

**Prirodno-matematički fakultet  
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore**

**OLIMPIJADA ZNANJA 2015.**

**Zadaci iz Hemije sa rešenjima  
za II razred srednje škole**

- 1.** Razvrstaj formule sledećih soli na normalne, kisele i bazne: KCl, NaHSO<sub>4</sub>, (MgOH)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaNO<sub>2</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CaOHCl. **(6)**

**Rješenje:**

normalne soli: KCl, NaNO<sub>2</sub>

kisele soli: NaHSO<sub>4</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

bazne soli: (MgOH)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaOHCl.

- 2.** a) Koje od navedenih kiselina mogu da grade kisele soli:

HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCN, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S

- b) Koje od navedenih soli ne podliježu hidrolizi:

NaNO<sub>2</sub>, NaNO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, CaF<sub>2</sub>, FeSO<sub>4</sub>

**(4)**

**Rješenje:**

a) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S

b) NaNO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>.

- 3.** Izračunati pH rastvora H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, koncentracije  $1 \cdot 10^{-9}$  mol/dm<sup>3</sup>. **(10)**

**Rješenje:**

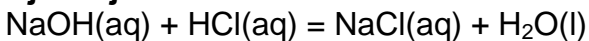
U rastvorima kiselina većih koncentracija, jonizacija vode je suzbijena, saglasno Le Šateljiovom principu, pa se koncentracija H<sup>+</sup> jona, dobijenih jonizacijom vode, ne uzima u obzir. Međutim, u rastvorima kiselina ovako malih koncentracija mora se uzeti u obzir i koncentracija H<sup>+</sup> jona nastalih jonizacijom vode:

$$\begin{aligned} [\text{H}^+](\text{ukupno}) &= [\text{H}^+](\text{iz vode}) + [\text{H}^+](\text{iz H}_2\text{SO}_4) \\ [\text{H}^+](\text{ukupno}) &= 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 + 1 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \text{ mol/dm}^3 = 1,02 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \\ \text{pH} &= -\log(1,02 \cdot 10^{-7}) = \underline{6,99} \end{aligned}$$

- 4.** Izračunati zapreminu 20 %-tnog rastvora NaOH, gustine 1,22 g/cm<sup>3</sup>, potrebnu za potpunu neutralizaciju 50 cm<sup>3</sup> rastvora HCl koncentracije 0,2 mol/dm<sup>3</sup>.

M(NaOH) = 40 g/mol

**(10)**

**Rješenje:**

Količina HCl je:

$$n = c \cdot V = 0,2 \text{ mol/dm}^3 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 0,01 \text{ mol}$$

Iz reakcije se vidi da je:  $n(\text{NaOH}) : n(\text{HCl}) = 1:1$ , pa je potrebna količina NaOH, takođe 0,01 mol.

$$m(\text{NaOH}) = 0,01 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = 0,4 \text{ g NaOH.}$$

Rastvor je 20 %-tni, pa će biti:

$$20 \text{ g (NaOH)} : 100 \text{ g (rastvora)} = 0,4 \text{ g (NaOH)} : x \text{ g (rastvora)}$$

$$x = 2 \text{ g rastvora}$$

Zapremina rastvora je:

$$V = m/\rho = 2 \text{ g} / 1,22 \text{ gcm}^{-3} = \underline{1,64 \text{ cm}^3}$$

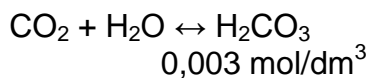
**5.** Izračunati pH rastvora koji je zasićen ugljen-dioksidom, ako se u  $1 \text{ dm}^3$  vode rastvara 0,132 g  $\text{CO}_2$ ?  $K_{a1} = 4,5 \cdot 10^{-7}$   $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}$

**(10)**

**Rješenje:**

Najprije treba izračunati molarnu koncentraciju:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{0,132 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 0,003 \text{ mol} \quad c(\text{CO}_2) = \frac{0,003 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 0,003 \text{ mol dm}^{-3}$$



$$0,003$$



$$0,003-x \quad x \quad x$$

$$K_{a1} = \frac{x^2}{0,003 - x}$$

$$X = \sqrt{3 \cdot 10^{-3} \cdot K_{a1}}$$

$$X = 3,67 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 = c(\text{H}^+)$$

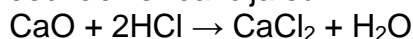
$$\underline{\text{pH} = 4,4}$$

**6.** Za rastvaranje 1,056 g čvrste smjese CaO i  $\text{CaCO}_3$  potrebno je  $10 \text{ cm}^3$  rastvora HCl koncentracije  $2,2 \text{ mol/dm}^3$ . Izračunati sastav smjese.  $M(\text{CaO}) = 56 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g/mol}$

**(10)**

**Rješenje:**

Jednačine reakcija su:



$$m(\text{CaO}) + m(\text{CaCO}_3) = 1,056 \text{ g}$$

$$n(\text{HCl}) = 10 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 2,2 \text{ mol/dm}^3 = 0,022 \text{ mol} = n_1(\text{HCl}) + n_2(\text{HCl})$$

$$\frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{n_1(\text{HCl})}{2}$$

$$\frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{n_2(\text{HCl})}{2}$$

$$\frac{1,056 - m(\text{CaO})}{100} = \frac{0,022 - n_1(\text{HCl})}{2}$$

$$1,056 - 28 n_1(\text{HCl}) = 50 (0,022 - n_1(\text{HCl}))$$

$$n_1(\text{HCl}) = 0,002 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaO}) = 0,056 \text{ g}$$

