

**2016/2017 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru
ülesannete lahendused
11. ja 12. klass**

1. a) $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$ vesiniktsüaniid (1)
- $\text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ süsihape (1)
- $\text{H}_3\text{C}-\text{N}^+(\text{O})=\text{O}^-$ nitrometaan (1)
- $\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$ karbamiid, urea (1)
- $\text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}^- \text{NH}_4^+$ ammooniumvesinikkarbonaat (1)
- $\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_3^+ \text{Cl}^-$ metüülammooniumkloriid (1)

b) $M = \frac{12 \text{ g/mol}}{0,023} = 520 \text{ g/mol}$

$A = \frac{(520 - 12) \text{ g/mol}}{4} = 127 \text{ g/mol}$ (1)

Teine element on jood ja binaarne ühend on tetrajodometaan Cl_4 . (1)

c) $m(\text{C}) = \frac{1 \text{ atm} \cdot 0,5 \text{ dm}^3 \cdot 0,04 \cdot 12 \text{ g/mol}}{0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 310 \text{ K}} = 0,009 \text{ g}$ (2)

Võrdluseks, sisse- ja väljahingatavas õhus on ruumala järgi vastavalt 0,04% ja 4% CO_2 .

10 p

2. **Allikas:** "Outlines of industrial chemistry. A text-book for students" by Frank Hall Thorp and Warren Kendall Lewis, Macmillan 1916.

- a) $\mathcal{A}$ – SO_2 , vääveldioksiid (1)
- $\mathcal{B}$ – HCl , vesinikkloriidhape (1)
- $\mathcal{C}$ – Na_2SO_4 , naatriumsulfaat (1)
- $\mathcal{D}$ – CO , süsinikmonoksiid (1)
- $\mathcal{E}$ – H_2 , vesinik (1)
- $\mathcal{F}$ – CO_2 , süsinikdioksiid (1)
- b) $4\text{NaCl} + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{HCl}$ (Hargreavesi protsess) (0,5)
- $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 5\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{S} + 5\text{CO} + \text{H}_2$ (0,5)
- $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$ (0,5)
- $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (0,5)
- $\text{Na}_2\text{S} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{S}$ (0,5)
- $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$ (0,5)

- c) Tasakaalustatud reaktsioonivõrranditest on näha, et $2 \text{ mol NaCl} \rightleftharpoons 1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ ($4 \text{ mol NaCl} \rightleftharpoons 2 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2 \text{ mol Na}_2\text{S} \rightleftharpoons 2 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$) (1)
 Na_2CO_3 moolide arv on

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{10 \text{ kg}}{106 \text{ g/mol}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 94,3 \text{ mol} \quad (0,5)$$

Stöhiomeetriat ja saagist arvestades on sellele vastav NaCl moolide arv

$$n(\text{NaCl}) = \frac{2 \cdot 94,3 \text{ mol}}{0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,95} = 220 \text{ mol} \quad (0,5)$$

Vajalik NaCl mass on

$$m(\text{NaCl}) = 220 \text{ mol} \cdot 58,44 \text{ g/mol} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 12,85 \text{ kg} \approx \mathbf{13 \text{ kg}} \quad (1)$$

12 p

3. Allikad:

<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2985>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814613005918>

- a) $m = 0,995 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \cdot 200 \text{ kg} = \mathbf{199 \text{ mg}}$ (1)

- b) Arvutame piirnormi ja selle aja jooksul tarbitud elavhõbeda koguse:

$$m(\text{piirnorm}) = \frac{30}{7} \cdot 62 \text{ kg} \cdot 1,30 \frac{\mu\text{g}}{\text{kg}} \approx 350 \mu\text{g} \quad (1)$$

$$m(\text{tarbitud}) = 0,170 \text{ kg} \cdot 3 \cdot 0,995 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \cdot \frac{1000 \mu\text{g}}{\text{mg}} \approx 500 \mu\text{g} \quad (1)$$

Seega antud tarbija ületab elavhõbedale sätestatud piirnormi. (1)

- c) Iga järgmistest vastustest loetakse õigeks ja annab kokku 1 p. (1)

(1) Hg viimine mõõtmiseks sobilikku vormi (sulfaadiks)

(2) lahuse muutmine homogeenseks

(3) keerulise matriksi (valgud, rasvad jm) eemaldamine oksüdeerimisel

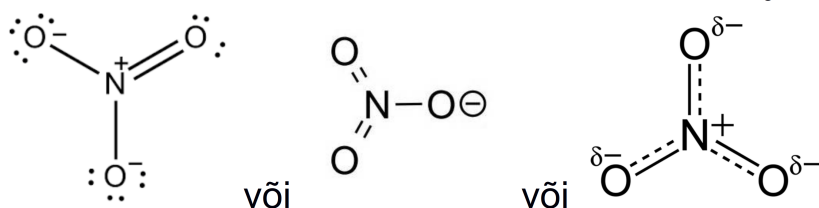
- d) $c = 134 \frac{\text{nmol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,01 \text{ dm}^3 \cdot 200,6 \frac{\text{ng}}{\text{nmol}} \cdot \frac{1}{250 \text{ mg}} = 1,075 \frac{\text{ng}}{\text{mg}} = \mathbf{1,075 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}}$ (1)

$$\Delta c = 11 \frac{\text{nmol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,01 \text{ dm}^3 \cdot 200,6 \frac{\text{ng}}{\text{nmol}} \cdot \frac{1}{250 \text{ mg}} = 0,088 \frac{\text{ng}}{\text{mg}} = \mathbf{0,088 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}}$$
 (1)

