Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

OLIMPIJADA ZNANJA 2016.

Rješenja zadataka iz **HEMIJE** za **II** razred srednje škole

1. Na nekoj temperaturi konstanta disocijacije bromovodonika na elemente u njihovom najstabilnijem stanju iznosi 4. Sve komponente sistema su u gasovitom stanju. Koliko procenata prvobitno prisutnog bromovodonika disosuje na ovoj temperaturi?

Rješenje:

$2HBr \rightarrow H_2 + Br_2$

$[HBr] = c - \omega \cdot c \quad [H_2] = [Br_2] = \frac{1}{2} \cdot \omega \cdot c$ ..... 2 boda

$$K = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2}$$ ..... 2 boda

$$K = \frac{(1/2 \cdot \omega \cdot c)^2}{(c - \omega c)^2} = \frac{1/4 \cdot \omega^2 \cdot c^2}{c^2 \cdot (1-\omega)^2} = \frac{1/4 \cdot \omega^2}{1 - 2 \cdot \omega + \omega^2} = 4$$ ..... 2 boda

$\omega = 0.80 = 80\%$ ..... 2 boda

ukupno: **8 bodova**

2. U koliko grama vode treba rastvoriti 10 g $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ da bi se dobio rastvor u kome je maseni udio natrijum-sulfata $\omega = 0.05$?
Ar(Na)=23; Ar(S)=32, Ar(O)=16; Ar(H)=1.

Rješenje:

$Mr(Na_2SO_4) = 142 \quad Mr(Na_2SO_4 \cdot 10H_2O) = 322$

$$\omega = \frac{m(Na_2SO_4)}{m(Na_2SO_4 \cdot 10H_2O) + m(H_2O)}$$ ..... 2 boda

$$m(Na_2SO_4) = \frac{m(Na_2SO_4 \cdot 10H_2O) \cdot Mr(Na_2SO_4)}{Mr(Na_2SO_4 \cdot 10H_2O)} = 4.41g$$ ..... 2 boda

$$0.05 = \frac{4.41g}{10g + m(H_2O)}$$ ..... 2 boda

$m(H_2O)=78.2g$ ..... 2 boda

ukupno**: 8 bodova**

3. Koje od navedenih soli grade vodene rastvore koji reaguju bazno:
a) $(NH_4)_2SO_4$ b) CH_3COONH_4 c) $CaCO_3$ d) $NaNO_2$ e) $KHCO_3$
$Ka(NH_4^+)=5\cdot10^{-10}$ $Ka(CH_3COONH_4)=2\cdot10^{-5}$

Rješenje:

d) i e) 2 x 3 = **6 bodova**

4. Smješa kalijum-hlorida i kalijum-bromida mase 3.595 g zagrijavana je sa hlorom, tako da je u smješi cjelokupan kalijum-bromid prešao u kalijum-hlorid. Ukupna masa kalijum-hlorida poslije reakcije je iznosila 3.129 g. Izračunati masu kalijum-bromida u smjesi. Ar(K)=39; Ar(Cl)=35.5; Ar(Br)=80.

Rješenje:

Mr(KBr)=119 Mr(KCl)=74.5

$2KBr + Cl_2 \rightarrow 2KCl + Br_2$ ..... 2 boda

$m_1(KCl)$ – masa KCl u početnoj smjesi; $m_2(KCl)$ – masa KCl nastala iz KBr u početnoj smjesi: $m_1(KCl) + m(KBr) = 3.595g$

nakon reakcije: $m_1(KCl) + m_2(KCl) = 3.129g$ ..... 2 boda

Iz reakcije slijedi: $M(KBr) : M(KCl) = m(KBr) : m_2(KCl)$
$m_2(KCl) = M(KCl)/M(KBr)\cdot m(KBr)=0.626 \cdot m(KBr)$ ..... 2 boda

$m_1(KCl) + m(KBr) = 3.595g$
$m_1(KCl) + 0.626 \cdot m(KBr) = 3.129g$ ..... 2 boda
nakon sređivanja:
$m(KBr)=1.25g$ ..... 2 boda

ukupno: **10 bodova**

5. Napisati formule anhidrida sledećih kiselina: a) $H_4P_2O_7$, b) $HClO_2$, c) H_3AsO_4

Rješenje:

a) P_4O_{10} ili P_2O_5, b) Cl_2O_3, c) As_2O_5 3 x 2 = **6 bodova**

6. U 30%-tni rastvor kalijum-hidroksida rastvoren je elementarni aluminijum. U nastali rastvor polako je dodata 20%-na hlorovodonična kiselina.
a) Napisati hemijsku jednačinu rastvaranja elementarnog aluminijuma u alkaliji;
b) Napisati jednačinu reakcije koja se odvija pri dodavanju viška kiseline u dobijeni alkalni rastvor.

