

Tallinna XXVI koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2025.–2026. õa

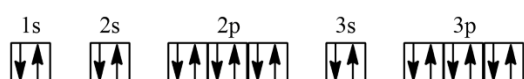
9. detsembril 2025 kell 12.00–15.00

ÜLESANNETE LAHENDUSED*

10. klass

1. ÜLESANNE (10)

1. K^+ (0,5)
2. Mg^{2+} , sest see on pakutud katioonidest kõige väiksema raadiusega, aga suurema laenguga seega on selle laengutihedus kõige suurem. Mida suurem laengutihedus, seda tugevam interaktsioon veega. (1)
3. Ca^{2+} katioon (0,5)
4. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ (0,5)

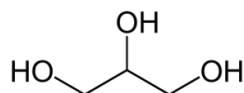


(0,5)

5. 1) Ar; 2) nt K^+ (1)
6. Naatriumstearaat on iooniline aine ja moodustab ioonvõre, millel on kõrgem temperatuur. Steariinhape on molekulaarne aine ja moodustab molekulvõre, millel on madalam sulamistemperatuur. (1)

Kui on mainitud ainult molekulmasside erinevust, siis 0,5 p.

7. $C_3H_8O_3$ (1)



(1)

8. Kovalentsed sidemed (0,5)
9. 26 elektroni (1)
10. Vesiniksidemed (0,5)
11. Keemistemperatuur kõrgem ja vees lahustuvus suurem. (1)

2. ÜLESANNE (10)

1. $n(Cl_2) = 1 \text{ mol} \cdot \frac{5 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 2,5 \text{ mol}$ (0,5)
 $V(Cl_2) = 2,5 \text{ mol} \cdot 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}} = 56 \text{ l}$ (0,5)
2. $n(KMnO_4) = 2 \text{ l} \cdot 0,0200 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 0,0400 \text{ mol}$ (0,5)
 $m(KMnO_4) = 0,0400 \text{ mol} \cdot 158 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 6,32 \text{ g}$ (0,5)
3. $m(H_2SO_4 \text{ 10\% - lahus}) = 500 \text{ ml} \cdot 1,066 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = 533 \text{ g}$ (0,5)
 $m(H_2SO_4) = \frac{533 \text{ g} \cdot 10\%}{100\%} = 53,3 \text{ g}$ (0,5)
 $m(H_2SO_4 \text{ 96\% - lahus}) = \frac{53,3 \text{ g} \cdot 100\%}{96\%} = 55,5 \text{ g}$ (0,5)
 $V(H_2SO_4 \text{ 96\% - lahus}) = \frac{55,5 \text{ g}}{1,836 \frac{\text{g}}{\text{ml}}} \approx 30,2 \text{ cm}^3$ (0,5)
 $V(\text{vesi}) = \frac{533 \text{ g} - 55,5 \text{ g}}{1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}} \approx 478 \text{ cm}^3$ (1)

$$4. \quad n(\text{KMnO}_4) = 0,00945 \text{ l} \cdot 0,0200 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 1,89 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n(\text{H}_2\text{O}_2) = 1,89 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \frac{5 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 4,73 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n(\text{H}_2\text{O}_2 \text{ kokku}) = 4,73 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \frac{250 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} = 1,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$m(\text{H}_2\text{O}_2 \text{ kokku}) = 1,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 34 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,401 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$p(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{0,401 \text{ g}}{12 \text{ ml} \cdot 1,03 \frac{\text{g}}{\text{ml}}} \cdot 100\% = 3,2\% \quad (1)$$

5. Olgu kummagi aine mass segus x grammi.

Oblikhappe ja naatriumoksalaadi hulgad segus on vastavalt:

$$\frac{x}{90} \text{ mol ja } \frac{x}{134} \text{ mol.}$$

Kaaliumpermanganaati kulub nende oksüdeerimiseks vastavalt:

$$\frac{x}{90} \cdot \frac{2}{5} \text{ mol ja } \frac{x}{134} \cdot \frac{2}{5} \text{ mol.} \quad (1)$$

