

KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

Noorem rühm (9. ja 10. klass)

Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Pärnu, Kohtla-Järve 8. november 2008

Ülesannete lahendused

1. a) i) $\%(\text{CuSO}_4) = \frac{56,1 \text{ g} \cdot 159,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 100}{249,5 \text{ g/mol} \cdot (56,1 \text{ g} + 457 \text{ g})} = 6,99$ 1
- ii) $n(\text{CuSO}_4) = \frac{342 \text{ g} \cdot 0,0699}{159,5 \text{ g/mol}} = 0,150 \text{ mol}$ 1
- iii) $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{2,29 \text{ kg} \cdot 1000 \text{ g/kg} \cdot 0,05}{171 \text{ g/mol}} = 0,67 \text{ mol}$ 1
- iv) $n(\text{CO}_2) = \frac{7,2 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,32 \text{ mol}$ 1
- v) $n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = \frac{118 \text{ cm}^3 \cdot 1,115 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,2}{132 \text{ g/mol}} = 0,2 \text{ mol}$ 1
- b) $\text{FeCl}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCl}_2 + \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ 1
 $\text{CuSO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$ 1
 $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 1
 $\text{BaCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$ 1
- c) i) sade nr 1: $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ja BaSO_4 . 1
 ii) sade nr 2: BaCO_3 ja BaSO_4 . 1
- d) Baariumhüdrosiidi jääb peale esimest sadestamist alles 0,67 mol – 0,2 mol – 0,15 mol = 0,32 mol. Tekib 0,2 mol BaCl_2 . Süsihappegaasiga sadestatakse 0,32 mol Ba^{2+} ja neutraliseeritakse ära hüdrosiidid. Lahusesse jääb alles 0,2 mol baariumkloriidi, mis ammooniumsulfaadiga reageerides annab 0,2 mol baariumsulfaadi sadet. Kloriidist ja ammooniumioonidest jääb lahusesse alles 0,4 mol NH_4Cl . Kuna pärast lahuse aurutamist veel kuumutati jääki ja ammooniumkloriid kuumutades laguneb, siis ei jää portselankaussi suurt midagi. 1
- 12p**
2. a) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 1
- b) $\Delta H = 1 \cdot (-393,5 \text{ kJ/mol}) + 2 \cdot (-241,8 \text{ kJ/mol}) - 1 \cdot (-74,8 \text{ kJ/mol})$ 1
 $\Delta H = -802,3 \text{ kJ/mol}$ 2
- c) $n(\text{CH}_4) = \frac{1}{2} \cdot 502 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3} \cdot 250000 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \cdot \frac{1}{30 \text{ g/mol}} = 2090 \text{ mol}$ 2
- $E = 802,3 \text{ kJ/mol} \cdot 2090 \text{ mol} \cdot \frac{1 \text{ GJ}}{10^6 \text{ kJ}} = 1,68 \text{ GJ}$ 1

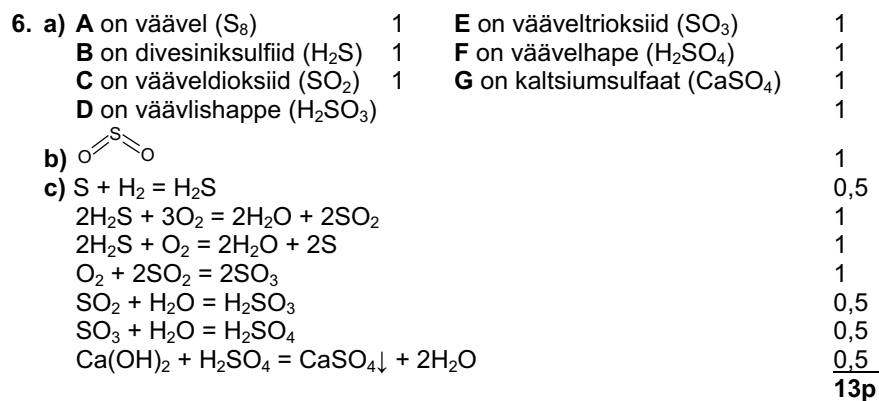
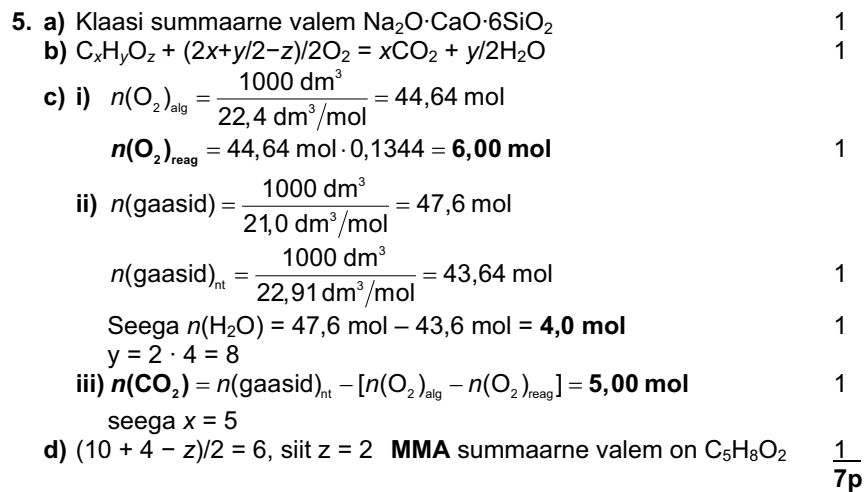
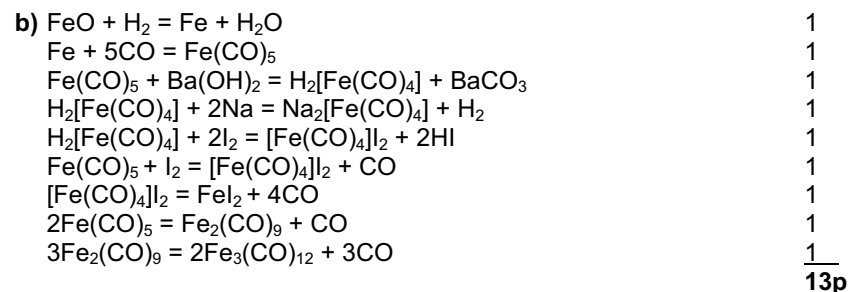
$$d) E = \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot 300 \text{ m}^3 \cdot 1000 \frac{\text{dm}^3}{\text{m}^3} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} \cdot 802,3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot \frac{1 \text{ GJ}}{10^6 \text{ kJ}}$$

