

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

**OLIMPIJADA ZNANJA 2023.**

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

**1.** Pri potpunom sagorijevanju 1,88g nepoznatog organskog jedinjenja koje sadrži brom dobijeno je 0,88 g ugljenik(IV)-oksida i 0,36g vode. Prevođenjem ukupne mase broma koji se nalazi u uzorku u bromid srebra u reakciji sa rastvorom srebro-nitrata dobijeno je 3,76 g srebro-bromida. Gustina pare nepoznatog organskog jedinjenja prema vodoniku iznosi 94. Odrediti molekulsku formulu nepoznatog organskog jedinjenja.  $Ar(Br)=79,9; Ar(O)=16; Ar(Ag)=107,9; Ar(C)=12$ .

**Rješenje:**

$Mr(CO_2) = 44$   
44g  $CO_2$  : 12g C = 0,88g  $CO_2$  : x ..... 2 boda  
 $X = 0,24g$  C

$Mr(H_2O) = 18$   
18g  $H_2O$  : 2g H = 0,36 g  $H_2O$  : x ..... 2 boda  
 $X = 0,04g$  H

$Mr(AgBr) = 187,8$   
187,8g AgBr : 79,9g Br = 3,76 g AgBr : x ..... 2 boda  
 $X = 1,6g$  Br

C : H : Br = 0,24/12 : 0,04/1 : 1,6/79,9 ..... 2 boda

C : H : Br = 0,02 : 0,04 : 0,02 / 0,02

C : H : Br = 1 : 2 : 1

Formula jedinjenja je  $CH_2Br$  ( $M=94$  g/mol) ..... 1 bod  
Gustina pare ovog jedinjenja prema vodoniku je 94, pa nalazimo da je stvarna molarna masa jedinjenja:

$Mr(C_xH_yBr_z) = 2 \cdot 94 = 188$  g/mol, tako da je molekulska formula traženog jedinjenja  $C_2H_4Br_2$   
..... 1 bod

Ukupno: **10 bodova**

**2.** Izvesti formulu kristalohidrata kalcijum-hlorida, ako je poznato da 10,95 g kristalohidrata pri dehidrataciji izgubi 5,4 g vode.  $Ar(Ca)=40; Ar(Cl)=35,5; Ar(O)=16; Ar(H)=1$ .

**Rješenje:**

$$Mr(\text{CaCl}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}) = 111 + 18x \quad Mr(x\text{H}_2\text{O}) = 18x$$

$$(111 + 18x) : 18x = 10,95 : 5,40 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$5,4 (111 + 18x) = 10,95 \cdot 18x$$

$$599,4 + 97,2x = 197,1x \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$99,9x = 599,4$$

$$x = 6 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$\text{formula kristalohidrata je } \text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

**Ukupno: 8 bodova**

**3.** Koje od navedenih elektronskih konfiguracija nijesu moguće? Objasniti zašto.

a)  $1p^4$ ; b)  $4p^6$ ; c)  $2s^2$ ; d)  $4s^2$ ; e)  $2s^3$ ; f)  $2d^3$ ; g)  $4d^2$ ; h)  $3p^4$ ; i)  $4p^7$ ; j)  $3f^{11}$ .

a) Ako je  $n=1$ ,  $l=0$  dok je za p orbitalu  $l=1$  ..... 2 boda

e) Maksimalan broj elektrona u s orbitali je 2 ..... 2 boda

f) Ako je  $n=2$ ,  $l=0$  ili 1 dok je za d orbitalu  $l=2$  ..... 2 boda

i) Maksimalan broj elektrona u p orbitalama je 6 ..... 2 boda

j) Ako je  $n=3$ ,  $l=0, 1$  ili 2 dok je za f orbitalu  $l=3$  ..... 2 boda

**Ukupno: 10 bodova**

**4.** Destilacijom 80% nitratne kiseline dobijaju se dva rastvora. Koncentracija jednog rastvora je 68%, a drugog 98%. Koji je odnos masa dobijena dva rastvora? Svi procenti navedeni u zadatku su maseni,  $Ar(\text{H})=1$ ;  $Ar(\text{N})=14$ ;  $Ar(\text{O})=16$ .