Ülesande tingimuste järgi on seda kokku 1 mol. Saame seega võrrandi:

$$\frac{x}{90} \cdot \frac{2}{5} + \frac{x}{134} \cdot \frac{2}{5} = 1$$

$$\frac{2x}{450} + \frac{2x}{670} = 1$$

Selle lahendiks on: $x = 135$

Segu mass on seega **270 g**. (1)

Ülesande lahendamiseks on erinevaid võimalusi. Näiteks võib arvutada välja ka, kui palju kaaliumpermanganaati kulub sellise segu oksüdeerimiseks, mis koosneb 1 grammist oblikhapest ja 1 grammist naatriumoksalaadist. See on 0,00742 mol. Kuna 1 mol on sellest ca 135 korda suurem, siis vastavalt on segus 135 g kumbagi komponenti ehk segu mass on 270 grammi.

3. ÜLESANNE (10)

1. 1) BaSO_4 (0,25)

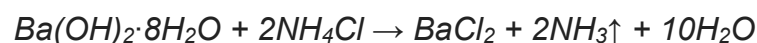
2) BaCO_3 (0,25)

3) BaS (0,25)

4) BaCl_2 (0,25)



NB! Sobivad kõik lahustuvad sulfaadid



3. A - baariumhüdriid (0,25)

B - baariumkarbiid (0,25)

4. 1. $\text{Ba} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$ (0,5)
 2. $\text{BaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\uparrow$ (0,5)
 3. $\text{Ba} + 2\text{C} \rightarrow \text{BaC}_2$ (0,5)
 4. $\text{BaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2\uparrow$ (0,5)
 5. $\text{Ba} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{BaCl}_2$ (0,5)

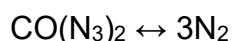
Või $\text{Ba} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2$

Soolalahusega asendusreaktsioon ei ole korrektne

6. $3\text{BaCl}_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 6\text{NaCl}$ (0,5)
 7. $\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaCrO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ (0,5)
 8. $\text{Ba} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\uparrow$ (0,5)
 9. $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (0,5)
 10. $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{BaCl}_2$ (0,5)
5. Iga väide 0,25p.
- 1) tõene (0,25)
 2) väär (ei reageeri veega) (0,25)
 3) tõene (0,25)
 4) tõene (0,25)
 5) väär (on tahked) (0,25)
 6) tõene (0,25)

4. ÜLESANNE (10)

1. 0,5 p iga arvutuse eest, kokku 1,5 p.



$$n[\text{CO}(\text{N}_3)_2] = \frac{m}{M} = \frac{1 \text{ g}}{112,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,00892 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n(\text{N}_2) = 3 \cdot 0,00892 \text{ mol} = 0,0268 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$V(\text{N}_2) = nV_m = 0,0268 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol} \approx \mathbf{0,60 \text{ dm}^3} \quad (0,5)$$

$$\text{Kokkuvõtvalt: } V(\text{N}_2) = \frac{3}{1} \cdot \frac{1 \text{ g}}{112,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 22,4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} \approx 0,60 \text{ dm}^3$$

2. 1 p korrektse järelduse eest.

$$w_{\text{element}} = (nM_{\text{element}}/M_{\text{ühend}}) \cdot 100\%$$

$$M[\text{CO}(\text{N}_3)_2] = 112,1 \text{ g/mol}$$

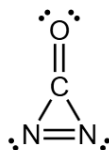
$$w_{\text{lämmastik}} = \frac{6 \cdot 14,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{112,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 100\% = 74,99\%$$

$$M[\text{C}(\text{CH}_2\text{N}_3)_4] = 236,2 \text{ g/mol}$$

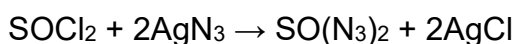
$$w_{\text{lämmastik}} = \frac{12 \cdot 14,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{236,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 100\% = 71,18\%$$

Vastus: $\text{CO}(\text{N}_3)_2$ sisaldab massiprotsendi järgi rohkem lämmastikku. (1)

3. Korrektselt joonistatud struktuurivalemi eest 1 p. Iga struktuurivalemis esineva vea (ebakorrektnete keemiliste sidemete arv või elektronipaari puudumise eest -0,5 p, maksimaalselt -1 p). (1)



