

**2016/2017 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru
ülesannete lahendused
10. klass**

1. a) i) Au; ii) Si; iii) Sn; iv) H; v) Hg; vi) Ta; vii) C; viii) O. (8×1)
 b) Õigekeelsed järgmised vastused: (3×1)
Ru – ruteenium – Venemaa
Po – poloonium – Poola
Fr – frantsium – Prantsusmaa
Ge – germaanium – Saksamaa
Nh – nihoonium – Jaapan
Tm – tuulium – Thule (Antiik-Kreekas 4. sajandil kirjeldatud saar, mida seostatakse Skandinaavia või Islandiga)
Ga – gallium – Gaul (lad. keeles *Gallia* – rauaaegne regioon Lääne-Euroopas, mis hõlmas tänapäeva Prantsusmaad, Belgiat, Luksemburgi, osa Šveitsist, Itaaliast ja Hollandist)
Op, kui õpilane kirjutas ameriitsium, euroopium, indium jt.
 c) i) raudnaelad; ii) liiv; iii) saepuru; iv) suhkur. (4×0,5)
13 p

2. a) Hapniku oksüdatsiooniaste vesinikperoksiidis on **-1**. (1)
 b) $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ (1)
 c) $n(\text{H}_2\text{O}_2) = 2n(\text{O}_2) = 2 \cdot \frac{97 \text{ cm}^3}{22,4 \text{ mol/dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} = 0,00866 \text{ mol}$ (1)
 $c(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{0,00866 \text{ mol} \cdot 1000 \text{ cm}^3}{1,0 \text{ cm}^3 \cdot 1 \text{ dm}^3} = 8,66 \text{ mol/dm}^3$ (1)
 $M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34 \text{ g/mol}$
 $\%(\text{H}_2\text{O}_2) \approx \frac{34 \text{ g/mol} \cdot 8,66 \text{ mol/dm}^3}{1000 \text{ g/dm}^3} \cdot 100\% \approx \mathbf{29}$ (1)

Lahus sobis eksperimentideks.

- c) $2\text{KMnO}_4 + 3\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{MnO}_2$ (1)
 d) Arvesse võetakse kaks järgnevatest vastustest. (2×1)
 (1) Vesinikperoksiidi molekulide vahel saab moodustuda **rohkem vesiniksidemeid** kui vee molekulide vahel.
 (2) Vesinikperoksiidi molekulil on **suurem dipoolmoment** (2,26 D) kui vee molekulil (1,86 D). Keemistemperatuuri tõstavad ka tugevamad dipool-dipool interaktsioonid.
 (3) Vesinikperoksiidil on rohkem elektrone, mistõttu on molekul **kergemini polariseeritav**, seega molekulidevaheline van der Waalsi jõud (nimelt kahe indutseeritud dipooli vaheline vastasmõju) on tugevam.

8 p

3. **Allikas:** D. Cheung, The Adverse Effects of Le Châtelier's Principle on Teacher Understanding of Chemical Equilibrium, *J. Chem. Educ.* 86 (2009) 514.

- a) Rõhu (p) muutmine mõjutab 1, 2, 3 ja 5 reaktsioonide tasakaalu. (4×0,5)
 b) PCl_5 teket soodustavad 1. p tõstmine ja 4. T alandamine. (2×1)
 c) NH_3 põlemise protsess on pöördumatu.
 Seega nii p kui ka T tõstmine kiirendab põlemist. (2×1)
 d) Reaktsiooni tasakaal nihkub lähteainete (CO ja H_2) tekke suunas.* (2)
 e) NO_2 kontsentratsioon suureneb.** (2)

* Argooni lisamine konstantsel rõhul suurendab reaktori ruumala, mistõttu väheneb kõikide ühendite kontsentratsioon. Reaktsiooni tasakaalukonstant $K_c = [\text{CH}_3\text{OH}]/([\text{CO}][\text{H}_2]^2)$ jääb muutumatuks. See on võimalik ainult juhul, kui CO ja H_2 kontsentratsioonid vähenevad vähemal määral, võrreldes CH_3OH kontsentratsiooniga. Seega nihkub reaktsiooni tasakaal vasakule.

** Ruumala vähenemisel konstantsel temperatuuril rõhk suureneb. Le Châtelier' printsiibi järgi N_2O_4 kontsentratsioon suureneb. Selleks, et tasakaalukonstant $K_c = [\text{N}_2\text{O}_4]/([\text{NO}_2]^2)$ jääks samaks, peab NO_2 kontsentratsioon suurenema.

