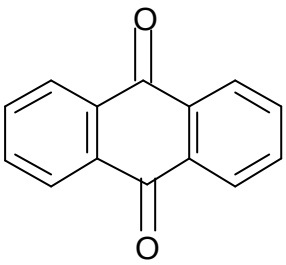
Keemia lahtise võistluse ülesannete lahendused

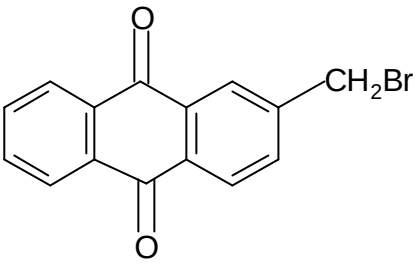
Vanem rühm (11. ja 12. klass)

16. november 2002. a.

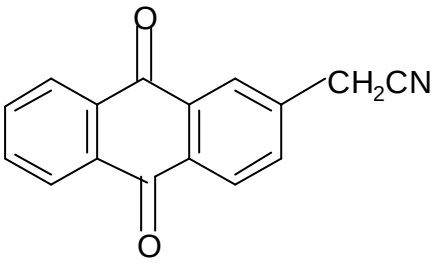
1. a) b)



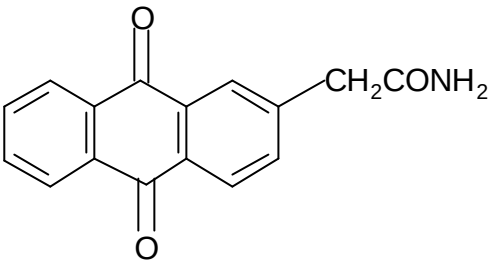
A



C



D



E

b) M(**E**) = 14 g/mol $\cdot \frac{1}{0{,}0528}$ = **265 g/mol;** **$C_{16}H_{11}O_3N$**

c) NaOH liia lisamisel toimub mitte ainult HCl, vaid ka happe **X** neutraliseerimine ning soola RCOONa tekkimine. Sool on iooniline (polaarne) ühend ning seetõttu lahustub paremini vees. Diklorometaaniga ekstraheerimisel läks orgaanilisse lahustisse ainult vähepolaarne mitteioniseeruv lisand - amiid **E**.

d) Reaktsioonisegule tuleb lisada NaOH, seejuures tekib happest RCOONa ning diklorometaaniga ekstraheeruvad vähepolaarsed lisandid (ülesande tingimustes on öeldud, et aine **E** ei ioniseeru) - nii nagu üliõpilane esialgu tegi. Siis tuleb lisada veefaasile HCl, et viia RCOONa happeks RCOOH ning ekstraheerida veefaasi veelkord diklorometaaniga.

2. a) **A** - Cr_2O_3, kroom(III)oksiid
B - Si, räni
C - Cr, kroom
D - SiO_2, ränidioksiid
E - Na_2SiO_3, naatriummetasilikaat
F - Na_4SiO_4, naatriumortosilikaat
G - $CrSO_4$, kroom(II)sulfaat
H - $Cr(OH)_2$, kroom(II)hüdroksiid
I - $Cr(OH)_3$, kroom(III)hüdroksiid
J - K_2CrO_4, kaaliumkromaat
K - $K_2Cr_2O_7$, kaaliumdikromaat
L - CrO_3, kroom(VI)oksiid
M - $Cr(BO_2)_3$, kroom(III)metaboraat

b) i) $\overset{0}{t}\overset{0}{t}t$

$2Cr_2O_3 + 3Si = 4Cr + 3SiO_2$

A B C D

ii) $2K_2CrO_4 + H_2SO_4 = K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$

J K

iii) $CrO_3 + 2KOH = K_2CrO_4 + H_2O$

L J

$\overset{0}{t}\overset{0}{t}t$

iv) $2Cr(OH)_3 + 3Na_2B_4O_7 = 2Cr(BO_2)_3 + 6NaBO_2 + 3H_2O$

I M naatriummetaboraat

3. a) i) $N(C) = 104\ g/mol \cdot 0{,}6921 \cdot \frac{1\ mol}{12\ g} = 6$

$N(N) = 104\ g/mol \cdot 0{,}2692 \cdot \frac{1\ mol}{14\ g} = 2$

%(H) = 100 - 69,21 - 26,92 = 3,87

$N(H) = 104\ g/mol \cdot 0{,}0387 \cdot \frac{1\ mol}{1\ g} = 4$

$C_6H_4N_2$

ii) $n(\text{nikotiin}) = 0{,}729\ g \cdot \frac{1\ mol}{162\ g} = 0{,}00450\ mol$