$$E = 64,5 \text{ GJ} \approx 65 \text{ GJ} \quad \underline{2}$$

8p

3. a) i) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 1
 ii) $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 1
- b) $n(\text{HCl}) = \left(25,00 \text{ cm}^3 \cdot 1,101 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} - 24,31 \text{ cm}^3 \cdot 0,3603 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right) \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3}$ 1
 $n(\text{HCl}) = 0,01877 \text{ mol}$ 1
- c) $\%(\text{CaCO}_3) = \frac{0,01877 \text{ mol} \cdot \frac{1}{2} \cdot 100,09 \text{ g}}{1,02 \text{ g}} \cdot 100\% = 92,1\%$ 1
- d) Tiitrimisel tekkivate vigade vähendamiseks tuleks kogu eksperimenti veel vähemalt kaks korda korrata ja lugeda tõeliseks kaltsiumkarbonaadi sisalduseks kolme eksperimenti põhjal saadud kokkulangeva protsendilise sisalduse keskmist. 1
- e) Kuna viga sõltub ainult arvatud HCl moolide arvu erinevusest, siis:
 $n(\text{HCl}) = \left(25,00 \text{ cm}^3 \cdot 1,101 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} - 24,37 \text{ cm}^3 \cdot 0,3603 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right) \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} = 0,01874 \text{ mol}$
 $\%(\text{viga}) = \frac{0,01874 - 0,01877}{0,01877} \cdot 100 = -0,2\%$
 (“-“tähistab, et CaCO_3 sisaldus tuleb õigest väärtusest 0,2% väiksem) 2
- 7p**

4. a) A – FeO (+arvutus) 0.5
 B – Fe(CO)₅ (+arvutus) 0.5
 C – H₂[Fe(CO)₄] 0.5
 D – Na₂[Fe(CO)₄] 0.5
 E – Fe₃(CO)₁₂ (+arvutus) 0.5
 F – Fe₂(CO)₉ (+arvutus) 0.5
 G – [Fe(CO)₄]₂ 0.5
 H – FeI₂ (+arvutus) 0.5
- Ühendite üldvalem Fe_xZ_y
- A: $56x/0,78 = 56x + 16y \Rightarrow x = 1, y = 1$ FeO
 B: $56x/0,29 = 56x + 28y \Rightarrow x = 1, y = 5$ Fe(CO)₅
 E: $56x/0,33 = 56x + 28y \Rightarrow x = 1, y = 4$ Fe₃(CO)₁₂
 F: $56x/0,31 = 56x + 28y \Rightarrow x = 2, y = 9$ Fe₂(CO)₉
 H: $56x/0,18 = 56x + 127y \Rightarrow x = 1, y = 2$ FeI₂



KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

Vanem rühm (11. ja 12. klass)

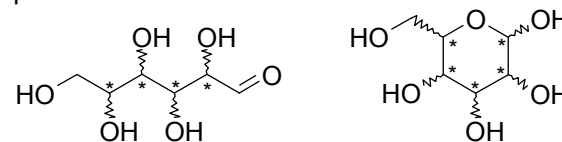
Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Pärnu, Kohtla-Järve 8. november 2008