**Rješenje:**

$$w_0 = \frac{m_{s1} + m_{s2}}{m_{r1} + m_{r2}} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$w_0 = \frac{w_1 m_{r1} + w_2 m_{r2}}{m_{r1} + m_{r2}} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$0,8 = \frac{0,98 m_{r1} + 0,68 m_{r2}}{m_{r1} + m_{r2}} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$\frac{m_{r1}}{m_{r2}} = \frac{m(68\%)}{m(98\%)} = 1,5 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

**Ukupno: 8 bodova**

**5.** Napisati formule oksida koji su anhidridi sledećih kiselina: a)  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ , b)  $\text{H}_4\text{XeO}_6$ , c)  $\text{H}_4\text{Re}_2\text{O}_9$ , d)  $\text{HNO}_3$ .

**Rješenje:**

- |                              |              |
|------------------------------|--------------|
| a) $\text{As}_2\text{O}_3$ , | ..... 2 boda |
| b) $\text{XeO}_4$ ,          | ..... 2 boda |
| c) $\text{Re}_2\text{O}_7$ , | ..... 2 boda |
| d) $\text{N}_2\text{O}_5$ .  | ..... 2 boda |

Ukupno: **8 bodova**

**6.** Izračunati procentni sadržaj sulfatne kiseline u rastvoru gustine  $1,6 \text{ g/cm}^3$  ako se zna da  $5 \text{ cm}^3$  ovog rastvora neutrališe  $50 \text{ cm}^3$  rastvora natrijum-hidroksida, koncentracije  $2,25 \text{ mol/dm}^3$ .  $\text{Ar}(\text{H})=1$ ;  $\text{Ar}(\text{S})=32$ ;  $\text{Ar}(\text{O})=16$ .

**Rješenje:**



$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) : n(\text{NaOH}) = 1 : 2$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} n(\text{NaOH})$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 11,25 \text{ mol/dm}^3 \quad \text{..... 2 boda}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \rho(\text{H}_2\text{SO}_4) V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 8 \text{ g} \quad \text{..... 1 bod}$$

$$11,25 \text{ mol} : 1000 \text{ cm}^3 = x : 5 \text{ cm}^3$$
$$x = 5,625 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad \text{..... 2 boda}$$

$$1 \text{ mol} : 98 \text{ g} = 5,625 \cdot 10^{-2} \text{ mol} : x$$
$$x = 5,5125 \text{ g} \quad \text{..... 2 boda}$$

$$\% \text{H}_2\text{SO}_4 = 68,91\% \quad \text{..... 2 boda}$$

Ukupno: **11 bodova**

**7.** U vodenom rastvoru sirćetne kiseline koncentracije  $0,05 \text{ mol/dm}^3$  izračunati koncentraciju nedisosovane kiseline, ako je konstanta disocijacije  $1,86 \cdot 10^{-5}$ .

**Rješenje:**



$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}^+] = x$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,05 - x$$

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$K = \frac{x^2}{0,05 - x}$$

..... 2 boda

Kako je koncentracija sirćetne kiseline  $0,05 \text{ mol/dm}^3$  vrijednost  $x$  u razlici imenioca se zanemaruje pa je:

$$1,86 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,05}$$

$$x = \sqrt{1,86 \cdot 10^{-5} \cdot 0,05}$$

$$x = 9,64 \cdot 10^{-4}$$

..... 2 boda

$$x = 9,64 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}^+]$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,05 - 9,64 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 = 4,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

..... 2 boda

**Ukupno: 7 bodova**

**8.** Za koliko će se promijeniti pH-vrijednost rastvora hlorovodonične kiseline, koncentracije  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  ako se tom rastvoru doda ista zapremina natrijum-acetata, koncentracije  $0,2 \text{ mol/dm}^3$ .  
 $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

**Rješenje:**



..... 2 boda

Nastaje  $0,1 \text{ mol/dm}^3$   $\text{CH}_3\text{COOH}$  a u višku ostaje  $0,1 \text{ mol/dm}^3$   $\text{CH}_3\text{COONa}$   
 $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \rightarrow \text{pH} = 1$

..... 2 boda

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{c_k}{c_s}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

..... 2 boda

$$\text{pH} = 4,74$$

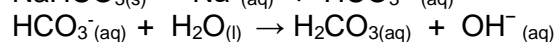
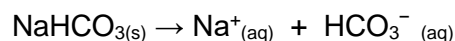
$$\text{razlika pH: } 4,74 - 1 = 3,74$$

..... 2 boda

**Ukupno: 8 bodova**

**9.** U  $250 \text{ cm}^3$  vodenog rastvora nalazi se rastvoreno  $10 \text{ g}$  natrijum-hidrogenkarbonata. Koliko iznosi pH rastvora?  $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ .  
 $\text{Ar}(\text{Na})=23$ ;  $\text{Ar}(\text{C})=12$ ;  $\text{Ar}(\text{O})=16$ ;  $\text{Ar}(\text{H})=1$ .

