Keemia lahtise võistluse ülesannete lahendused

Vanem aste (11. ja 12. klass)
27. november 1999. a.

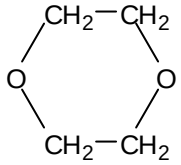
1. a)

$$\Delta T = K_{kr} \cdot m$$

$$1{,}11K = 1{,}86\frac{K}{mol} \cdot kg \cdot \frac{5g}{M(A)} \cdot \frac{1}{0{,}095kg}$$

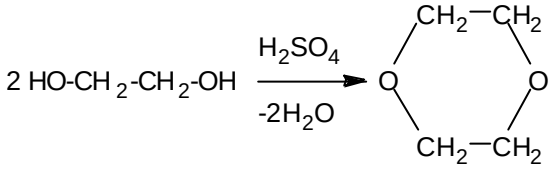
$$M(A) = 1{,}86\frac{K}{mol} \cdot kg \cdot 5g \cdot \frac{1}{0{,}095kg} \cdot \frac{1}{1{,}11K} = 88\frac{g}{mol}$$

Kui molekulis on 2 hapniku , 4 süsiniku ja 8 vesiniku aatomit, siis see annab molaarmassiks 88 g/mol. Et aatomite vahel on ainult σ-sidemed, siis peab ta olema tsükliline ühend. Alkoholi ja väävelhappe vahelisel reaktsioonil tekib eeter.

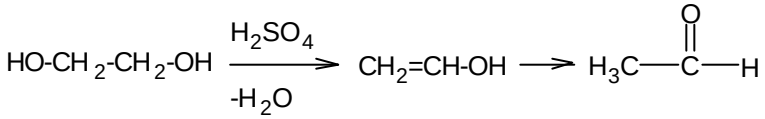


A

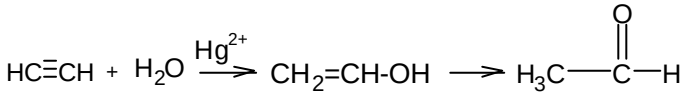
b)



c) i)



ii)



d) **B** – etaan-1,2-diool; **C** – etenool
D – etanaal; **E** – etüün

2. a) M(Na) : M(Li) 23,0 : 6,94 = 3,31
X – Li; **Y** – Na

b) **C** – C_4H_{10} (butaan)
E – C_4H_9Cl (butüülkloriid)
D – C_4H_9OH (butanool)

c) $C_4H_9Cl + 2Li = C_4H_9Li + LiCl$
A – C_4H_9Li

d) $C_4H_9Li + H_2O = C_4H_{10} + LiOH$

e) $c(C_4H_9Li) = c(LiOH) = \frac{1}{1} \cdot 14{,}0ml \cdot 0{,}120\frac{mol}{dm^3} \cdot \frac{1}{1ml} = 1{,}68\frac{mol}{dm^3} = 1{,}68M$, sest

$HCl + LiOH = LiCl + H_2O$

f) **G** – NH_3 (gaas)
F – NH_3 (vedelik $t°_{keemis.}$ (NH_3) = -33,5°C)
B – $NaNH_2$

g) $NaNH_2 + CH_3OH = CH_3ONa + NH_3$
H – CH_3ONa

3. a) **i)** $M(COCl_2)$ = 98,9 g/mol
M(A) = 98,9·0,273 = **27,0 g/mol**

ii) HCN – vesiniktsüaniid

b) **i)** $c(HCN) = 1{,}00g \cdot \frac{1mol}{27{,}0g} \cdot \frac{1}{0{,}1dm^3} = 0{,}370 \frac{mol}{dm^3}$

ii) **$[H^+]$** = $10^{-pH} = 10^{-4,77}$=**$1{,}70 \cdot 10^{-5}$ mol/dm^3**

iii) $a = \frac{[H^+]}{c} = \frac{1{,}70 \cdot 10^{-5}}{0{,}370} = 4{,}59 \cdot 10^{-5}$

c) HCN Υ $H^+ + CN^-$

$$K_{dis} = \frac{[H^+] \cdot [CN^-]}{[HCN]} = \frac{1{,}70 \cdot 10^{-5} \cdot 1{,}70 \cdot 10^{-5}}{0{,}370} = 7{,}81 \cdot 10^{-10}$$

Märkus: et α on väga väike, siis $[HCN] \approx c(HCN)$

d) HCN Et dissotsiatsioonil tekib vesinikioon ja tsüaniidioon, siis peab vesiniku oksüdatsiooniaste olema I. Kuna lämmastiku elektronegatiivsus on süsiniku omast suurem, siis saab lämmastiku oksüdatsiooniaste olla ainult -III. Süsiniku oksüdatsiooniastmeks jääb II.

e) $COCl_2 + H_2O = CO_2 + 2HCl$

f) HCN ja $COCl_2$ on väga mürgised.