Rješenje:

a) $Al + KOH + 3H_2O \rightarrow K[Al(OH)_4] + 3/2H_2\uparrow$ ..... 3 boda
b) $K[Al(OH)_4] + HCl \rightarrow KCl + Al(OH)_3\downarrow + H_2O$

$Al(OH)_3\downarrow + 3HCl \rightarrow AlCl_3 + 3H_2O$

ili

$K[Al(OH)_4] + 4HCl \rightarrow KCl + AlCl_3 + 4H_2O$ ..... 3 boda

ukupno: **6 bodova**

7. Katjon kobalta ima naelektrisanje +2 i 25 elektrona. Napisati elektronsku konfiguraciju atoma kobalta i odrediti u kojoj grupi i u kojoj periodi se nalazi kobalt u periodnom sistemu?

Rješenje:

$_{27}Co – 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$ ..... 3 boda
9. grupa i 4. perioda ..... 3 boda

ukupno**: 6 bodova**

8. Neki uzorak mangan-oksida mase 542.3 g ima odnos broja atoma Mn:O 1.00 : 1.42 i sastoji se od Mn_2O_3 i MnO. Kolika je masa Mn_2O_3 u uzorku?
Ar(Mn)=55; Ar(O)=16.

Rješenje:

u $Mr(Mn_2O_3)$ ima 2 mol atoma Mn i 3 mol atoma O
a u $m(Mn_2O_3)$ ima x_1 mol atoma Mn i y_1 mol atoma O ..... 2 boda

$$N(Mn/Mn_2O_3) = \frac{2 \cdot m(Mn_2O_3)}{Mr(Mn_2O_3)}$$

$$N(O/Mn_2O_3) = \frac{3 \cdot m(Mn_2O_3)}{Mr(Mn_2O_3)}$$

..... 2 boda

u Mr(MnO) ima 1 mol atoma Mn i 1 mol atoma O
a u m(MnO) ima x_2 mol atoma Mn i y_2 mol atoma O

$$N(Mn/MnO) = \frac{m(MnO)}{Mr(MnO)}$$

$$N(O/MnO) = \frac{m(MnO)}{Mr(MnO)}$$

..... 2 boda

N(Mn)=N(Mn iz Mn_2O_3) + N(Mn iz MnO)
N(O)=N(O iz Mn_2O_3) + N(O iz MnO)

$$N(Mn) = \frac{2 \cdot m(Mn_2O_3)}{Mr(Mn_2O_3)} + \frac{m(MnO)}{Mr(MnO)}$$

$$N(O) = \frac{3 \cdot m(Mn_2O_3)}{Mr(Mn_2O_3)} + \frac{m(MnO)}{Mr(MnO)}$$

..... 2 boda

uz uslov N(Mn)/N(O)=1/1.42 i uz smjenu: $m(Mn_2O_3) + m(MnO) = 542.3g$
dobija se: $m(Mn_2O_3)=463g$

..... 2 boda

ukupno: **10 bodova**

9. U 250 cm^3 vodenog rastvora nalazi se rastvoreno 10.0 g natrijum-hidrogenkarbonata. Koliko iznosi pH rastvora? $K_{a1}(H_2CO_3) = 4.5 \cdot 10^{-7}$ $moldm^{-3}$.
Ar(Na)=23; Ar(C)=12; Ar(O)=16; Ar(H)=1.

Rješenje:

$NaHCO_{3(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)}$
$HCO_3^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2CO_{3(aq)} + OH^-_{(aq)}$ ..... 2 boda

$M(NaHCO_3)=84$
$n(NaHCO_3) = n(HCO_3^-) = n / V = 0.119mol$
$c(HCO_3^-) = n / V = 0.476$ $moldm^{-3}$ ..... 2 boda

$K_b = K_w / K_{a1} = 2.22 \cdot 10^{-7}$ $moldm^{-3}$ ..... 2 boda

$c(H_2CO_3) = c(OH^-) = x$

$$K_b = \frac{c(H_2CO_3) \cdot c(OH^-)}{c(HCO_3^-)} = \frac{x^2}{c(HCO_3^-)} = 2.22 \cdot 10^{-7}\, moldm^{-3}$$

$$x = \sqrt{K_b \cdot c(HCO_3^-)} = \sqrt{2.22 \cdot 10^{-7} \cdot 0.476}$$ ..... 2 boda

$x = c(OH^-) = 3.25 \cdot 10^{-4}$ $moldm^{-3}$
$pOH = 3.48$
$pH = 10.52$ ..... 2 boda

ukupno: **10 bodova**

10. Za neutralizaciju 0.2012 g neke diprotonske kiseline troši se 10.20 cm^3 rastvora NaOH. 15.30 cm^3 istog rastvora NaOH neutrališe 10.00 cm^3 rastvora H_2SO_4, koncentracije 0.2 $moldm^{-3}$. Izračunati relativnu molekulsku masu nepoznate kiseline.