$$\omega(\text{CaO}) = 0,056/1,056 = 0,053 \cdot 100 = \underline{5,3 \%}$$

$$n_2(\text{HCl}) = 0,02 \text{ mol}$$

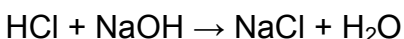
$$m(\text{CaCO}_3) = 1 \text{ g}$$

$$\omega(\text{CaCO}_3) = 1/1,056 = 0,947 \cdot 100 = \underline{94,7 \%}$$

7. U  $63,35 \text{ cm}^3$  rastvora HCl rastvoreno je  $3,00 \text{ g}$  kalcijum-karbonata, i ugljen-dioksid uklonjen kivanjem. Za titraciju viška kiseline bilo je potrebno  $3,35 \text{ cm}^3$  rastvora NaOH. U drugoj titraciji, za neutralizaciju  $46,46 \text{ cm}^3$  rastvora HCl bilo je potrebno  $43,33 \text{ cm}^3$  rastvora NaOH. Izračunati koncentracije rastvora HCl i NaOH.  $M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g/mol}$  **(10)**

### Rješenje:

Jednačine reakcija su:



$$n(\text{CaCO}_3) = 3,0/100 = 0,03 \text{ mol}, \quad n(\text{HCl}) = 2 \cdot 0,03 = 0,06 \text{ mol}$$

$$0,06 \text{ mol} + 3,35 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 c(\text{NaOH}) = 63,35 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 c(\text{HCl}) \quad (1)$$

S obzirom na drugu titraciju važi odnos:

$$43,33 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 c(\text{NaOH}) = 46,46 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 c(\text{HCl}), \text{ odakle slijedi:}$$

$c(\text{NaOH}) = 1,07 c(\text{HCl})$ , pa kad ovo uvrstimo u jednačinu (1) dobijamo:

$$0,06 \text{ mol} + 3,35 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 1,07 c(\text{HCl}) = 63,35 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 c(\text{HCl})$$

$$c(\text{HCl}) = \underline{0,9961 \text{ mol/dm}^3} \text{ i}$$

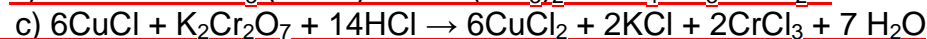
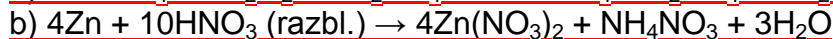
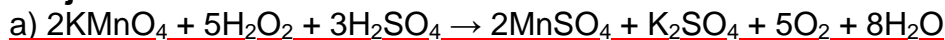
$$c(\text{NaOH}) = \underline{1,0658 \text{ mol/dm}^3}$$

8. Odrediti koeficijente i završiti sledeće reakcije oksido-redukcije:

- a)  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \dots + \text{O}_2 + \dots$
- b)  $\text{Zn} + \text{HNO}_3 (\text{razbl.}) \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- c)  $\text{CuCl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \dots + \dots + \dots$
- d)  $\text{Fe} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \dots$

(4·5 =20)

**Rješenje:**



9. 10 g smjese gvožđe(II)-sulfata i gvožđe(III)-sulfata je reagovalo sa 1,58 g kalijum-permanganata u kiseloj sredini. Izračunati masu gvožđe(II)-sulfata i gvožđe(III)-sulfata u smjesi.

$$M(\text{FeSO}_4) = 152 \text{ g/mol} \quad M(\text{KMnO}_4) = 158 \text{ g/mol}$$

(10)

**Rješenje:**

$$m(\text{FeSO}_4) + m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 10 \text{ g}$$

Sa kalijum-permanganatom u kiseloj sredini reaguje jedino gvožđe(II)-sulfat po reakciji:



$$\text{pa je: } 10 \cdot 152 : 2 \cdot 158 = x : 1,58$$

$$x = \underline{7,6 \text{ g}} = m(\text{FeSO}_4)$$

$$m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 10 - 7,6 = \underline{2,4 \text{ g}}$$

10. Izračunajte konstantu ravnoteže reakcije:  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$ , koja se odigrava u zatvorenom sudu na konstantnoj temperaturi. Početne koncentracije reaktanata su:  $[\text{SO}_2] = 80 \text{ mol/m}^3$  i  $[\text{O}_2] = 60 \text{ mol/m}^3$ . U trenutku uspostavljanja ravnoteže, u smjesi je ostalo neproreagovano 20 % (molskih) početne količine  $\text{SO}_2$ .

(10)

**Rješenje:**

Iz reakcije slijedi da se od 2 mol  $\text{SO}_2$ , dobije 2 mol  $\text{SO}_3$ , pa kako je reagovalo 80 % početne količine  $\text{SO}_2$ , tj.  $80 \text{ mol/m}^3 \cdot 0,8 = 64 \text{ mol/m}^3$ , nastaje  $64 \text{ mol/m}^3 \text{ SO}_3$ . Za tu količinu  $\text{SO}_2$  reaguje upola manja količina kiseonika, tj.  $32 \text{ mol/m}^3$ .

U stanju ravnoteže će biti:

$$[\text{SO}_2] = 80 \text{ mol/m}^3 - 64 \text{ mol/m}^3 = 16 \text{ mol/m}^3$$

$$[\text{O}_2] = 60 \text{ mol/m}^3 - 32 \text{ mol/m}^3 = 28 \text{ mol/m}^3$$

$$[\text{SO}_3] = 64 \text{ mol/m}^3$$

$$K_c = [\text{SO}_3]^2 / [\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2] = (64 \text{ mol/m}^3)^2 / (16 \text{ mol/m}^3)^2 (28 \text{ mol/m}^3) = \underline{0,57 \text{ m}^3/\text{mol}}$$