2012/2013 õ.a keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused. 12. klass

1. a)Br esineb igas molekulis 1 aatom seega on 2 võimalikku isotoopkoostisega molekule broomi järgi. 6 süsinikku võib esineda seitsmel erineval moel ^{12}C:^{13}C – 6:0, 5:1, 4:2, 3:3, 2:4, 1:5, 0:6. 6 vesiniku puhul on sarnaselt 6 erinevat võimalust isotoopkoostise esinemise kohta. Seega, kolme elemendi peale kokku on võimalik leida 2 · 7 · 6 = 84 erineva isotoopkoostisega iooni.

b) ^{79}Br-$^{12}C_6{}^1H_5{}^+$ *m/z*=157 p=0.507*(0,989)^6*(0,9999)^5=0,474

^{79}Br-$^{12}C_5{}^{13}C_1{}^1H_5{}^+$ *m/z*=158

p=0,507*(0,989)^5*6*(0.011)^1*(0.9999)^5=0,032

^{81}Br-$^{12}C_6{}^1H_5{}^+$ *m/z*=159 p=0.493*(0,989)^6*(0,9999)^5=0,461

^{81}Br-$^{12}C_5{}^{13}C_1{}^1H_5{}^+$ *m/z*=160

p=0,493*(0,989)^5*6*(0.011)^1*(0.9999)^5=0,031

Seega leidub kõige enam ionisatsioonikambris iooni ^{79}Br-$^{12}C_6H_5{}^+$ (47,4% kõigist ioonidest).

2. a) 0,413 K = 1,86 K×kg/mol × 2 g/M(ühend C) × 1/0,1 kg

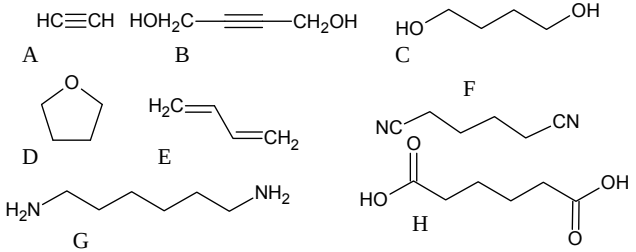
M(ühend C) = 1,86 K×kg/mol × 2 g × 1/0,1 kg × 1/0,413 K = 90,1 g/mol

n(C) = 90,1 g × 0,533 ×1mol / 12 g = 4 mol

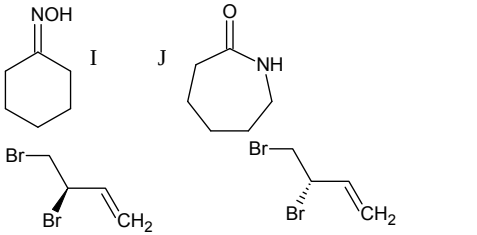
n(H) = 90,1 g × 0,112 ×1mol / 1g = 10 mol

n(O) = 90,1 g × (1 – 0,533 – 0,112) × 1mol / 16 g = 2 mol

Ühend C on $C_4H_{10}O_2$



b)



c)

d)

3. a) i) Glükoos ehk süsivesikud: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

ΔH^0_c = 6*(-286) + 6*(-394) – (-1271) = -2809 kJ mol^{-1} / 180 g mol^{-1} *10^3 g/kg = **-15,6 MJ kg^{-1}**

ii) Heksadekaanhape ehk rasvad: $C_{16}H_{32}O_2 + 23O_2 \rightarrow 16CO_2 + 16H_2O$

ΔH^0_c = 16*(-286) + 16*(-394) – (-848) = -10032 kJ mol^{-1} / 256,4 g mol^{-1} *10^3 g/kg = **-39,2 MJ kg^{-1}**

iii) Alaniin esindab valkude koostist: $C_3H_7NO_2 + 3{,}75O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3{,}5H_2O + 0{,}5N_2$

ΔH^0_c = 3,5*(-286) + 3*(-394) – (-560) = -1623 kJ mol^{-1} / 89 g mol^{-1} *10^3 g/kg = **-18,2 MJ kg^{-1}**

Rasvade ja valkude metabolism pole küll nii kiire, et sportimise ajal sellest kogu energia saaks, mistõttu reaalsuses tuleb ikka süsivesikuid tarbida.

b) i) Kulunud energia: 200 W (J s^{-1}) *1/0,24 *3600 sek h^{-1} *5,5 h *10^{-6} MJ J^{-1} = **16 MJ**

ii) saiapätse: 16,5 MJ / ((15,6 MJ kg^{-1} * 0.6) / 320 g * 10^{-3} kg/g) = **5,5** saiapätsi

iii) seapekki (rasva): 16,5 MJ / 39,4 MJ kg^{-1} = **420 g**

iv) tailiha (valku): 16,5 MJ / 18,2 MJ kg^{-1}= **910 g**

c) i) Glükoos: ΔS^0 = 6*(189) + 6*(214) – 209 = 2209 J K^{-1} mol^{-1}/ 180 g mol^{-1} *10^3 g/kg = -12300 J K^{-1} kg^{-1}

Heksadekaanhape: ΔS^0 = 16*(189) + 16*(214) – 452 = 5996 J K^{-1} mol^{-1} / 256,4 g mol^{-1} *10^3 g/kg = 23400 J K^{-1} kg^{-1}

Alaniin: ΔS^0 = 3,5*(189) + 3*(214) – 119 = 1184,5 J K^{-1} mol^{-1} / 89 g mol^{-1} *10^3 g/kg = 13309 J K^{-1} kg^{-1}

Jukul on 75 kg * 0,4%/100% = 0,3 kg süsivesikuid, 9 kg rasva ja 15 kg valku.

