

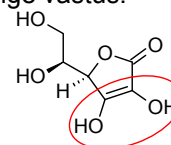
**2015/2016 õ.a keemiaolümpiaadi lõppvoorülesannete lahendused. 9. klass**

- 1. a)** Vask(II)sulfaat pentahüdraat ehk vaskvitriol (2x0,5)  
**b) i)** sinine (0,5)  
**ii)** valge (0,5)  
**c)**  $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuO} + \text{SO}_3 \uparrow$  (1)  
**d)** Kuna kuumutamise käigus vaseühendite moolide arv ei muutunud, siis  
 $n(\text{CuO}) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$  (1)  
 $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,5 \text{ g/mol}$   
 $n(\text{CuO}) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{20,0 \text{ g} \cdot 95\%}{249,5 \text{ g/mol} \cdot 100\%} = 0,0762 \text{ mol}$  (1)  
 $M(\text{CuO}) = 79,5 \text{ g/mol}$   
 $m(\text{CuO}) = n(\text{CuO}) \cdot M(\text{CuO}) = 0,0762 \text{ mol} \cdot 79,5 \text{ g/mol} = 6,06 \text{ g}$  (1)  
**e)**  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (redoksreaktsioon) (1,5)  
 $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  (ei ole redoksreaktsioon) (1,5)  
**(9)**

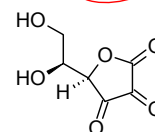
- 2. a) i) X** – Ca, kaltsium  
**Y** – Mg, magneesium  
**A** –  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , kaltsiumvesinikkarbonaat  
**B** –  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , magneesiumvesinikkarbonaat (4x0,5)  
**ii)** Vesinikkarbonaatiooni  $\text{HCO}_3^-$  molaarmass on 61,02 g/mol.  
 Oletame, et soolas A on vesinikkarbonaatioonide arv 1:  
 $M(\text{element X}) = \frac{61,02 \text{ g/mol}}{(1-0,2471)} \cdot 0,2471 = 20,03 \text{ g/mol}$   
 Antud molaarmassile ei vasta ükski metall.  
 Oletame, et soolas A on vesinikkarbonaatioonide arv 2:  
 $M(\text{element X}) = \frac{2 \cdot 61,02 \text{ g/mol}}{(1-0,2471)} \cdot 0,2471 = 40,05 \text{ g/mol} \rightarrow$  metall **X** on Ca, kaltsium  
 Oletame, et soolas B on vesinikkarbonaatioonide arv 1:  
 $M(\text{element Y}) = \frac{61,02 \text{ g/mol}}{(1-0,1661)} \cdot 0,1661 = 12,15 \text{ g/mol}$   
 Antud molaarmassile ei vasta ükski metall.  
 Oletame, et soolas A on vesinikkarbonaatioonide arv 2:  
 $M(\text{element Y}) = \frac{2 \cdot 61,02 \text{ g/mol}}{(1-0,1661)} \cdot 0,1661 = 24,31 \text{ g/mol} \rightarrow$  metall **Y** on Mg, magneesium (1)  
**b)** Reaktsioon 1:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  (1)  
 Reaktsioon 2:  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  (1)  
 Reaktsioon 3:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  (1)  
 Reaktsioon 4:  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 \downarrow + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  (1)  
**(1)**

- c) 1**  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \leftrightarrow 2\text{HCl}$  (1)  
 $V(\text{kraanivesi}) = 150 \text{ ml}$   
 $c(\text{HCl}) = 0,0551 \text{ M}$   
 $V(\text{HCl}) = 7,45 \text{ ml}$   
 $c(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{0,0551 \text{ mol/l} \cdot 7,45 \text{ ml}}{150 \text{ ml}} = 0,001368 \text{ mol/l} \approx 1,4 \text{ mmol/l}$  (1)  
 $M(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 162,11 \text{ g/mol}$   
 $c(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 0,001368 \text{ mol/l} \cdot 1 \text{ l} \cdot 162,11 \text{ g/mol} \cdot \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 221,8 \text{ mg/l} \approx 220 \text{ mg/l}$  (1)  
**(10)**

