

Prirodno-matematički fakultet

Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

OLIMPIJADA ZNANJA 2018.

Rješenja zadataka iz **HEMIJE**

za II razred srednje škole

1. Izračunaj masu magnezijum-sulfata heptahidrata (u kilogramima) koju treba rastvoriti u 500 grama vode da se dobije rastvor sa masenim udjelom MgSO_4 od 20%.

$\text{Ar}(\text{Mg})=24$; $\text{Ar}(\text{S})=32$; $\text{Ar}(\text{H})=1$; $\text{Ar}(\text{O})=16$.

Rješenje:

$$\text{Mr}(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})=246 \quad \text{Mr}(\text{MgSO}_4)=120$$

$$\omega=20\%=0.2$$

$$\omega = \frac{m(\text{MgSO}_4)}{m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O})} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$m(\text{MgSO}_4) = \frac{m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot \text{Mr}(\text{MgSO}_4)}{\text{Mr}(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot 0.487 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$0.2 = \frac{m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot 0.487}{m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) + 500\text{g}} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$100\text{g} + 0.2 m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot 0.487 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

$$100\text{g} = 0,287 m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \quad \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

$$m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 348.43 \text{ g} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

$$m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0.348 \text{ kg} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

Ukupno: 10 bodova

2. Koja od navedenih soli usljed hidrolize reaguje bazno (*zaokružiti tačan odgovor*):

a) NaHSO₄ b) Cu(NO₃)₂ c) ZnCl₂ d) NaH₂PO₄ e) CH₃COONa

Rješenje:

e)

Ukupno: **4 boda**

3. Izračunati pH vodenog rastvora koji sadrži $2.4 \cdot 10^{-3}$ grama kalijum-hidroksida u 400 cm³ rastvora, ako je stepen disocijacije 1. Ar(K)=39; Ar(O)=16; Ar(H)=1.

Rješenje:

$$V(\text{KOH}) = 400 \text{ cm}^3 = 0.4 \text{ dm}^3$$

$$n(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M_r(\text{KOH})} = 4.28 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$c(\text{KOH}) = \frac{n(\text{KOH})}{V(\text{KOH})} = 1.07 \cdot 10^{-5} \text{ mol / dm}^3 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$[\text{OH}^-] = z \alpha c(\text{KOH}) = 1.07 \cdot 10^{-5} \text{ mol / dm}^3 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 4.97 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

$$\text{pH} = 14 - 4.97 = 10.03 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

Ukupno: **8 bodova**

4. Izračunati broj molekula amonijaka u uzorku koji sadrži 0.246 grama amonijaka.

Ar(N)=14; Ar(H)=1.

Rješenje:

$$M_r(\text{NH}_3) = 17$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M_r(\text{NH}_3)} = 1.44 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{N}{N_A} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$N = n(\text{NH}_3) \cdot N_A = 8.673 \cdot 10^{21} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

Ukupno: **6 bodova**

5. Koja od navedenih kiselina ima anhidride (*zaokružiti tačan odgovor*)? Napisati formule tih anhidrida.

a) H_2SO_3 b) HCl c) H_2SO_4 d) H_3PO_4 e) HF f) H_2CO_3 g) HNO_3 h) H_2S

Rješenje:

a), c), d) i f) (*priznaje se samo kompletno tačan odgovor*)4 boda

a) SO_2 c) SO_3 d) P_4O_{10} ili P_2O_5 f) CO_2 Svaki tačno napisan oksid1 bod

Ukupno: **8 bodova**

6. Jon X^{3+} nekog hemijskog elementa ima konfiguraciju $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$. U kojoj grupi i periodi Periodnog sistema elemenata se nalazi ovaj element?

Rješenje:

IV grupa 3 boda

5 perioda 3 boda

Ukupno: **6 bodova**

7. Koje zapremine 2M i 6M rastvora sulfatne kiseline treba pomiješati da se dobije 500 cm^3 3M rastvora sulfatne kiseline?

Rješenje:

$C_1=2 \text{ mol/dm}^3$ $C_2=6 \text{ mol/dm}^3$ $C_3=3 \text{ mol/dm}^3$

$V_3=500 \text{ cm}^3=0,5 \text{ dm}^3$; $V_3=V_1+V_2$ 1 bod

$C_1V_1 + C_2V_2 = C_3V_3$ 2 boda

$C_1V_1 = C_2V_2$ 1 bod

$2V_1 = 6V_2$ 1 bod

$V_1 = 3V_2$ 1 bod

$V_1 + V_2 = 500$ 1 bod

$3V_2 + V_2 = 500 \text{ cm}^3$ 1 bod

$V_2 = 125 \text{ cm}^3$ 1 bod

$V_1 = 3 \cdot 125 \text{ cm}^3 = 375 \text{ cm}^3$ 1 bod

Ukupno: **10 bodova**

8. Smješa, koja se sastoji od natrijum-karbonata i natrijum-hidrogenkarbonata, mase 25.0 g, zagrijava se u peći za žarenje u toku 2 časa na 80 °C. Gasna smješa je ohlađena do sobne temperature. Nakon hlađenja, izmjerena je zapremina gasovitog proizvoda. Tom prilikom je dobijeno 2.54 dm³ gasa, mjereno pri normalnim uslovima. Naći procentni sastav polazne smješe.

Ar(Na)=23; Ar(C)=12; Ar(H)=1; Ar(O)=16.

