

Tallinna XXIII koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor 2022.–23. õa

Ülesannete lahendused*

9. klass

1. ÜLESANNE (10)

$$1. m(\text{suhkur}) = 5 \text{ sl} \cdot 15 \frac{\text{ml}}{\text{sl}} \cdot 0,849 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \approx 64 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$m(\text{sool}) = 2,5 \text{ sl} \cdot 15 \frac{\text{ml}}{\text{sl}} \cdot 1,2 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = 45 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$m(\text{äädikas}) = 2 \text{ sl} \cdot 15 \frac{\text{ml}}{\text{sl}} \cdot 1,035 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \approx 31 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$m(\text{äädikhape}) = \frac{31 \text{ g} \cdot 30\%}{100\%} \approx 9,3 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$m(\text{lahus}) = 1000 \text{ ml} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{l}} + 64 \text{ g} + 45 \text{ g} + 31 \text{ g} = 1140 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$p(\text{suhkur}) = \frac{64 \text{ g}}{1140 \text{ g}} \cdot 100\% \approx 5,6\% \quad (0,5)$$

$$p(\text{sool}) = \frac{45 \text{ g}}{1140 \text{ g}} \cdot 100\% \approx 3,9\% \quad (0,5)$$

$$p(\text{äädikhape}) = \frac{9,3 \text{ g}}{1140 \text{ g}} \cdot 100\% \approx 0,82\% \quad (0,5)$$

$$2. m(\text{õunaäädikas}) = \frac{9,3 \text{ g} \cdot 100\%}{5\%} \approx 186 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$V(\text{õunaäädikas}) = \frac{186 \text{ g}}{1,01 \frac{\text{g}}{\text{ml}}} \approx 184 \text{ ml} \quad (0,5)$$

$$3. m(\text{merevesi}) = 1 \text{ l} \cdot 1,024 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 1,024 \text{ kg} = 1024 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$m(\text{soolad}) = \frac{3,55\% \cdot 1024 \text{ g}}{100\%} \approx 36,4 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$4. m(\text{merevesi}) = \frac{1 \text{ t} \cdot 100\%}{3,55\%} \approx 28,2 \text{ t} \quad (0,5)$$

$$V(\text{merevesi}) = \frac{28,2 \text{ t}}{1,024 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} \approx 27,5 \text{ m}^3 \quad (0,5)$$

$$5. m(4,0\% \text{ lahus}) = 5,00 \text{ l} \cdot 1,025 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 5,125 \text{ kg}$$

$$m(\text{sool}) = \frac{4,0\% \cdot 5,125 \text{ kg}}{100\%} = 0,205 \text{ kg} \quad (0,5)$$

$$m(\text{küllastunud lahus}) = \frac{0,205 \text{ kg} \cdot 100\%}{26\%} \approx 0,788 \text{ kg}$$

$$V(\text{küllastunud lahus}) = \frac{0,788 \text{ kg}}{1,194 \frac{\text{kg}}{\text{l}}} \approx 0,66 \text{ l} \quad (0,5)$$

$$m(\text{vesi}) = 5,125 \text{ kg} - 0,788 \text{ kg} = 4,337 \text{ kg}$$

$$V(\text{vesi}) = \frac{4,337 \text{ kg}}{1,00 \frac{\text{kg}}{\text{l}}} \approx 4,34 \text{ l} \quad (0,5)$$

Kuigi siin (olulisel määral) kontraktsiooni ei esine, siis ei ole korrektne arvutada lisatava vee ruumala ruumalade vahe kaudu: $V(\text{vesi}) = 5,00 \text{ l} - 0,66 \text{ l} = 4,34 \text{ l}$

Kui nii on arvatud, siis max tulemus selle alaosa eest on 1p; v.a juhul, kui õpilane on eraldi rõhutanud, et siinjuhul kontraktsiooni ei esine.

6. Olgu küllastunud soolalahuse mass x.

Selles on soola 0,26x.

Saame vastavalt võrrandi:

$$0,15 = \frac{2 \cdot 0,04 + 0,26x}{2+x}$$

Selle võrrandi lahend on $x=2$.

Lisada tuleb 2 kilogrammi küllastunud soolalahust. (1,5)

Sobivad kõik sisult korrektsed matemaatilised lahendused.