Ülesannete lahendused

1. a) $3C_2H_5OH + 2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 =$
 $= 3CH_3COOH + 2Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$ 1
 $K_2Cr_2O_7 + 6KI + 7H_2SO_4 = 3I_2 + Cr_2(SO_4)_3 + 4K_2SO_4 + 7H_2O$ 1
 $2Na_2S_2O_3 + I_2 = Na_2S_4O_6 + 2NaI$ 1
- b) $n(Na_2S_2O_3) = 37,52 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot 0,652 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ mmol}}{1 \text{ mol}} =$
 $= 24,463 \text{ mmol}$ 1
- $\Delta n(K_2Cr_2O_7) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot 24,463 \text{ mmol} = 4,077 \text{ mmol}$ 1
- $n(K_2Cr_2O_7)_{\text{alg}} = 18,00 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot 0,672 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ mmol}}{1 \text{ mol}} =$
 $= 12,096 \text{ mmol}$ 1
- $\Delta n(K_2Cr_2O_7)_{\text{reag}} = 12,096 \text{ mmol} - 4,077 \text{ mmol} = 8,019 \text{ mmol}$ 1
- $n(\text{EtOH}) = \frac{3}{2} \cdot 8,019 \text{ mmol} = 12,03 \text{ mmol}$
- $n(\text{EtOH})_{\text{brändi}} = \frac{100 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} \cdot 12,03 \text{ mmol} = 120,3 \text{ mmol}$ 1
- $m(\text{EtOH})_{\text{brändi}} = 120,3 \text{ mmol} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mmol}} \cdot \frac{46,08 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 5,543 \text{ g}$ 1
- $\%(\text{EtOH})_{\text{brändi}} = \frac{5,543 \text{ g}}{10 \text{ cm}^3 \cdot 0,923 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \cdot 100 = 60,0$ 1
- 10p
2. a) A – CaC₂ 0,5 E – CaCN₂ 0,5 I – (NH₂)₂CO 0,5
 B – C₂H₂ 0,5 F – NH₃ 0,5 J – HNCO 1
 C – Ca(OH)₂ 0,5 G – CaCO₃ 0,5 X – Ca 0,5
 D – N₂ 0,5 H – CO₂ 0,5
- b) i) $CaC_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 \downarrow + H_2C_2 \uparrow$ 1
 ii) $CaC_2 + N_2 \xrightarrow{r} CaCN_2 + C$ 1
 iii) $CaCN_2 + 3H_2O = 2NH_3 \uparrow + CaCO_3 \downarrow$ 1
 iv) $CaCO_3 + 2H^+ = CO_2 \uparrow + H_2O + Ca^{2+}$ 1
 v) $CO_2 + 2NH_3 = (NH_2)_2CO + H_2O$ 1
 vi) $(NH_2)_2CO \xrightarrow{r} HNCO + NH_3$ 1
- 12p

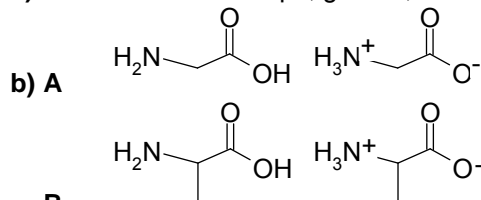
3. a) $k = \frac{3,8 \text{ päev} \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}}{\ln 2} = 4,73 \cdot 10^5 \text{ s}$
 $N = 10 \text{ ME} \cdot \frac{13500 \text{ Bq/m}^3}{1 \text{ ME}} \cdot \frac{1 \text{ aatom/s}}{1 \text{ Bq}} \cdot 4,73 \cdot 10^5 \text{ s} = 6 \cdot 10^{10} \frac{\text{aatom}}{\text{m}^3}$ 2
- b) eraldumise kiirus võrdub lagunemise kiirusega ($1,35 \cdot 10^5 \text{ aatom/(s} \cdot \text{m}^3)$) 2
- c) $N = N_0 e^{-kt} \Rightarrow \ln N = \ln N_0 - kt \Rightarrow t = \frac{1}{k} \ln \frac{N_0}{N}$
 $t = \frac{3,8 \text{ päeva}}{\ln 2} \ln \frac{1}{1-0,99} = 25 \text{ päeva}$ 2
- d) $t \approx \frac{3,8 \text{ päeva}}{\ln 2} \cdot \ln \frac{1}{1-0,99} \approx 25 \text{ päeva}$ 2
- 8p

