Keemia lahtise võistluse ülesannete lahendused

Noorem aste (9. ja 10. klass)
27. november 1999. a.

1. **a)** **A** on Mg, sest ta järjekorranumber on 12. Järjekorranumber on määratud prootonite arvuga. Sama palju on ka aatomis elektrone.

.

b) $M(H_2)$ = 2,0 g/mol
$M(\mathbf{E})$ = 2,0 g/mol·8,5 = 17 g/mol

c) **i)** $2\ Mg + O_2 = 2\ MgO$
$3\ Mg + N_2 = Mg_3N_2$
ii) $Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$
iii) $Mg(OH)_2 = MgO + H_2O$
iv) $Cu(OH)_2 + 4NH_3 = [Cu(NH_3)_4\ ]\ (OH)_2$

d) **B** - magneesiumoksiid, MgO.
C - magneesiumnitriid; Mg_3N_2
D - magneesiumhüdroksiid, $Mg(OH)_2$
E - ammoniaak, NH_3

e) $2\ Mg\ Y\ O_2$

$$m`(Mg) = \frac{2}{1}\cdot 5{,}00dm^3 \cdot 0{,}209 \cdot \frac{1mol}{22{,}4dm^3}\cdot 24{,}3g/mol = 2{,}27\ g$$

$3\ Mg Y\ N_2$

$$m``(Mg) = \frac{3}{1}\cdot 5{,}00dm^3 \cdot 0{,}78 \cdot \frac{1mol}{22{,}4dm^3}\cdot 24{,}3g/mol = 12{,}7\ g$$

---

m(Mg) **15,0 g**

2. **a)** $H_4\mathbf{X}O_4 \rightarrow 2H_2O + \mathbf{X}O_2$

b) $m(H_2O)$ = 24,0 - 15,0 = 9,0 g

$$n(H_4XO_4) = \frac{1}{2}\cdot 9{,}0g\cdot\frac{1mol}{18g} = 0{,}25\ mol$$

$n(\mathbf{X}O_2)$ = 0,25 mol
$n(H_2O)$ = 0,50 mol

c) $$M(H_4XO_4) = \frac{24{,}0g}{0{,}25mol} = 96\ g/mol$$

$$M(XO_2) = \frac{15{,}0g}{0{,}25mol} = 60\ g/mol$$

d) $A_r(\mathbf{X})$ = 96 - 4 - 64 = 28

A_r(**X**) = 60 - 32 = 28
Element **X** on Si (räni).

e) ortoränihape

f) H_2SiO_3 - metaränihape

3. **a)** m(HCl) = 49,03g· 0,2978 = 14,60 g
m(H_2O) = 49,03g· 0,7022 = 34,43 g

b) 2**A** + 2HCl = 2**A**Cl + $H_2\uparrow$
2**A** + 2H_2O = 2**A**OH + $H_2\uparrow$

c) Võimalikeks aineteks saavad olla leelismetalli kloriid (**A**Cl), vastav hüdroksiid (**A**OH) ja leelismetall (**A**).

d) Kui leelismetallidest ainult üks rahuldab ülesande tingimusi, siis selleks saab olla ainult kõige väiksema aatommassiga leelismetall, sest tema hulk on kõige suurem. Selleks on **Li**.

e) HCl Y LiCl

$$m(LiCl) = \frac{1}{1}\cdot 14{,}60g \cdot \frac{1mol}{36{,}47g}\cdot 42{,}40g/mol = 16{,}97\ g$$

H_2O Y LiOH

$$m(LiOH) = \frac{1}{1}\cdot 34{,}43g \cdot \frac{1mol}{18{,}02g}\cdot 23{,}95g/mol = 45{,}76\ g$$

HCl Y Li

$$m`(Li) = \frac{1}{1}\cdot 14{,}60g \cdot \frac{1mol}{36{,}47g}\cdot 6{,}940g/mol = 2{,}78\ g$$

H_2O Y Li

$$m``(Li) = \frac{1}{1}\cdot 34{,}43g \cdot \frac{1mol}{18{,}02g}\cdot 6{,}940g/mol = 13{,}25\ g$$

m(Li) = 52,20 g - 2,78 g - 13,25 g = 36,17 g
Σm = 16,97g + 45,76g + 36,17g = **98,90 g**