- 3. a) i)** PF brutovalem on  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$ , PF-O brutovalem on  $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$ . (2x0,5)  
**ii)** PF puhul:  $6x + 6 \cdot 1 + 2 \cdot (-2) = 0$ , seega  $x = -1/3$ ; PF-O puhul:  $6x + 4 \cdot 1 + 2 \cdot (-2) = 0$ , seega  $x = 0$  (2x0,5)  
**iii) 2**  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (1)  
**b) Õige vastus:**



Oksüdeerunud vormi struktuur (õpilastelt ei nõuta):



(2)

- c) i)** Toodud pH-väärtuste vahemikus on ensüüm kõige aktiivsem pH väärtuse 7,0 juures (sobib ka vastus „6,5 ja 7,0”) ning kõige vähem aktiivne pH väärtuse 9,5 juures (sobib ka vastus “2,5 ja 9,5”). (2x1)  
**ii)** Kuna avokaado kohta on öeldud, et see on maheda maitsega ning et selles esineb aktiivsel kujul polüfenooloksüdaasi, siis võiks eeldada, et avokaado enda pH on ligikaudu neutraalne (tegelikult on see ligikaudu 6,6). Sidrunimahl on aga happeline (pH 2,0-2,6). Kuna madalama pH juures on polüfenooloksüdaasi aktiivsus madalam, siis salati hapustamisel toimub avokaado polüfenoolide oksüdeerumine aeglasemalt. (1)  
**d)** Takistada õhuhapniku juurdepääsu (nt katta toidukilega) või vähendada oksüdeerumisreaktsiooni kiirust (nt panna külmkappi). (2)  
**(10)**

- 4. a)**  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O} + 7\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$  (1)  
 $2\text{C}_6\text{H}_6\text{O} + 7\text{SO}_4^{2-} + 14\text{H}^+ \rightarrow 12\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 7\text{H}_2\text{S}$  (2)

$$\text{b) } M(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}) = 6 \cdot 12 \text{ g/mol} + 6 \cdot 1 \text{ g/mol} + 16 \text{ g/mol} = 94 \text{ g/mol} = 94 \text{ kg/kmol}$$

$$n(\text{fenool}) = \frac{200 \text{ kg}}{94 \text{ kg/kmol}} \approx 2,13 \text{ kmol} \quad (1)$$

Aeroobne:

$$n(\text{O}_2) = 7 \cdot n(\text{fenool}) = 7 \cdot 2,13 \text{ kmol} \approx 14,9 \text{ kmol} \quad (1)$$

Hapniku osarõhk on 0,21 atm.

$$c(\text{O}_2) = \frac{p_{\text{O}_2}}{k_H} = \frac{0,21 \text{ atm}}{769,2 \text{ l} \cdot \text{atm/mol}} = 2,73 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} \quad (1)$$

$$V(\text{vesi I}) = \frac{n_{\text{O}_2}}{c_{\text{O}_2}} = \frac{14,9 \cdot 10^3 \text{ mol}}{2,73 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}} \approx 55000000 \text{ l} = 55000 \text{ m}^3 \quad (1)$$

Anaeroobne:

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{7 \cdot n(\text{fenool})}{2} = \frac{7 \cdot 2,13 \text{ kmol}}{2} \approx 7,46 \text{ kmol} \quad (1)$$

$$A(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$$

$$20 \text{ mg/l} = 0,02 \text{ g/l}$$

$$c(\text{S}) = c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{0,02 \text{ g/l}}{32 \text{ g/mol}} = 6,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} \quad (1)$$

$$V(\text{vesi II}) = \frac{n_{\text{SO}_4^{2-}}}{c_{\text{SO}_4^{2-}}} = \frac{7,46 \cdot 10^3 \text{ mol}}{6,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}} \approx 12000000 \text{ l} = 12000 \text{ m}^3 \quad (1)$$

(10)



b)

	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O
O.a N	-3		-2	
O.a O		-1		-2
O.a H	+1	+1	+1	+1