2. ÜLESANNE (10)

1. Nt fossiilkütuste põletamine, tsemenditööstus, ka loomakasvatus ja moetööstus vms. (0,5)

2. Mida rohkem paisatakse CO₂ atmosfääri, seda rohkem läheb tasakaalust välja süsinikuringe – ressursse ei jätku, et gaasi siduda tagasi orgaaniliseks aineks. CO₂ on aga kasvuhoonegaas ja selle suurenev konts. atmosfääris on seega üks kliimasoojenemise põhjustajaid/kiirendajaid. (0,5)

3. $n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,41 \text{ l}}{22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}} = 0,018 \text{ mol}$ (1)

$$n(\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_7\text{P}) = 2 \cdot n(\text{CO}_2) = 2 \cdot 0,018 = 0,036 \text{ mol} \quad (1)$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_7\text{P}) = 0,036 \text{ mol} \cdot 186 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 6,7 \text{ g} \quad (1)$$

4. $n(\text{CO}_2 \text{ per sekund}) = \frac{N}{N_A} = \frac{3}{6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} \approx 0,5 \cdot 10^{-23} \text{ mol}$ (0,5)

$$n(\text{CO}_2 \text{ v. hingatud}) = \frac{m}{M} = \frac{41,7 \text{ g}}{44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,95 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$t = \frac{0,95 \text{ mol} \cdot 1 \text{ s}}{0,5 \cdot 10^{-23} \text{ mol}} = 1,9 \cdot 10^{23} \text{ s} \quad (1)$$

5. $m(\text{RuBisCO ühes lehes}) = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot 200 \text{ cm}^2}{10\,000 \text{ cm}^2} = 0,00004 \text{ g}$ (0,25)

$$m(\text{RuBisCO 100 lehes}) = 0,004 \text{ g} \quad (0,25)$$

$$n(\text{RuBisCo}) = \frac{0,004}{550\,000 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 7,3 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \quad (0,5)$$

6. $n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ l}}{22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}} = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ (0,5)

Kuna 1 RuBisCo suudab 1 sekundis siduda 3 CO₂ molekuli, siis 1 mol RuBisCot seob 1 sekundis 3 mol CO₂.

see seos ei pea olema eraldi välja kirjutatud, kui selgub tehest (0,5)

$$t = \frac{2,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{3 \frac{1}{\text{s}} \cdot 7,3 \cdot 10^{-9} \text{ mol}} \approx 1000 \text{ s} \quad (2)$$

Ülesande saab lahendada ka aineosakeste arvu kaudu, sel juhul võiks olla punktijaotus järgmine:

$$N(\text{RuBisCO lehtedes}) = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \cdot 7,3 \cdot 10^{-9} \text{ mol} = 44 \cdot 10^{14} \quad (0,5)$$

$$N(\text{CO}_2) = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \cdot 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 13 \cdot 10^{18} \quad (0,5)$$

$$t = \frac{13 \cdot 10^{18}}{3 \frac{1}{s} \cdot 44 \cdot 10^{14}} = 1000 \text{ s} \quad (1)$$

3. ÜLESANNE (10)

1. Iga õige ja korrektselt tasakaalustatud reaktsioonivõrrand 0,5p. Kokku 2,5p. (2,5)

Valik sobivaid vastuseid:

- 1) $\text{Mg} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2$
- 2) $\text{MgO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
- 4) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 5) $n \text{ MgCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- 6) $n \text{ MgSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{MgCl}_2$
- 7) $\text{Mg} + n \text{ CuCl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{Cu} \downarrow$

2. Elektronskeem 0,5p

$$\text{I}^-: +53 \mid 2)8)18)18)8 \quad (0,5)$$

3. Iga õige reaktsioonivõrrand või märged „reaktsiooni ei kulge“ 0,5p. Kokku 3p.

- 1) $\text{NaOH} \quad \text{MgSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \quad (0,5)$
- 2) $\text{HCl} \quad \text{reaktsiooni ei kulge} \quad (0,5)$
- 3) $\text{AgNO}_3 \quad \text{KCl/NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{KNO}_3/\text{NaNO}_3 \quad (0,5)$

Lugeda õigeks ka reaktsioon MgSO_4 -ga, sest Ag_2SO_4 on vl.

