

KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

Vanem rühm (11. ja 12. klass)

Kohtla-Järve, Kuressaare, Narva, Pärnu, Tallinn ja Tartu

4. november 2017

Ülesannete lahendused

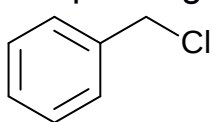
1. i) $\text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (1)
 ii) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{HCl}$ (konts.) = $\text{CoCl}_2 + 2\text{HNO}_3$
 või $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{HCl}$ (konts.) = $\text{CoCl}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{HNO}_3$ (1)
 iii) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3$ (konts.) = $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2)
 iv) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (konts.) $\rightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (1)
 v) $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{OH} + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$ (1)
 vi) $5\text{KI} + \text{KIO}_3 + 6\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{K}^+$ (2)
 vii) $^{210}\text{Po} = ^{206}\text{Pb} + ^4\text{He}$ (1)

9 p

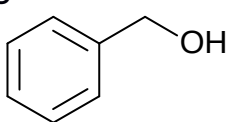
2. a) i) $4\text{VCl}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{V}_2\text{O}_5 + 16\text{HCl}$ (2)
 ii) $4\text{CuCl} + 4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2)
 b) i) $\text{VCl}_4:\text{CuCl} = 6 : 11$ (1)
 ii) $\text{VCl}_4:\text{CuCl} = 2 : 5$ (1)
 c) $M(\text{Cu}(\text{VO}_3)_2) = 261,43 \text{ g/mol}$
 $M((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 221,12 \text{ g/mol}$
 $m(\text{Cu}(\text{VO}_3)_2) + m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 1000 \text{ g}$
 i) $n(\text{Cu}(\text{VO}_3)_2) : n((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 1 : 1$
 $n(\text{Cu}(\text{VO}_3)_2) (261,43 + 221,12) \text{ g} = 1000 \text{ g} \Rightarrow n(\text{Cu}(\text{VO}_3)_2) = 2,072 \text{ mol}$
 $m(\text{Cu}(\text{VO}_3)_2) = 2,072 \text{ mol} \cdot 261,43 \text{ g/mol} = \mathbf{0,542 \text{ kg}}$ (1)
 $m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 2,072 \text{ mol} \cdot 221,12 \text{ g/mol} = \mathbf{0,458 \text{ kg}}$ (1)
 ii) $n(\text{Cu}(\text{VO}_3)_2) : n((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 2 : 1$
 $n(\text{Cu}(\text{VO}_3)_2) (261,43 + 221,12/2) \text{ g} = 1000 \text{ g} \Rightarrow n(\text{Cu}(\text{VO}_3)_2) = 2,688 \text{ mol}$
 $m(\text{Cu}(\text{VO}_3)_2) = 2,688 \text{ mol} \cdot 261,43 \text{ g/mol} = \mathbf{0,703 \text{ kg}}$ (1)
 $m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 1,344 \text{ mol} \cdot 221,12 \text{ g/mol} = \mathbf{0,297 \text{ kg}}$ (1)

10 p

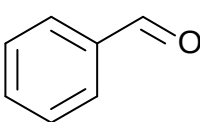
3. 1 punkt iga õige struktuurivalemi eest