Elavhõbeda sisaldus mõõkkala filees on $1,075 \pm 0,088 \text{ mg/kg}$.

- e) $M(\text{X}) = 200,6 \text{ g/mol} / 0,7225 = (200,6 + 12,0 + 3 \cdot 1,0) \text{ g/mol} = 62 \text{ g/mol}$ (1)

Selle molaarmassile vastab nitraatanioon: NO_3^- .



(1)
9 p

4. **Allikas:** Ferm R. J. (1957). "The Chemistry of Carbonyl Sulfide". Chemical Reviews. 57 (4): 621–640. doi:10.1021/cr50016a002

- 1) $\text{NaSCN} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HSCN}$ (1)
- 2) $\text{NaF} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HF}$ (1)
- 3) $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$ (1)
- 4) $2\text{NaBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{NaHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2)
- 5) $8\text{NaI} + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 4\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O} + 8\text{NaHSO}_4$ (2)
- 6) $\text{NaSCN} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{COS}$ (1)

8 p

5. **Allikas:** 1995. a Nobeli preemia laureaatide loengud.

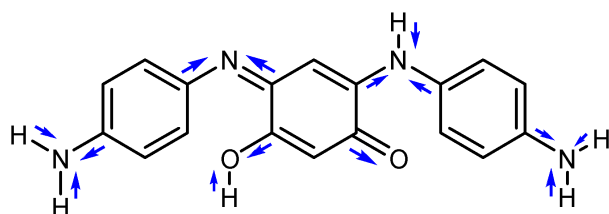
https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1995

- a) **A** – NO või NO[•] (0,5)
B – ClO või ClO[•] (0,5)
C – NO₂ või NO₂[•] (0,5)
D – HO₂ või HO₂[•] (0,5)
E – ClONO₂ (0,5)
F – HOCl (0,5)
- b) i) $\text{O}_3 + \text{Cl} \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2$ (0,5)
 ii) $\text{ClO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{Cl} + 2\text{O}_2$ (0,5)
- c) i) $\text{O}_3 + \text{Cl} \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2$ (0,5)
 ii) $2\text{ClO} \rightarrow \text{Cl}_2\text{O}_2$ (0,5)
 iii) $\text{Cl}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{ClOO} + \text{Cl}$ (0,5)
 iv) $\text{ClOO} \rightarrow \text{Cl} + \text{O}_2$ (0,5)
- d) **C** – $\begin{array}{c} \ddot{\text{O}}=\text{N}-\ddot{\text{O}}: \\ | \\ \ddot{\text{O}}: \end{array}$ (1)
D – $\begin{array}{c} \ddot{\text{O}}-\ddot{\text{O}}-\text{H} \\ | \\ \ddot{\text{O}}: \end{array}$ (1)
E – $\begin{array}{c} \ddot{\text{O}}=\text{N}-\ddot{\text{O}}: \\ | \\ \ddot{\text{O}}: \\ | \\ \ddot{\text{O}}: \\ | \\ \ddot{\text{Cl}}: \end{array}$ (1)
G – $\begin{array}{c} \ddot{\text{Cl}}-\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{Cl}}: \\ | \\ \ddot{\text{O}}: \end{array}$ (1)

10 p

6. **Allikas:** Chemical Reviews, 2012, 2537-2561.

- a) 0,5 punkti iga õige vastuse eest. Maksimaalselt 3 p. Õiged vastused: amiin (amino), areen, alkeen, alkohol/hüdroksü, enool, enamiin, imiin, ketoon. (3)
 Näiteks: alkeen, amiin, ketoon, alkohol, areen = 2,5 punkti
 alkeen, amiin, ketoon, enamiin, enool, ketoon, alkohol = 3,0 punkti
- b) Noolepea osutab polaarsema (negatiivse osalaenguga) aatomi poole 0,5 p
 N-H, N-C, O-H, O-C, O=C, N=C sidemete märkimise eest. (3)



c) nitro-aldoolkondensatsioon, esterdamine, redutseerimine, hüdrolüüs (2)

d) 1 p iga õige vaheühendi eest. (3)

Kui õpilase esimene (nitro-aldoolkondensatsiooni) produkt on vale, kuid esterdamise ja hüdrolüüsi käigus on reaktsioonid tehtud õigete rühmadega, siis anda nende struktuuride eest täispunktid.

