

Tallinna XXVI koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2025.–2026. õa

9. detsembril 2025 kell 12.00–15.00

ÜLESANNETE LAHENDUSED*

12. klass

1. ÜLESANNE (10)

1. Lihtainete standardne tekkeentalpia on $0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$. (0,5)

2. 1) $\Delta H^\circ = [2 \cdot (-242)] - [2 \cdot (-21) + (-297)] = -145 \text{ (kJ)}$ (1)

2) $\Delta S^\circ = [3 \cdot 32 + 2 \cdot 189] - [2 \cdot 206 + 248] = -186 \left(\frac{\text{J}}{\text{K}}\right)$ (1)

3) $\Delta G_{573\text{ K}}^\circ = -145 - 573 \cdot (-0,186) \approx -38,4 \text{ (kJ)}$ (1)

4) $\ln K = -\frac{\Delta G^\circ}{RT}$ $\ln K = -\frac{-38\,400}{8,314 \cdot 573} = 8,06$ $K \approx 3 \cdot 10^3$ (1)

3. Tasakaaluasend on nihutatud saaduste / väevli moodustumise suunas / paremale. (0,5)

4. 1) vasakule / lähteainete suunas; (0,5)

2) paremale / saaduste suunas; (0,5)

5. Keemistemperatuuril: $\text{S(v)} \rightleftharpoons \text{S(g)}$ $\Delta G^\circ = 0$

$$T = \frac{\Delta H^\circ}{\Delta S^\circ} \quad T = \frac{10\,500}{14,6} \approx 719 \text{ (K)} = 446 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (1)$$

6. $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{SO}_4(\text{v})] = -132 + (-396 + (-286)) = -814 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right)$ (1)

7. $\Delta H^\circ = [2 \cdot (-396)] - [2 \cdot (-297)] = -198 \text{ (kJ)}$ (0,5)

$\Delta S^\circ = [2 \cdot 257] - [2 \cdot 248 + 205] = -187 \left(\frac{\text{J}}{\text{K}}\right)$ (0,5)

$$\Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ = -RT \ln K \quad T \cdot \Delta S^\circ - RT \ln K = \Delta H^\circ \quad T \cdot (\Delta S^\circ - R \ln K) = \Delta H^\circ$$

$$T = \frac{\Delta H^\circ}{\Delta S^\circ - R \ln K} \quad T = \frac{-198\,000}{-187 - 8,314 \cdot \ln(10^{-2})} \approx 1300 \text{ (K)} \quad (1)$$

2. ÜLESANNE (10)

1. $\text{C} < \text{A} < \text{E} < \text{B} < \text{D}$ (1)

2. $n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0,030 \cdot 1 = 0,030 \text{ (mol)}$ (0,5)

$m[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0,030 \cdot 171 = 5,13 \text{ (g)} \approx 5,1 \text{ g}$ (0,5)

3. 1) $c(\text{OH}^-) = 2 \cdot 0,030 = 0,060 \text{ (M)}$ (0,5)

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{10^{-14}}{0,060}\right) = 12,78 \text{ (12,8)} \quad (1)$$

2) $1,3 \cdot 10^{-5} = \frac{[\text{H}^+]^2}{0,030}$ $[\text{H}^+] = \sqrt{1,3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,030} = 6,24 \cdot 10^{-4} \text{ (M)}$ (1)

$$\text{pH} = -\log(6,24 \cdot 10^{-4}) = 3,20 \text{ (3,2)} \quad (0,5)$$

Kui $[\text{H}^+] = x$ ja lahendada täielik ruutvõrrand avaldisest $1,3 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,030 - x}$, siis on vesinikioonide kontsentratsioon $6,1 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ ja $\text{pH} = 3,21$.

$$3) \quad 2,1 \cdot 10^{-4} = \frac{[OH^-]^2}{0,030} \quad [OH^-] = \sqrt{2,1 \cdot 10^{-4} \cdot 0,030} = 2,51 \cdot 10^{-3} (M) \quad (1)$$

$$pH = -\log\left(\frac{10^{-14}}{2,51 \cdot 10^{-3}}\right) = 11,40 \quad (11,4) \quad (1)$$

4. Katses 2 neutraliseeriti nõrka alust.

Neutraliseerimiseks kulus ligikaudu 18,8 ml HCl lahust:

$$n(HCl) = n(nõrk alus) = 0,0188 \cdot 0,400 = 0,00752 (mol) \quad (0,5)$$

$$c(nõrk alus) = \frac{0,00752 mol}{0,025 l} \approx 0,30 M \quad (0,5)$$

5. Katses 1 neutraliseeriti nõrka hapet.

Kokku kulus neutraliseerimiseks ligikaudu 24,2 ml NaOH lahust.

Poole happe koguse neutraliseerimiseks kulus 12,1 ml NaOH lahust. (0,5)

Selleks hetkeks oli reaktsioonisegu $pH \approx 3,9$ ehk $[H^+] = 10^{-3,9} = 1,3 \cdot 10^{-4}$ (0,5)

Selleks hetkeks on veel reageerimata happe kontsentratsioon ja neutraliseeritud happe kontsentratsioon võrdsed ehk $[HA] = [A^-]$, ehk $K_a = [H^+]$. (0,5)

Vastav hape on seega piimhape, selle K_a on kõige lähedasem. (0,5)

3. ÜLESANNE (10)

1. Kumbki 0,5p.okku 0,5 p.

Amiin ja alkohol.