$C \Leftrightarrow BaCO_3$

$n(C) = \frac{1}{1} \cdot 8{,}86\ g \cdot \frac{1\ mol}{197\ g} \approx 0{,}0450\ mol$

$M(\text{gaas}) = 24{,}0\ dm^3/mol \cdot 1{,}167\ g/dm^3 = 28\ g/mol$, so N_2

$n(N) = \frac{2}{1} \cdot 0{,}108\ dm^3 \cdot \frac{1\ mol}{24{,}0\ dm^3} = 0{,}00900\ mol$

$m(H_2) = 0{,}729\ g - 0{,}045\ mol \cdot 12\ g/mol - 0{,}0045\ mol \cdot 28\ g/mol =$

$= 0{,}729\ g - 0{,}540\ g - 0{,}126\ g = 0{,}063\ g$

$n(H) = 0{,}063\ g \cdot \frac{1\ mol}{1\ g} = 0{,}063\ mol$

Nikotiini molekulide, süsiniku, lämmastiku ja vesiniku aatomite moolide arvud suhtuvad nagu 0,0045 : 0,045 : 0,090 : 0,063.

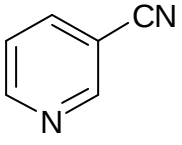
Ühes molekulis nikotiinis on süsinikku $\frac{0{,}045}{0{,}0045} = 10$ aatomit

lämmastikku $\frac{0{,}0090}{0{,}0045} = 2$ aatomit

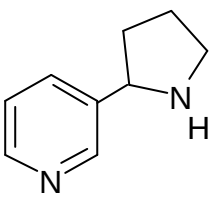
vesinikku $\frac{0{,}063}{0{,}0045} = 14$ aatomit

$C_{10}H_{14}N_2$

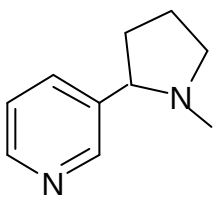
b)



A

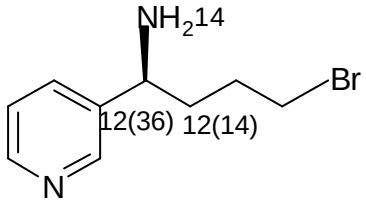


C

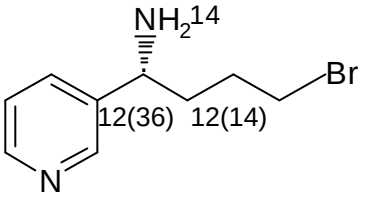


nikotiin

c)



S-isomeer



R-isomeer

4. a) i) M(gaaside segu) = 1,674 g/dm^3 · 22,4 dm^3/mol = 37,5 g/mol

0,75 · M(F) + 0,25 · 30 g/mol = 37,5 g/mol

M(F) = **40,0 g/mol**

ii) N(C) = 40,0 g/mol · 0,90 · $\frac{1\ \text{mol}}{12\ \text{g}}$ = **3**

b) **A** – $CuCl_2$, vask(II)kloriid

B – $H[CuCl_2]$, vesinikdiklorokupraat(I)