**Rješenje:**



..... 2 boda

$$M(\text{NaHCO}_3)=84$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{HCO}_3^-) = n / V = 0,119 \text{ mol}$$

$$c(\text{HCO}_3^-) = n / V = 0,476 \text{ mol/dm}^3$$

..... 2 boda

$$K_b = K_w / K_{a1} = 2,22 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

..... 2 boda

$$c(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{OH}^-) = x$$

$$K_b = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{HCO}_3^-)} = \frac{x^2}{c(\text{HCO}_3^-)} = 2.22 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$x = \sqrt{K_b \cdot c(\text{HCO}_3^-)}$$

$$x = c(\text{OH}^-) = 3,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

..... 2 boda

$$\text{pOH} = 3,48$$

$$\text{pH} = 10,52$$

..... 2 boda

**Ukupno: 10 bodova**

**10.** Koji od navedenih oksida je kiseli oksid (*zaokružiti tačan odgovor*):

a)  $\text{CaO}$ ; b)  $\text{K}_2\text{O}$ ; c)  $\text{N}_2\text{O}_5$ ?

**Rješenje:**

c)

**Ukupno: 2 boda**

**11.** Na osnovu datih vrijednosti za  $K_a$ , zaokružiti slova ispred formule dvije kiseline, koje su od ponuđenih najjače u vodenom rastvoru:  $K_a(\text{HCN})=7.9 \cdot 10^{-9}$ ;  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})=1.8 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_a(\text{HClO})=5 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_a(\text{HNO}_2)=4 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_a(\text{HF})=6.6 \cdot 10^{-4}$

a)  $\text{HCN}$  b)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  c)  $\text{HClO}$  d)  $\text{HNO}_2$  e)  $\text{HF}$

**Rješenje:**

d) i e)

2 x 3 boda

**Ukupno: 6 bodova**

**12.** Koje od sljedećih kombinacija rastvora predstavljaju puferski rastvor?

a) 50  $\text{cm}^3$  0,2M  $\text{NH}_4\text{OH}$  + 120  $\text{cm}^3$  0,1M  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ;

b) 50  $\text{cm}^3$  0,2M  $\text{HCl}$  + 100  $\text{cm}^3$  0,2M  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ;

c) 100  $\text{cm}^3$  0,1M  $\text{NH}_4\text{Cl}$  + 100  $\text{cm}^3$  0,1M  $\text{NaOH}$ ;

d) 100  $\text{cm}^3$  0,1M  $\text{NaHCO}_3$  + 100  $\text{cm}^3$  0,1M  $\text{NaOH}$ ;

e) 100  $\text{cm}^3$  0,1M  $\text{NH}_4\text{Cl}$  + 50  $\text{cm}^3$  0,1M  $\text{NaOH}$ ?

**Rješenje:**

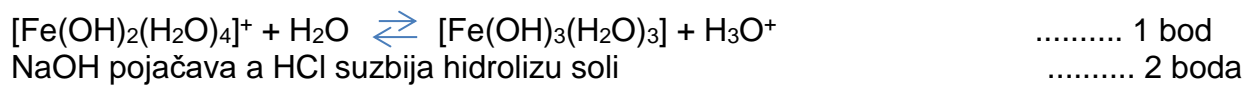
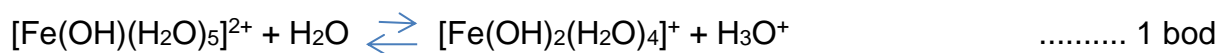
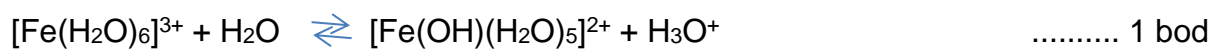
b) i e)

2 x 3 boda

**Ukupno: 6 bodova**

**13.** Hemijskom jednačinom predstaviti hidrolizu gvožđe(III)-hlorida (jonski oblik) i objasniti kako dodatak natrijum-hidroksida i hlorovodonične kiseline utiče na hidrolizu date soli.

**Rješenje:**



**Ukupno: 6 bodova**