(Lugeda õigeks aminorühm ($-NHR_2$) ja hüdroksüülrühm ($-OH$).) (1)

2. Aminorühm / lämmastiku aatom. (0,5)

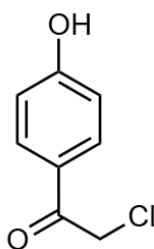
3. Korrektse katalüsaatori valemi eest 0,5 p. (0,5)

Sobivad järgmised Lewis'i happed, millel on atsüükloriidi aktiveerimiseks vaba orbitaal: $AlCl_3$ või $FeCl_3$. Alternatiivselt võib õigeks lugeda ka BF_3 , $ZnCl_2$ või $TiCl_4$.

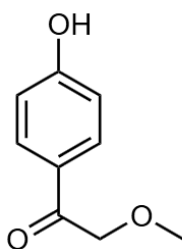
4. Korrektse reaktsioonitüübi nimetuse eest 1p.

Nukleofiilne asendusreaktsioon (S_N2) (1)

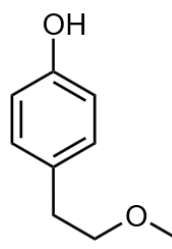
5. Iga korrektsest joonistatud graafilise struktuurivalemi eest 1 p, kokku 4 p. (4)



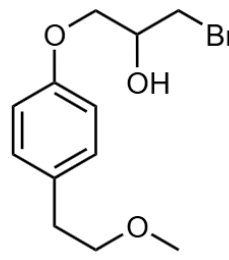
A



B

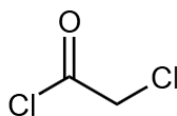


C

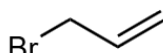


D

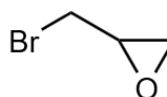
6. Korrektsest joonistatud X struktuurivalemi eest 1 p, korrektsest joonistatud Y ja Z struktuurivalemite eest 0,5 p, kokku 2 p. (2)



X

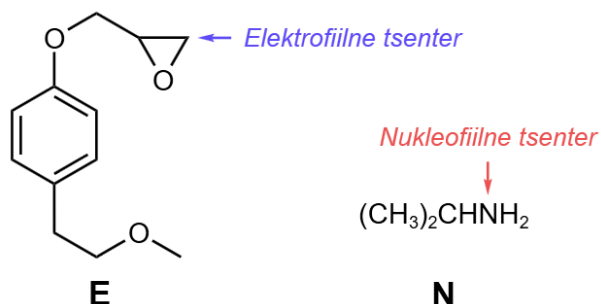


Y



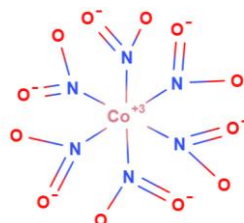
Z

7. Korrektelt määratud ühendi keemilise omaduse eest 0,5 p, kokku 1 p. (1)



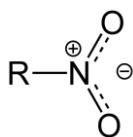
4. ÜLESANNE (10)

1. Molübdeen ja kroom. (1)
2. $ns^1(n-1)d^5$ (0,5)
3. Tavaliselt on siirdemetallide väliskihil 2 elektroni, kuid nii Cr kui Mo on väliskihil 1 elektron. (0,5)
4. $2\text{FeTiO}_3 + 6\text{C} + 7\text{Cl}_2 = 6\text{CO} + 2\text{FeCl}_3 + 2\text{TiCl}_4$ (1)
0,5p kirjutatud on kõik ained; 0,5p võrrand on tasakaalus
5. redutseerumine: $7\text{Cl}_2^0 + 14\text{e}^- = 14\text{Cl}^-$ (0,5)
Lugeda õigeks ka $\text{Cl}^0 + 1\text{e}^- = \text{Cl}^-$ või $\text{Cl}_2^0 + 2\text{e}^- = 2\text{Cl}^-$
6. $\text{TiCl}_4 + 2\text{Mg} = 2\text{MgCl}_2 + \text{Ti}$ (0,5)
7. Iga lisatud osa annab 0,25p.
 $4\text{FeTiO}_3 + 2\text{TiO}_2 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{Na}_2\text{S} + 9\text{O}_2 \rightarrow$
 $\text{Na}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12} + 5\text{NaFeO}_2 + \text{NaFeS}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{TiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3$ (2)
X- O_2 ; Y- SO_4^{2-} ; Z- SO_3 ; W- Fe^{3+} ; ?-5
8. $\text{K}_2[\text{TiF}_6]$ (0,5)
9. $\text{Ti}^{\text{IV}} + 4\text{e}^- = \text{Ti}$ (0,5)
10. Valemid 0,5p; tasakaalustamine 1p.
 $3\text{Ti} + 16\text{H}^+ + 4\text{NO}_3^- \rightarrow 3\text{Ti}^{4+} + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O}$ (1,5)
11. $(\text{NH}_4)_4[\text{Co}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2]$ (0,5)
12. $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ (0,5)



(0,5)

Muidugi võib õpilane kujutada nitrorühmad ka



* Keemiaolümpiaadi koolivooru komisjon võib iseseisvalt hinnata võimalikke alternatiivseid lahendusvariante.