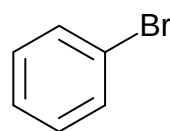
A



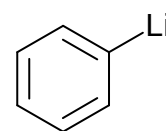
B



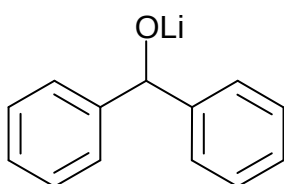
C



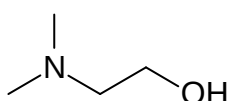
D



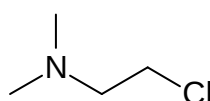
E



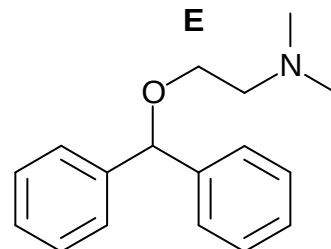
F



G

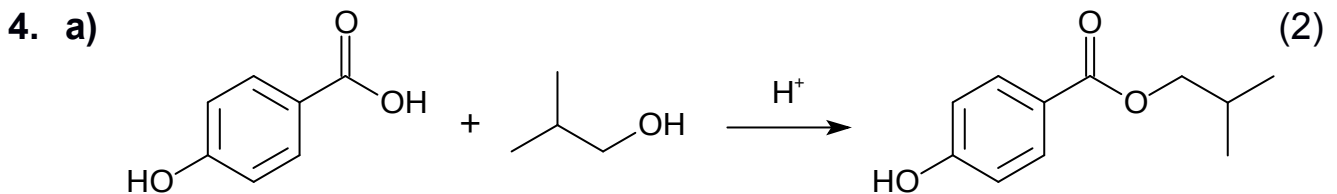


H



difenhüdramiin

9 p



b) Lahustumine vees väheneb vastavalt reale:
metüül- > etüül- > propüül- > isobutüülparabeen. (1)
Lahustumist vähendab alküülahela pikenemine.

c) Proovi lahjendus:
(49,0432 g + 0,8101 g) / 0,8101 g = 61,54 kordne lahjendus
c(metüülparabeen) = (2,93 - 2,2) / 0,015 = 48,7 mg/kg
%(metüülparabeen) = 48,7 mg/kg · 61,54 · $\frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}}$ · 100 = **0,3** (2)

c(propüülparabeen) = (47,7 - 0,92) / 2,4 = 19,5 mg/kg
%(metüülparabeen) = 19,5 mg/kg · 61,54 · $\frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}}$ · 100 = **0,12** (2)

d) Propüülparabeeni kontsentratsioon valmistatud lahuses on allpool meetodi määramispiiri, järelkult ei saa kvantitatiivset tulemust anda. Lahenduseks oleks kangema proovi valmistamine ja uuesti analüüsimine. (2)

e) Metüülparabeeni sisaldus on allpool šampoonile kehtestatud piirnормi (määratud **0,3%** vs piirnорм **0,4%**). Propüülparabeeni kohta ei saa midagi järeladada. (1)

10 p

5. a) Kuna k , T , μ ja π on konstandid, siis saab need võtta kokku ühe muutujaga $g = Dr = kT / (6\pi\mu)$.

Olgu pepsiinis on a aminohappejääki ja oligopeptiidis b aminohappejääki, siis pepsinogeenis on $(a + b)$ aminohappejääki. Pepsini ja oligopeptiidi molekulide raadiused avalduvad kui:

$$r_{\text{pepsiin}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot a \cdot V}{4\pi}} \text{ ja } r_{\text{oligopeptiid}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot b \cdot V}{4\pi}} \quad (1)$$

$$r_{\text{pepsiin}} = \frac{g}{D_{\text{pepsiin}}} \text{ ja } r_{\text{oligopeptiid}} = \frac{g}{D_{\text{oligopeptiid}}} \quad (1)$$

Pepsini ja oligopeptiidi raadiuste suhe avaldub kui:

$$\frac{r_{\text{pepsiin}}}{r_{\text{oligopeptiid}}} = 1,9496 = \sqrt[3]{\frac{a}{b}} \quad (1)$$

$$a = 7,410b \quad (1)$$

$$b - a = 282$$

Saadakse võrrandisüsteem, kus on aminohapete arv pepsiinis a ja aminohapete arv oligopeptiidis b . Selle põhjal selgub, et $a = 326$ ning $b = 44$. Võrrandisüsteemi lahendamisel on võimalik leida, et aminohapete arv pepsinogeenis on 370. (1)

$$M(\text{pepsinogeen}) = 370 \cdot 105,92 \text{ g/mol} = \mathbf{39190 \text{ g/mol}}. \quad (1)$$

b) Lõplikud lõikesaidid:

PMQVTAGD↑FANGEEDDK↑WRGHDIEASPNTGDLASQDG↑YVIAM

Esimese etapina tuleb lugeda kokku kõikide aminohapete sisaldus. Kuna tekkis 4 fragmenti, siis pidi pepsiin lõikama $4 - 1 = 3$ aminohappejäägi kõrvalt. (1)

On selge, et kuna kõik kolm aminohappejääki peavad olema esindatud, siis peab igaüks neist esinema täpselt 1 kord. (1)