4. a) $CO(NH_2)_2$ - karbamiid; neutraalne; 0
CN^- - tsüaniidioon; -1.

b) $\{Cr[CO(NH_2)_2]_6\}^{3+}$; Cr^{3+}
$[Cr(CN)_6]^{4-}$; Cr^{2+}

c) Karbamiidis on süsiniku oksüdatsiooniaste IV, sest karbamiid on süsihappe derivaat. Tsüaniidioonis peab süsiniku oksüdatsiooniaste olema II, sest lämmastik on süsinikust elektronegatiivsem.

d)

Mn(VII)	+ $4e^-$ → Mn(III)	7 - 3 = 4	+ $4e^-$
4Cr(III)	-$12e^-$ → 4Cr(VI)	4·3 - 4·6 = -12	
3Cr(II)	-$12e^-$ → 3Cr(VI)	3·2 - 3·6 = -12	
4·6·2N(-III)	-$384e^-$ → 48N(V)	48·(-3) - 48·5 = -384	- $588e^-$
3·6N(-III)	-$144e^-$ → 18N(V)	18·(-3) - 18·5 = -144	
3·6C(II)	-$36e^-$ → 18C(IV)	18·2 - 18·4 = - 36	

e) 588 : 4 = 147

$\{Cr[CO(NH_2)_2]_6\}_4[Cr(CN)_6]_3$ + **147**$KMnO_4$ + **515**HNO_3 →
3,5$K_2Cr_2O_7$ + **42**CO_2 +**140**KNO_3 + **147**$Mn(NO_3)_3$ +**305,5**H_2O

Korrutades kahega saame vastavalt:

2$\{Cr[CO(NH_2)_2]_6\}_4[Cr(CN)_6]_3$ + **294**$KMnO_4$ + **1030**HNO_3 →
7$K_2Cr_2O_7$ + **84**CO_2 +**280**KNO_3 + **294**$Mn(NO_3)_3$ +**611**H_2O

5. a) $Cu|CuSO_4||AgNO_3|Ag$

b) anoodil $Cu = Cu^{2+} + 2e^-$
katoodil $Ag^+ + e^- = Ag$
$Cu + 2Ag^+ = Cu^{2+} + 2Ag$

c) $E(Cu^{2+}/Cu) = 0{,}337V + \frac{0{,}059}{2} V \lg 0{,}1 = 0{,}308V$

$E(Ag^+/Ag) = 0{,}799V + 0{,}059V \lg 0{,}05 = 0{,}722V$

$EMJ = E = 0{,}722V - 0{,}308V = 0{,}414V$

d) $E^o = 0{,}799V - 0{,}337V = 0{,}462V$

$$2 \cdot 96500 \frac{A \cdot s}{mol} \cdot 0{,}462V = 8{,}314 \frac{A \cdot s \cdot V}{K \cdot mol} \cdot 298K \cdot \ln K_t$$

$$\ln K_t = \frac{2 \cdot 96500 \cdot 0{,}462}{8{,}314 \cdot 298} = 35{,}98$$

$$K_t = e^{35{,}98} \approx 4{,}27 \cdot 10^{15}$$

$$K_t = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$

6. a)

$$\Delta H^o_{tekke}(CO_2) = -393 \frac{kJ}{mol}$$

$$\Delta H^o_{tekke}(CO_2) = \Delta H^o_{põlem}(C)$$

$$\Delta H^o_{põlem}(CO) = -566 \frac{kJ}{2mol} = -283 \frac{kJ}{mol}$$

C + ½O_2 =CO

$$\Delta H^o_{tekke}(CO) = \Delta H^o_{põlem}(C) - \Delta H^o_{põlem}(CO) = -393 \frac{kJ}{mol} - (-283 \frac{kJ}{mol}) = -110 \frac{kJ}{mol}$$

b) $n(grafiit) = 1000g \cdot \frac{1mol}{12{,}0g} = 83{,}33mol$

$n(CO) \cdot 28 \frac{g}{mol} = 4 \cdot [83{,}33mol - n(CO)] \cdot 44{,}0 \frac{g}{mol}$, sest CO mass on 4 korda CO_2 massist suurem.

n(CO) = 71,9mol
n(CO_2) = 11,4mol

c) $V_m = 22{,}4\frac{dm^3}{mol}\cdot\frac{298K}{273K} = 24{,}45\frac{dm^3}{mol}$

$V(CO) = 71{,}9mol\cdot 24{,}45\frac{dm^3}{mol} \approx 1760dm^3$

$V(CO_2) = 11{,}4mol\cdot 24{,}45\frac{dm^3}{mol} \approx 279dm^3$

d) $\Delta H^o = 71{,}9mol\cdot(-110)\frac{kJ}{mol} + 11{,}4mol\cdot(-393)\frac{kJ}{mol} = -7909kJ - 4480kJ \approx$ **−12,4MJ**