4. a) Reaktsioonil NaIO₄-ga moodustuvad produktid, mis sisaldavad vaid H, C ja O aatomeid. Järelikult aine X sisaldab ainult H, C ja O aatomeid ning põletamise saadusteks on CO₂ ja H₂O. Tihedusest arvutame, et tekkinud gaasi keskmine molaarmass on $M = 1,38 \cdot 22,4 = 31 \text{ g/mol}$, mis viitab CO₂ ja H₂O ekvimolaarsele segule. C ja H on suhtes 1/2. 2
- b) NaIO₄ töötlemise põhjal (laguproduktides oli 6 mol süsinühendeid) 6 C aatomit ja seega 5 C–C sidet. NaIO₄ eemaldab ühe reaktsioonitsükli käigus kaks H aatomit. 5 C–C sideme katkemine nõuab 5 reaktsioonitsükli ja tähendab 10 H aatomi kadu. Saaduste hulgas on kokku 11 O ja 12 H aatomit. Aines oli algul 12 H aatomit, NaIO₄ eemaldas neist 10 ja 10 tuli neid kusagilt juurde. Need said tulla ainult vesikeskkonnast. Seega on toimunud 5 H₂O liitumine molekulile. O aatomeid oli alguses järelikult 11 – 5 = 6. Aine C₆H₁₂O₆. 4
- c) Stereoisomeere on vastavalt 16 ja 32, stereotsentritest lähtuvad punktiirid: 1

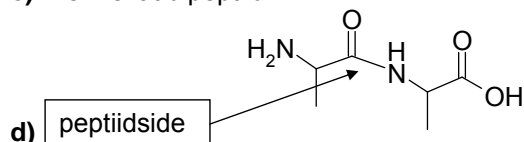


- d) Selgitav skeem:
-
- 3
12p

5. a) **A** – 2-aminoetaanhape, glütsiin, **B** – 2-aminopropaanhape,alaniin 2



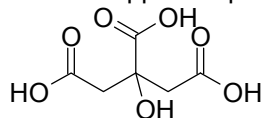
c) 4 erinevat dipeptiidi 1



e) $t = 0,2 \text{ g} \cdot 0,2 \cdot 0,75 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{75 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ s}}{4,27 \times 10^{-8} \text{ mol}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 2,6 \text{ h}$ 2

9p

6. a) Sidrunhappe tasapinnaline struktuurivalem on:



$$M_r(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = 192 \text{ g/mol}$$

Sidrunhappe kompleksi molekulmass: $192,12 \cdot 2,594 = 498,35 \text{ g/mol}$

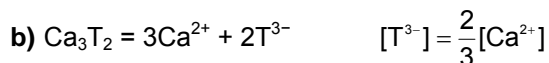
Sellesse molekulmassi mahub sidrunhappe anioon sisse kas üks või kaks korda, seega võimalikud valemid on X_3T , XT ja X_3T_2 .

Lahendiks sobib X_3T_2

$$A_r(\text{X}) = \frac{1}{3}(498,35 - 2 \cdot 189,12) = 40,03$$

X – Ca^{2+} .

1



$$K = [\text{Ca}^{2+}]^3[\text{T}^{3-}]^2 \Rightarrow K = \frac{4}{9}[\text{Ca}^{2+}]^5$$
 1

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{3}{1} \cdot \frac{0,095 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{498 \text{ g}} = 5,73 \cdot 10^{-3} \text{ M} = 5,73 \text{ mM}$$
 1

$$K = \frac{4}{9}(5,73 \cdot 10^{-3})^5 = 2,67 \cdot 10^{-12}$$
 1

c) $[\text{T}^{3-}] = \sqrt{K/[\text{Ca}^{2+}]^3} = \sqrt{2,67 \cdot 10^{-12}/(2,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1)^3} = 0,439 \text{ M}$ 1

Sadestamiseks kulus sademe koostisesse läinud tsitraat ja lahuses olev tsitraat, mille kontsentratsioon sai välja arvatud eelnevalt. Sademe koostisesse läks tsitraati:

$$0,9 \cdot 2,4 \text{ mmol/dm}^3 \cdot 0,01 \text{ dm}^3 \cdot 2/3 = 1,44 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Na-tsitraati kulus vastavalt:

$$1,44 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 258 \text{ g/mol} = 3,7 \text{ mg}$$

1

Lahuses oli tsitraati:

$$0,439 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,01 \text{ dm}^3 = 4,39 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Na-tsitraati kulus vastavalt:

$$4,39 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 258 \text{ g/mol} = 1134 \text{ mg.}$$

1

Kokku: $4 \text{ mg} + 1134 \text{ mg} = 1138 \text{ mg} = 1140 \text{ mg.}$

d) Sidrunhappet kulus:

$$4,39 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 192 \text{ g/mol} = 0,843 \text{ g.}$$

Sidrunimahla: $0,84/(0,05 \cdot 0,6) = 28 \text{ g.}$

1
9p