10 p

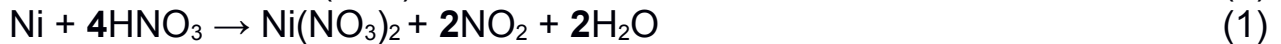
4. a) ^{235}U : 92 prootonit ja 143 neutronit (1)
 ^{238}U : 92 prootonit ja 146 neutronit (1)
 b) i) $\text{UO}_2 + 4\text{HF} \rightarrow \text{UF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2)
 ii) $\text{UF}_4 + \text{F}_2 \rightarrow \text{UF}_6$ (2)

- c) $M(^{235}\text{U}) = 235 \text{ g/mol}$
 $M(^{238}\text{U}) = 238 \text{ g/mol}$
 $M(^{235}\text{UF}_6) = 349 \text{ g/mol}$
 $M(^{238}\text{UF}_6) = 352 \text{ g/mol}$
 $x \cdot 349 \text{ g/mol} + y \cdot 352 \text{ g/mol} = 35188 \text{ g}$ (0,5)
 $x \cdot 235 \text{ g/mol} + y \cdot 238 \text{ g/mol} = 23788 \text{ g}$ (0,5)
 Võrrandisüsteemi lahendid on $x = 4 \text{ mol}$ ja $y = 96 \text{ mol}$. (2×0,5)
 $\%(^{235}\text{U}) = \frac{x}{x+y} \cdot 100 = \frac{4 \text{ mol}}{4 \text{ mol} + 96 \text{ mol}} \cdot 100 = 4$ (1)

- d) ^{235}U lõhustumisel tekib
 $E_U = 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ J} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1,9 \cdot 10^{13} \text{ J/mol} = 1,9 \cdot 10^{10} \text{ kJ/mol}$ (1)
 Võrreldes süsiniku põlemisega tekib $5 \cdot 10^7$ korda rohkem energiat:
 $\frac{E_U}{E_C} = \frac{1,9 \cdot 10^{10} \text{ kJ/mol}}{393,5 \text{ kJ/mol}} = 4,8 \cdot 10^7$ (1)

11 p

5. **Märkus:** Möödunud sajandi algul avastati Kanadas rikkalikud nikli-vasemaardlad. Kahjuks on nende kahe metalli eraldamine teineteisest keerukas. Rahvusvahelise niklikompanii president Ambrose Monelli peas tekkis huvitav idee – milleks metalle teineteisest eraldada, kui neist hiljem valmistatakse sulam. Nii hakatigi maagist tootma otse nikli ja vase sulamit. Sulamite omadused sõltuvad koostisosade sisaldustest, mistõttu on nende määramine alati oluline.



b) Leiame titrandi kontsentratsiooni:

$$c(\text{EDTA}) = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{1,1255 \text{ g}}{372,24 \text{ g/mol} \cdot 100,00 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} = 0,030236 \text{ M} \quad (1)$$

Leiame, mitu mooli metalle oli tiitrimiseks võetud proovis **A**:

$$n(\text{EDTA}) = c \cdot V = n(\text{Cu} + \text{Ni})$$

$$n(\text{Cu} + \text{Ni}) = 0,030235 \text{ M} \cdot 10,64 \text{ cm}^3 \cdot \frac{\text{dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} = 0,0003217 \text{ mol} \quad (1)$$

Leiame, mitu mooli metalle oli esialgses lahuses:

$$n_0(\text{Cu} + \text{Ni}) = \frac{0,0003217 \text{ mol} \cdot 100,00 \text{ cm}^3}{10,00 \text{ cm}^3} = 0,003217 \text{ mol} \quad (1)$$

$$\text{Samas } A(\text{Cu}) \cdot n(\text{Cu}) + A(\text{Ni}) \cdot n(\text{Ni}) = 0,2017 \text{ g}$$

Leiame vase massiprotsendilise sisalduse sulamis **A**:

$$63,55 \text{ g/mol} \cdot n(\text{Cu}) + 58,69 \text{ g/mol} \cdot (0,003217 \text{ mol} - n(\text{Cu})) = 0,2017 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$n(\text{Cu}) = 0,002652 \text{ mol} \quad (0,5)$$

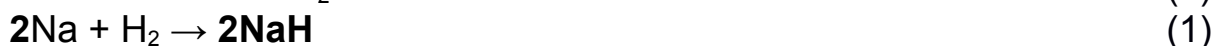
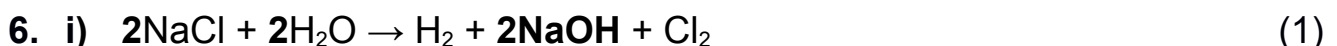
$$m(\text{Cu}) = 0,002652 \text{ mol} \cdot 63,55 \text{ g/mol} = 0,1685 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$\%(\text{Cu}) = \frac{0,1685 \text{ g}}{0,2017 \text{ g}} \cdot 100 = 83,5 \quad (0,5)$$

c) Kuna sulamis, millest münte vermiti, on niklit rohkem kui noore keemiku sulamis, siis tuleb just niklisisaldust suurendada. (1)

Selleks, et valmistada 1,00 g $\text{Cu}_{75}\text{Ni}_{25}$ sulamit, tuleb võtta **0,90 g** sulamit **A** ($0,750 \cdot 1,00 \text{ g} / 0,835 = 0,898 \text{ g}$). Seejärel lisada $1,00 \text{ g} - 0,90 \text{ g} = 0,10 \text{ g}$ niklit. (1)

9 p



9 p