4. **a)** $C_6H_{10}S_2$
2 $C_6H_{10}S_2$ + 21 O_2 = 12 CO_2 + 4 SO_2 + 10 H_2O

b) 1,0 cm^3·1,040 g/cm^3 V·0,209
2 $C_6H_{10}S_2$ Y 21 O_2
146 g/mol 22,4 dm^3/mol

$$V(\text{õhk}) = \frac{21}{2} \cdot 1{,}04\text{g} \cdot \frac{1\text{mol}}{146\text{g}} \cdot 22{,}4\,\frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} \cdot \frac{1}{0{,}209} = 8{,}02\ \text{dm}^3$$

c) Reaktsioonivõrrandis selgub, et hapniku hulk suhtub moodustunud gaaside hulka nagu 21:(12+4). Seega moodustunud gaaside ruumala erineb hapniku ruumalast 16/21 = **0,76 korda**

d) d ja e - 1,2
abc ja fgh - di (kaks sarnast radikaali)
b ja g - 2 (radikaali süsiniku number, loendamist alustatakse põhiahelast (väävlist))
abc ja fgh - prop (kolme süsinikuga ahel)
ab ja fg - enüül (kaksikside)
de - disulfiid (põhiahel)

5. $V\ \text{km}^3 \cdot 2{,}65\ \text{g/dm}^3 \cdot 10^{12}\ \text{dm}^3/\text{km}^3$ → $1{,}0 \cdot 10^{12}$ g

SO_4^{2-}, 96 g/mol → H_2SO_4, 98 g/mol

$$V = \frac{1}{1} \cdot \frac{10^{12}\text{g}}{98\text{g/mol}} \cdot 96\text{g/mol} \cdot \frac{1\text{km}^3}{2{,}65 \cdot 10^{12}\text{g}} = 0{,}37\text{km}^3$$

6. **a)** **X** on väävel (S), **B** on divesiniksulfiid (H_2S), **C** on vääveldioksiid (SO_2), **D** on vääveltrioksiid (SO_3), **E** on väävelhape (H_2SO_4), **F** on kaltsiumsulfaat ($CaSO_4$), **M** on väävlishappe lahus (H_2SO_3).

b)
$S + H_2 \xrightarrow{t^0} H_2S$
$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2H_2O + 2SO_2$
$2H_2S + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2S$
$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$
$O_2 + 2SO_2 \xrightarrow[\text{kat}]{t^0} 2SO_3$
$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$
$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$

c)

$$\%(\text{Ca}) = \frac{40{,}1}{136{,}2} \cdot 100 = 29{,}4 \qquad \%(\text{O}) = \frac{64}{136{,}2} \cdot 100 = 47{,}0$$

$$\%(\text{S}) = \frac{32{,}1}{136{,}2} \cdot 100 = 23{,}6 \qquad 29{,}4 + 47{,}0 + 23{,}6 = 100$$

Keemia lahtise võistluse ülesannete lahendused

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

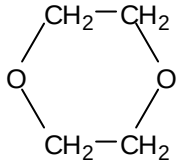
1. a)

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

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

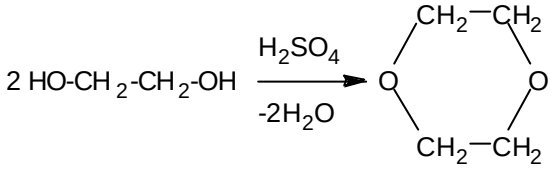
$$M(A) = 1{,}86\frac{K}{mol} \cdot kg \cdot 5g \cdot \frac{1}{0{,}095kg} \cdot \frac{1}{1{,}11K} = 88\frac{g}{mol}$$

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.

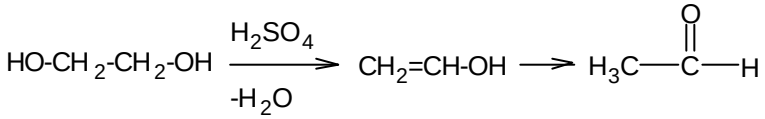


A

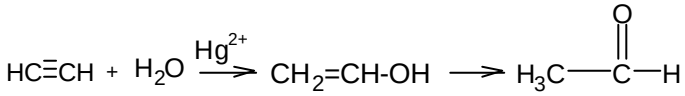
b)



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**