4. 0,5 p korrektsete lähte- ja saadusainete eest. 0,5 p korrektselt tasakaalustatud reaktsioonivõrrandi eest. (1)



5. 0,5 p korrektse valemi kasutuse eest. 0,5 p nii korrektselt määratud lõhutud sidemete kui ka tekkinud sidemete eest, kokku 1 p. 0,5 p korrektselt teostatud arvutuse eest.

$$\Delta H^\circ = \sum E_d(\text{lõhutud sidemed}) - \sum E_d(\text{tekkinud sidemed}) \quad (0,5)$$

$$= [(N=N) + (C=O) + 2(C-N)] - [(C \equiv O) + (N \equiv N)] \quad (1)$$

$$= (418 + 741 + 2 \cdot 290) - (1080 + 946) \text{ kJ/mol}$$

$$= 1739 - 2026 \text{ kJ/mol} = \mathbf{-287 \text{ kJ/mol}} \quad (0,5)$$

6. 0,5 p korrektsete valemite eest. 0,5 p korrektsete teisenduste ja arvutuse eest.

$$Q = n\Delta H^\circ \text{ ja } Q = cm\Delta T, \text{ kust saame } m = n\Delta H^\circ / c\Delta T, \text{ kus } \Delta T = (T_2 - T_1) \quad (0,5)$$

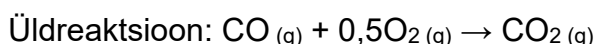
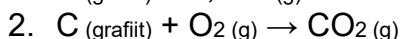
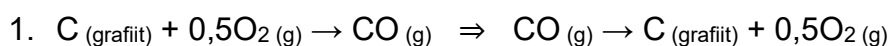
Temperatuuril tõusmisel $\Delta T > 0$, seega $Q > 0$, sest soojus neeldub.

$$m = \frac{Q}{c\Delta T} = \frac{0,25 \text{ mol} \cdot 287000 \text{ J}}{4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} (45^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})} = \mathbf{0,683 \text{ kg}} \quad (0,5)$$

$$\text{Kui } \Delta H^\circ = -330 \text{ kJ/mol: } m = 0,786 \text{ kg}$$

7. 1 p korrektselt leitud $\Delta H_c^\circ(\text{CO})$ väärtuse eest (0,5 p korrektsete reaktsioonivõrrandite ΔH_c° väärtused, 0,5 p korrektse arvulise vastuse eest).

1. ja 2. reaktsiooni kombineerimisel saab leida $\Delta H_c^\circ(\text{CO})$ väärtuse:



$$\Delta H_c^\circ(\text{CO}) = \Delta H_2 - \Delta H_1 = -393,5 - (-110,5) \text{ kJ/mol} = \mathbf{-283,0 \text{ kJ/mol}} \quad (1)$$

1 p korrektse ΔH_f° valemi kasutuse eest (0,5 p korrektne esitus, 0,5 p korrektne reaktsiooni stöhiomeetria). 0,5 p korrektse arvulise vastuse eest.

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_c^\circ(\text{lähteained}) - \sum \Delta H_c^\circ(\text{saadused}) \quad (0,5)$$

$$= [\Delta H_c^\circ(\text{CO}) + 2\Delta H_c^\circ(\text{H}_2)] - \Delta H_c^\circ(\text{CH}_3\text{OH}) \quad (0,5)$$

$$= [-283,0 + 2 \cdot (-285,8)] + 715,0 \text{ kJ/mol}$$

$$= -854,6 + 715,0 \text{ kJ/mol} = \mathbf{-139,6 \text{ kJ/mol}} \quad (0,5)$$

Ülesande saab ka edukalt lahendada, rakendades Hessi seadust ja kirjutades asjakohasel viisil välja kolm antud reaktsioonivõrrandit ja metanooli põlemisentalpiaale vastava reaktsiooni võrrandi.

* Keemiaolümpiaadi koolivooru komisjon võib iseseisvalt hinnata võimalikke alternatiivseid lahendusvariante.