(4x0,5)

$$\text{c) } \Delta_r H^\circ = ((2 \cdot 46,1) + 187,8 - (2 \cdot 285,8) + \Delta_f H^\circ(\text{N}_2\text{H}_4)) \text{ kJ/mol} = -241,0 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{N}_2\text{H}_4) = 50,6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_r H^\circ = \frac{4 \cdot (-46,1) - 3 \cdot 50,6}{3} = -112,1 \text{ kJ/mol} \quad (2)$$

$$\text{d) } \text{N}_2 \text{ ja } \text{H}_2\text{O} \quad (2 \times 0,5)$$



f) Selleks, et nihutada reaktsiooni N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> lagunemise suunas tuleb reaktsioonisegusse viia N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, eemaldada NO<sub>2</sub> ja vähendada rõhku. Rõhu vähendamise nihutab tasakaalu suunas, kus süsteemi gaasiliste ainete moolide arv reaktsiooni tulemusel suureneb. (2)

(9)

$$6. \text{ a) } 10 \text{ l} = 10 \text{ dm}^3$$

$$n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{CaCl}_2) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot V(\text{lahus}) = 1,5 \text{ mM} \cdot 10 \text{ l} = 15 \text{ mmol} \quad (0,5)$$

$$M(\text{CaCl}_2) = 110,98 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{CaCl}_2) = n \cdot M = 15 \text{ mmol} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mmol}} \cdot 110,98 \text{ g/mol} = 1,66 \text{ g} \approx 1,7 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$n(\text{K}^+) = n(\text{KCl}) = c(\text{K}^+) \cdot V(\text{lahus}) = 4 \text{ mM} \cdot 10 \text{ l} = 40 \text{ mmol} \quad (0,5)$$

$$M(\text{KCl}) = 74,55 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{KCl}) = n \cdot M = 40 \text{ mmol} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mmol}} \cdot 74,55 \text{ g/mol} = 2,98 \text{ g} \approx 3,0 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-) = n(\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3) = c(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-) \cdot V(\text{lahus}) = 28 \text{ mM} \cdot 10 \text{ l} = 280 \text{ mmol} \quad (0,5)$$

$$V(\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3) = \frac{280 \text{ mmol}}{0,3 \text{ M}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mmol}} \cdot \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ l}} = 933,3 \text{ ml} \approx 930 \text{ ml} \quad (0,5)$$

Nüüd on lahuses 28 mM Na<sup>+</sup> ioone ja 4 + 2 · 1,5 = 7 mM Cl<sup>-</sup> ioone.

$$\text{NaCl lahust on juurde vaja saada } 130 - 28 = 109 - 7 = 102 \text{ mM} \quad (1)$$

$$n(\text{NaCl}) = c(\text{NaCl}) \cdot V(\text{lahus}) = 102 \text{ mM} \cdot 10 \text{ l} = 1020 \text{ mmol} \quad (0,5)$$

$$M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{NaCl}) = n \cdot M = 1020 \text{ mmol} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mmol}} \cdot 58,44 \text{ g/mol} = 59,61 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$m(\text{NaCl lahus}) = \frac{59,61 \text{ g} \cdot 100\%}{8\%} = 745,1 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$V(\text{NaCl lahus}) = \frac{745,1 \text{ g}}{1,056 \text{ g/cm}^3} = 705,6 \text{ ml} \approx 710 \text{ ml} \quad (0,5)$$

$$\text{b) } V(\text{deioniseeritud vesi}) = 10000 \text{ ml} - 933,3 \text{ ml} - 705,6 \text{ ml} = 8361,1 \text{ ml} \approx 8360 \text{ ml} \quad (2)$$

$$\text{c) } n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3) = 280 \text{ mmol} \quad (1)$$

$$M(\text{NaHCO}_3) = 84,00 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = n \cdot M = 280 \text{ mmol} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mmol}} \cdot 84,00 \text{ g/mol} = 23,52 \text{ g} \approx 23 \text{ g} \quad (1)$$

d) Kõrgemal temperatuuril. Lahuse keemistemperatuur on alati kõrgem lahusti keemistemperatuurist. (1)

e) Kõrge soolasisaldusega lahuse manustamisel tõuseb veres olevate soolade kontsentratsioon kõrgemaks rakusisesest kontsentratsioonist. Osmoosi tõttu hakkab vesi liikuma läbi rakumembraani madalama soolakontsentratsiooniga keskkonnast kõrgemasse ehk rakust välja. Inimese vererakud lüüsvad. (1)

(12)