C – CuCl, vask(I)kloriid

D – $[Cu(NH_3)_2]Cl$, diammiinvask(I)kloriid

E – CuO, vask(II)oksiid

F – $CH_3C{\equiv}CH$, propüün

G – $CH_3C{\equiv}CCu$, 1-vask(I)propüün

H – Cu_2SO_4, vask(I)sulfaat

I- Cu, vask

J – $CuSO_4$, vask(II)sulfaat

K – $Cu(NO_3)_2$, vask(II)nitraat

c) i) $2CuCl_2 + SO_2 + 2H_2O = 2H[CuCl_2] + H_2SO_4$

A **B**

ii) $CuCl + 2NH_3 = [Cu(NH_3)_2]Cl$

C **D**

iii) $4[Cu(NH_3)_2]Cl + 7O_2 = 4CuO + 4N_2 + 4HCl + 10H_2O$

D **E**

iv) $[Cu(NH_3)_2]Cl + CH_3C{\equiv}CH = CH_3C{\equiv}CCu + NH_3 + NH_4Cl$

D **F** **G**

v) $2CH_3C{\equiv}CCu + H_2SO_4 = 2CH_3C{\equiv}CH + Cu + CuSO_4$

G **F** **I** **J**

^0t

vi) $2CuSO_4 = 2CuO + 2SO_2 + O_2$

J **E**

vii) $CuO + 2HCl = CuCl_2 + H_2O$

E **A**

viii) $3CH_3C{\equiv}CCu + 7HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + NO + 3CH_3C{\equiv}CH + 2H_2O$

K

5. a) i) $Fe + 6HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$

ii) Tsingi reaktsioonil väävelhappega tekib atomaarne vesinik, mis redutseerib raud(III) raud(II)-ks: $Fe^{3+} + H = Fe^{2+} + H^+$

Peale selle redutseerib rauda ka tsink, kui aktiivne metall: $Zn + 2Fe^{3+} = Zn^{2+} + 2Fe^{2+}$.

iii) $2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 = 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$

iv) $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ = 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

b) i) $c(H_2C_2O_4) = 1{,}0860\ \text{g} \cdot \frac{1\ \text{mol}}{126{,}05\ \text{g}} \cdot \frac{1}{0{,}1000\ \text{dm}^3} = 0{,}086156\ \text{mol/dm}^3 \approx$

$\approx$ **0,08616 M**

ii) $c(KMnO_4) = \frac{2}{5} \cdot 0{,}01000\ \text{dm}^3 \cdot 0{,}08616\ \text{mol/dm}^3 \cdot \frac{1}{0{,}02225\ \text{dm}^3} =$

$= 0{,}015488\ \text{mol/dm}^3 \approx$ **0,01549 M**

c) $\%(Fe) = \frac{5}{1} \cdot \frac{0{,}250\ \text{dm}^3}{0{,}0100\ \text{dm}^3} \cdot 0{,}01775\ \text{dm}^3 \cdot 0{,}01549\ \text{mol/dm}^3 \cdot$

$\cdot\ 55{,}847\ \text{g/mol} \cdot \frac{1}{2{,}09276\ \text{g}} \cdot 100 = 91{,}658\% \approx$ **91,8%**

*****Andmed Kaali meteoriidi kohta on pärit leheküljelt http://www.muinas.ee/ecp/kaali/index.html

6. a) $Zn \mid ZnSO_4 \parallel CuSO_4 \mid Cu$

b) i) töötamisel on katoodiks (+) $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$
ja anoodiks (-) $Zn = Zn^{2+} + 2e^-$

ii) laadimisel on katoodiks (-) $Zn^{2+} + 2e^- = Zn$
anoodiks (+) $Cu = Cu^{2+} + 2e^-$

c) i) $E_{Zn^{2+}/Zn} = -0{,}736\ \text{V} + \frac{0{,}059\ \text{V}}{2} \lg 0{,}1 =$ **-0,766 V**

$E_{Cu^{2+}/Cu} = 0{,}337\ \text{V} + \frac{0{,}059\ \text{V}}{2} \lg 0{,}5 =$ **0,328 V**

ii) EMJ = 0,328 V - (-0,766) V = **1,094 V**

d) i) Elemendi EMJ saab suurendada Zn^{2+} kontsentratsiooni vähendamise või Cu^{2+} kontsentratsiooni suurendamisega, sest sel juhul $E_{Zn^{2+}/Zn}$ väheneb ja $E_{Cu^{2+}/Cu}$ suureneb.

ii) Elemendi EMJ väheneb, kui anoodprotsessi saadusaine (Zn^{2+}) kontsentratsioon suureneb ja katoodprotsessi lähteaine (Cu^{2+}) kontsentratsioon väheneb.