ΔS^0 = 0,3 kg*12300 J K^{-1} kg^{-1} + 9 kg *23600 J K^{-1} kg^{-1} + 15 kg *13310 J K^{-1} kg^{-1}= **414000 J K^{-1}**

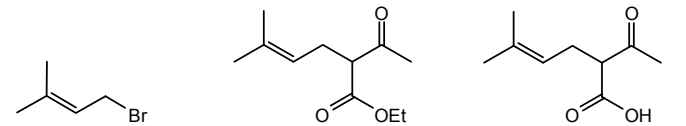
ii) ΔH^0 = 0,3 kg *(-15,6 MJ kg^{-1}) + 9 kg *(-39,2 MJ kg^{-1}) + 15 kg *(-18,2 MJ kg^{-1}) = **-630 MJ**

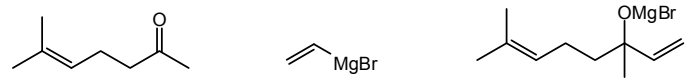
iii) ΔG = -630 *10^6 J – 310 K*414000 J K^{-1} = **-759 MJ ehk -800 MJ**

iv) K = $e^{-\Delta G/RT} = e^{310000} = \infty$

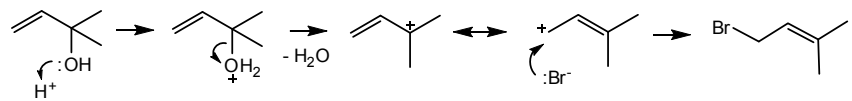
v) Lähtuvalt suurest positiivsest entroopiast, negatiivsest Gibbsi energiast ja lõpmatult suurest tasakaalukonstandist, peaks Juku iseeneslikult ära lagunema. Need on aga ainult termodünaamilised väärtused, tegelikult on nendel reaktsioonidel tavatemperatuuril väike kiirus ja need praktiliselt ei kulge iseeneslikult.

4. a)





b)



c) Victor Grignard

5. a) A – NH_3 – ammoniaak

B – $NaNH_2$ – naatriumamiid

C – NaN_3 – naatriumasiid

D – HN_3 – vesinikdinitridonitraat, vesinikasiid
E – $H_2N\text{-}NH_2$ – hüdrasiin
X – H_2 – vesinik
Y – N_2 – lämmastik
Z – $[N_2H_5^+][N_3^-]$ – hüdrasiin asiid

b) $2NH_3 + 2Na \rightarrow 2NaNH_2 + H_2$
$2NaNH_2 + N_2O \rightarrow NaN_3 + NaOH + NH_3$
$NaN_3 + HCl \rightarrow NaCl + HN_3$
$N_2H_4 + HN_3 \rightarrow [N_2H_5^+][N_3^-]$
$12[N_2H_5^+][N_3^-] \rightarrow 3N_2H_4 + 16NH_3 + 19N_2$
$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$
$2NH_3 + H_2O_2 \rightarrow N_2H_4 + 2H_2O$
$(NH_2)_2CO + NaOCl + 2NaOH \rightarrow N_2H_4 + H_2O + NaCl + Na_2CO_3$

6. a) $M(C) = 29 \times 2{,}45 = 71$ (1p)

C – Cl_2 kloor (1p)

b) X – Au, kuld. Metallilisel kujul on stabiilne, enamike ainetega ei reageeri ning omab enamikest metallidest erinevat värvust. (1p)

B – NO, lämmastikmonooksiid (1p)

c) $Au + 4\ HCl + HNO_3 \rightarrow H[AuCl_4] + NO + 2\ H_2O$ (1p)
$2\ Au + 2\ HCl + 3\ Cl_2 \rightarrow 2\ H[AuCl_4]$ (1p)
$H[AuCl_4] + 2\ (CH_3)_2S + H_2O \rightarrow [(CH_3)_2SAu]Cl + 3\ HCl + (CH_3)_2SO$ (1p)
$[(CH_3)_2SAu]Cl + (C_6H_5)_3P \rightarrow [(C_6H_5)_3PAu]Cl + (CH_3)_2S$ (1p)
$2\ [(CH_3)_2SAu]Cl + H_2O \rightarrow 2\ Au + 2\ (CH_3)_2SO + 2\ HCl$ (1p)

(9p)