Rješenje:

$H_2A + 2NaOH \rightarrow Na_2A + H_2O$ ..... 2 boda

$n(H_2A) : n(NaOH) = 1 : 2$
$n(H_2A) = ½ \cdot n(NaOH) = ½ \cdot c(NaOH) \cdot V(NaOH)$ ..... 2 boda
c(NaOH) ćemo izračunati iz reakcije sa sumpornom kiselinom

$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

$n(NaOH) : n(H_2SO_4) = 2 : 1$
$n(NaOH) = 2 \cdot n(H_2SO_4)$ odnosno
$c(NaOH) \cdot V(NaOH) = 2 \cdot c(H_2SO_4) \cdot V(H_2SO_4)$

$$c(NaOH) = \frac{2 \cdot c(H_2SO_4) \cdot V(H_2SO_4)}{V(NaOH)} = \frac{2 \cdot 0.2 \cdot 10.0}{15.3}$$

$c(NaOH) = 0.2614\ moldm^{-3}$ ..... 2 boda

vratimo se izrazu za izračunavanje broja mola nepoznate kiseline
$n(H_2A) = ½ \cdot c(NaOH) \cdot V(NaOH)$
$n(H_2A) = ½ \cdot 0.2614\ moldm^{-3} \cdot 10.20 \cdot 10^{-3}\ dm^3$
$n(H_2A) = 1.33 \cdot 10^{-3}\ mol$
$n(H_2A) = m(H_2A) / Mr(H_2A)$ ..... 2 boda
$Mr(H_2A) = m(H_2A) / n(H_2A) = 0.2012 / 1.33 \cdot 10^{-3}$
$Mr(H_2A) = 151.28$ ..... 2 boda
ukupno: **10 bodova**

11. Koliko grama gvožđe(II)-hlorida reaguje sa 2.94 g kalijum-dihromata u prisustvu hlorovodonične kiseline ako oksidacioni brojevi gvožđa i hroma u nastalim jedinjenjima iznose +3? Ar(Fe)=56; Ar(Cl)=35.5; Ar(K)=39; Ar(Cr)=52.

Rješenje:

$FeCl_2 + K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow FeCl_3 + CrCl_3 + KCl + H_2O$ ..... 2 boda

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$ / ·6
$2Cr^{6+} + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+}$ / ·1 ..... 2 boda

$6FeCl_2 + K_2Cr_2O_7 + 14HCl \rightarrow 6FeCl_3 + 2CrCl_3 + 2KCl + 7H_2O$ ..... 2 boda

$6 \cdot M(FeCl_2) : M(K_2Cr_2O_7) = m(FeCl_2) : m(K_2Cr_2O_7)$
$M(FeCl_2)=127 \quad M(K_2Cr_2O_7)=294$

$$m(FeCl_2) = \frac{6 \cdot Mr(FeCl_2) \cdot m(K_2Cr_2O_7)}{Mr(K_2Cr_2O_7)}$$ ..... 2 boda

$m(FeCl_2)=7.62g$ ..... 2 boda

ukupno: ***10 bodova***

12. Koliko puta će se smanjiti stepen disocijacije CH_3COOH u rastvoru koncentracije 0.05 $moldm^{-3}$ ako se u 100 cm^3 rastvora doda 0.082 g bezvodnog CH_3COONa?
$K(CH_3COOH) = 1.8 \cdot 10^{-5}$ Ar(Na)=23; Ar(C)=12; Ar(O)=16; Ar(H)=1.

Rješenje:

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{K_a}{c}} = \sqrt{\frac{1.8 \cdot 10^{-5}}{0.05}} = 0.019$$ ..... 2 boda

α_1 =1.9%

poslije dodavanja CH_3COONa

$$K_a = \frac{c(H^+) \cdot c(CH_3COO^-)}{c(CH_3COONa)}$$

$$c(CH_3COONa) = \frac{m}{Mr \cdot V} = 0.01 moldm^{-3}$$ ..... 2 boda

..... 2 boda

$$c(H^+) = \frac{K_a \cdot c(kiseline)}{c(soli)} = 9 \cdot 10^{-5}$$

$$\alpha_2 = \frac{c(H^+)}{c(kiseline)} = 0.0018$$ ..... 2 boda

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{1.9\%}{0.18\%} \approx 10\, puta$$

..... 2 boda

ukupno: ***10 bodova***