Lugemisel selgub, et ainult ühe korra esinevad järgmised aminohappejäägid: H=1, K=1, L=1, R=1, W=1, Y=1, F=1. (1)

Andmete põhjal on teada, et esineb nelja eri pikkusega ahelaid. On selge, et üks neist peab olema aminoterminalipoolne ahel ja teine karboksüterminalipoolne ahel. (1)

Aminoterminalipoolse ahela juurest on lõikamisvõimalused seega järgmiste jääkide juurest: A, F, A ja G. Karboksüterminalis aga järgmiste aminohapete juurest: Y, Q, S ja I. Sagedustabeliga võrreldes on näha, et aminoterminali juurest saab lõikamine toimuda vaid F juurest ja tekib ahel pikkusega 8 aminohappejääki ning karboksüterminali juurest saab lõikamine toimuda vaid Y juurest ning tekib 5 aminohappejäägist koosnev ahel. (1)

Nüüd võib samal põhimõttel toimida keskmise 29 aminohappejäägist koosneva ahelaga. Seal on võimalikud kaks lõikepaika: W ja T. Sagedustabelist on näha, et T esineb rohkem kui üks kord. Seega on kolmas aminohappejääk W. (1)

Seega on aminohappejääkideks **F (fenüülalaniin)**, **W (trüptofaan)** ja **Y (türosiin)**.

12 p

6. a) $\%(\text{niiskus}) = \frac{0,942 \text{ g} - 0,833 \text{ g}}{0,942 \text{ g}} \cdot 100 = 11,57 \approx \mathbf{11,6}$ (1)

b) $Q = (1,25 \text{ dm}^3 \cdot 0,998 \text{ kg/dm}^3 \cdot 4,190 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{°C)} + 0,10 \text{ kJ/°C}) (23,94 \text{ °C} - 22,29 \text{ °C}) = 8,79 \text{ kJ} \approx \mathbf{8,8 \text{ kJ}}$ (2)

c) Ühest grammist vesinikust tekib orgaanilise aine täielikul oksüdeerumisel 8,92 grammi vett.

$$\varepsilon = \frac{(16,0 \text{ g/mol} + 2 \cdot 1,01 \text{ g/mol})}{2,02 \text{ g/mol}} = 8,92 \quad (1)$$

$$Q_s^d = \frac{8,79 \text{ kJ}}{0,833 \text{ g}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 10550 \text{ kJ/kg} \quad (1)$$

$$Q_i^d = 10550 \text{ kJ/kg} - 2442 \text{ kJ/kg} \cdot 8,92 \cdot 0,0290 = 9918 \text{ kJ/kg} \approx \mathbf{10000 \text{ kJ/kg}} \quad (1)$$

d) Niiskuse lisandumisel tuleb kütteväärtuse arvutamisel arvestada ka niiskuse aurustamiseks vajalikku soojushulka:

$$Q_{\text{niiskuse aurustamine}} = 0,1157 \cdot 2442 \text{ kJ/kg} = 282,5 \text{ kJ/kg} \quad (1)$$

$$Q_i^r = Q_i^d \cdot \frac{100 - W \%(\text{niiskus})}{100} - Q_{\text{niiskus}}$$

$$Q_i^r = 9918 \text{ kJ/kg} \cdot \frac{(100 - 11,57)}{100} - 282,5 \text{ kJ/kg} = 8488 = \mathbf{8500 \text{ kJ/kg}} \quad (1)$$

$$\mathbf{e)} \quad E_{\text{põlevkivist}} = 0,85 \cdot \frac{8,1 \text{ TW} \cdot \text{h/aasta} \cdot 3600 \text{ s/h}}{365 \text{ päeva/aasta}} = 67,9 \text{ TJ/päev} \quad (1)$$

$$m(\text{põlevkivi}) = \frac{E_{\text{põlevkivist}}}{Q_i^r \cdot \eta} = \frac{67,9 \text{ TJ}}{8488 \text{ kJ/kg} \cdot 0,35} \cdot \frac{10^9 \text{ kJ}}{1 \text{ TJ}} = \mathbf{0,029 \cdot 10^9 \text{ kg}} \quad (1)$$

10 p