasakaalustatud reaktsioonivõrrand 1p. Kokku 3p.



Kui õpilane kirjutab lünka õige arvu elektrone, siis anda 0,5p (kolme võrrandi eest kokku kuni 1,5p).

7. Õige vastus 0,5p; sobiv põhjendus 0,5p. Kokku 1p.

Enim oksüdeeriv agent on permanganaatioon (MnO_4^-), sest selle osakese redokspotentsiaal on suurim. (1)

8. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})_3] + 3\text{H}_2\text{O}$ (1)

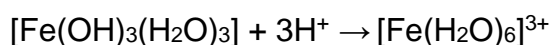
Vastus lugeda õigeks ka siis, kui valemities ei kasutata kantsulge või kui hüdroksiidioonide ja veemolekulide valemite järjekord on vahetuses.

9. Õige reaktsioonivõrrand 0,5p; tunnus 0,5p. Kokku 1p.



NB! Õige vastus ei ole $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$, sest $\text{Fe}(\text{OH})_3$ on sade.

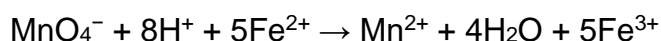
Kindlasti lugeda õigeks võrrand, kus õpilane jätab võrrandisse kompleksühendi.



Piisava happe koguse lisamisel on silmaga on näha sademe kadumist. (õigeks tuleb lugeda kõik vastused, milles kirjeldatakse kuidagi sademekoguse vähenemist/ kadumist jmt). (0,5)

10. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} + 6\text{Fe}^{3+}$ (1)

või

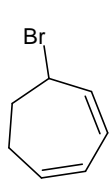


4. ÜLESANNE (10)

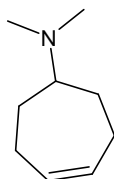
1. ester (0,5)

2. amiid (0,5)

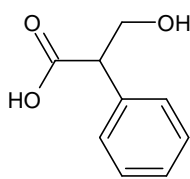
3. Iga õige struktuurivalem 1p. Kokku 6p.



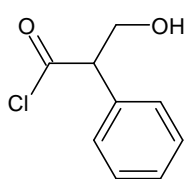
A



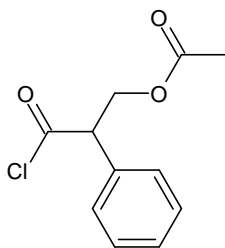
B



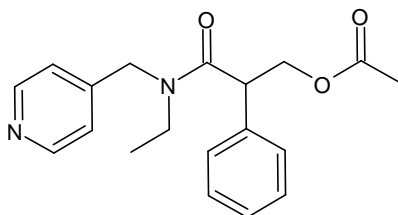
C



D



E



F

(6)

4. 2-fenüül-3-hüdroksüpropanhape (1)

5. Iga õige vastus 0,5p. Kokku 2p.

i) elektrofiilne liitumine (0,5)

ii) nukleofiilne asendus (0,5)

iii) oksüdeerumine (0,5)

iv) hüdrolüüs (0,5)

** Keemiaolümpiaadi koolivooru komisjon võib iseseisvalt hinnata võimalikke alternatiivseid lahendusvariante.*