- 4) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \quad \text{MgSO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{BaSO}_4 \downarrow \quad (0,5)$
- 5) $\text{K}_2\text{CO}_3 \quad \text{MgSO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 \quad (0,5)$
- 6) $\text{NaBr} \quad \text{reaktsiooni ei kulge} \quad (0,5)$

4. $m(\text{MgSO}_4) = 1,00 \text{ mol} \cdot 120 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 120 \text{ g} \quad p(\text{MgSO}_4) = \frac{120 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \cdot 100\% = 12\% \quad (0,5)$

$m(\text{KCl}) = 3,76 \text{ mol} \cdot 74,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 280 \text{ g} \quad p(\text{KCl}) = \frac{280 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \cdot 100\% = 28\% \quad (0,5)$

5. $p(\text{NaCl}) = 100\% - 12\% - 28\% - 3\% = 57\% \quad (0,25)$

$n(\text{NaCl}) = \frac{0,57 \cdot 100 \text{ g}}{58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,974 \text{ mol} = n(\text{Na}^+) \quad (0,5)$

$m(\text{Na}^+) = 0,974 \text{ mol} \cdot 23 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 22,4 \text{ g} \quad (0,25)$

6. Iga õige ja korrektselt tasakaalustatud reaktsioonivõrrand 0,5p. Kokku 2p.

- 1) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{NaHCO}_3 \quad (0,5)$
- 2) $\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \quad (0,5)$
- 3) $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} \quad (0,5)$
- 4) $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3 \quad (0,5)$

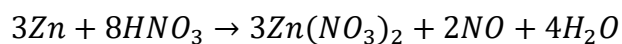
4. ÜLESANNE (10)

1. i) $4Ag + O_2 \rightarrow 2Ag_2O$ (1)
Kui eksitakse hõbeda o.a-ga, kuid muidu on võrrand korrektne, siis 0,5p, kui on unustatud korrektne võrrand tasakaalustada, siis 0,5p.
ii) redutseeriv osake on: Ag (0,5)
2. i) $4Ag + O_2 + 2H_2S \rightarrow 2Ag_2S + 2H_2O$ (1,5)
Kui õpilane on kirjutanud korrektselt lähteained, kuid ei ole kirjutanud saadusi (või vastupidi), siis 0,5p.
Juhul, kui õpilane on kirjutanud korrektselt lähte ja saadusained, kuid ei ole võrrandit tasakaalustanud, siis 1p.
ii) oksüdeerumist põhjustab O_2 (õigeks lugeda ka O).
 $O_2^0 + 4e^- \rightarrow 2O^{-II}$ või $O^0 + 2e^- \rightarrow O^{-II}$ (1)
3. i) element „Y“ on S (0,5)
ii) element „X“ on C (0,5)
iii) $3Ag_2S + 9NaHCO_3 + 2Al \rightarrow 3NaHS + 2Al(OH)_3 + 6Ag + 3Na_2CO_3 + 6CO_2$ (1)
Kui õpilane on tasakaalustamisel kirjutanud korrektselt vähemalt 3 kordajat, siis anda 0,5 punkti.
NB! Kui õpilane ei ole leidnud elemente S ja C, kuid on võrrandi tasakaalustanud, siis anda talle iii) punkti eest maksimaalsed punktid.
iv) Selle reaktsiooni käigus puhastatakse hõbedale tumedast kihist, sest moodustub vaba hõbe. (1)
v) See reaktsioon sobib redoksreaktsiooni näiteks. (0,5)
4. 3. reaktsioonist edasi kulgev reaktsioon ei oleks redoksprotsess, sest selle käigus osakeste oksüdatsiooniastmed ei muutu. (1)

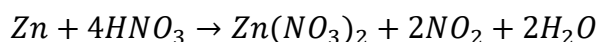
Õpilane ei pea võrrandit kirjutama, sest võib järelduseni jõuda aineklasside põhjal (võrrand oleks: $6NaHS + 2Al(OH)_3 = Al_2S_3 + 3Na_2S + 6H_2O$)

5. Münt C on tsingi sulamist. (0,5)
(Lisamõtte hindajale: vastavalt happe kontsentratsioonile ja omadustele, võib Ag lahusega reageerida/ mitte reageerida, kui Ag reageerib ja juures on kloriidioonid, siis moodustab see valge sademe, mis toob „triibud“ paremini nähtavale; Pt reageerib kontsentreeritud hapetega veelgi halvemini kui Ag).

Õige reaktsioonivõrrand



Õigeks lugeda ka



Kui on kirjutatud, et lämmastikhape ja Zn reageerimisel tekib vesinik, siis seda vastust mitte lugeda õigeks.

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