Rješenje:

Komponenta smješe koja podliježe dekompoziciji prilikom zagrijavanja je natrijum-hidrogenkarbonat:



Gasoviti proizvodi su CO₂ i H₂O, ali prilikom hlađenja voda se kondenzuje, tako da je ugljenik(IV)-oksid jedini gasoviti proizvod nakon toga. Njegova količina je:

$n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} = \frac{2.54 \text{dm}^3}{22.4 \text{dm}^3/\text{mol}} = 0.1134 \text{mol}$ 1 bod

$\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{NaHCO}_3)} = \frac{1}{2} \Rightarrow n(\text{NaHCO}_3) = 2 \cdot n(\text{CO}_2) = 2 \cdot 0.1134 \text{mol} = 0.2268 \text{mol}$ 1 bod

$m(\text{NaHCO}_3) = n(\text{NaHCO}_3) \cdot M(\text{NaHCO}_3) = 0.2268 \text{ mol} \cdot 84 \text{ g/mol} = 19.05 \text{ g}$ 1 bod

$\Rightarrow m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 25.0 \text{ g} - 19.05 \text{ g} = 5.95 \text{ g}$ 1 bod

$\%(\text{NaHCO}_3) = \frac{19.05 \text{ g}}{25.0 \text{ g}} = 0.762 = 76.2\%$ 1 bod

$\%(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{5.95 \text{ g}}{25.0 \text{ g}} = 0.238 = 23.8\%$ 1 bod

Ukupno: 7 bodova

9. U reakciji između elementarnog cinka i sulfatne kiseline dobijaju se cink-sulfat i voda. Koliko je potrebno cinka za dobijanje 20 grama cink-sulfata. Rezultat izraziti u kg.

Ar(Zn)=65.3; Ar(S)=32; Ar(O)=16; Ar(H)=1.

Rješenje:



$$Mr(\text{ZnSO}_4) = 161.3$$

$$Mr(\text{Zn}) : Mr(\text{ZnSO}_4) = x : m(\text{ZnSO}_4)$$

$$x = 8.09\text{g } m(\text{Zn})$$

..... 2 boda

$$m(\text{Zn}) = 0.00809\text{ kg ili } 8.09 \cdot 10^{-3}\text{ kg}$$

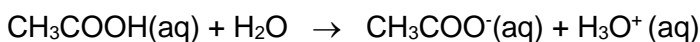
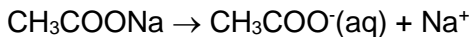
.....1 bod

Ukupno: **5 bodova**

10. Izračunati pH vrijednost puferske smješe $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ ako je koncentracija komponenata smješe $0,1\text{mol/dm}^3$. $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 \cdot 10^{-5}$

Rješenje:

U rastvoru se uspostavlja ravnoteža u kojoj je bitan uticaj CH_3COO^- -jona, koji nastaje disocijacijom CH_3COONa :



kiselina₁ + baza₂

baza₁

+ kiselina₂

Konstanta disocijacije sirćetne kiseline, budući da je temperatura konstantna, ima istu numeričku vrijednost:

$$K_a = K(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

.....1 bod

Mjenjaju se koncentracije i odnosi pojedinih koncentracija.

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{uk}} = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{iz kis}} + [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{iz konjugovane baze}}$$

Koncentracija CH_3COO^- -jona koja potiče od disocijacije slabe kiseline, u odnosu na koncentraciju CH_3COO^- -jona, kao konjugovane baze može da se zanemari. To je opravdano tim više što je disocijacija slabe kiseline suzbijena prisustvom CH_3COO^- -jona (iz NaCH_3COO).

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{iz kis}} \approx 0$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{uk}} = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{iz konjugovane baze}}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = c_a - [\text{H}_3\text{O}^+] = c_a$$

.....1 bod

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{c_a}{c_{\text{konjugovane baze}}}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{c_{\text{konjugovane baze}}}{c_a}$$

.....1 bod

Koncentracija konjugovane baze, CH_3COO^- -jona, predstavlja koncentraciju soli, CH_3COONa :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{c_a}{c_{\text{sol}}}$$
2 boda

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K(\text{CH}_3\text{COOH}) \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{CH}_3\text{COONa})} = 1,8 \cdot 10^{-5} \frac{0,100}{0,100} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$
1 bod

$$\text{pH} = 5 - \log 1,8 = 4,74$$
1 bod

Ukupno: **7 bodova**

11. Kada se fine strugotine bakra ostave na vazduhu bakar prelazi u bakar(II)-oksid. Izračunati masu bakarnih strugotina potrebnih da se za njih veže sav kiseonik iz 1 m³ vazduha gustine 0,0013 g/cm³. Vazduh sadrži 21% kiseonika. Ar(Cu)=63.5; Ar(O)=16.

Rješenje:



$$m_{\text{vazduha}} = \rho \cdot V = 0.0013 \text{ g/cm}^3 \cdot 1000000 \text{ cm}^3 = 1300 \text{ g}$$
 2 boda

$$m(\text{O}_2) = m_{\text{vazduha}} \cdot \omega = 1300 \text{ g} \cdot 0.21 = 273 \text{ g}$$
 1 bod

$$n = \frac{m}{M_r} = 8.53 \text{ mol}$$
 1 bod

$$2 \text{ mol Cu} : 1 \text{ mol O}_2 = x : 8.53$$
 1 bod

$$x = 17.06 \text{ mol Cu}$$
 2 boda

$$m(\text{Cu}) = n \cdot M_r(\text{Cu}) = 1084.15 \text{ g}$$
 1 bod

Ukupno: **10 bodova**

12. Koliko cm³ 36%-tne hlorovodonične kiseline, gustine 1,18g/cm³, treba izmjeriti za pripremanje 50 cm³ rastvora hlorovodonične kiseline koncentracije 6 mol/dm³? Ar(Cl)=35.5; Ar(H)=1.

Rješenje:

$$c = \frac{n}{V}$$

$$n(\text{HCl}) = c \cdot V = 0,3 \text{ mol}$$
 2 boda

$$m(\text{HCl}) = n \cdot M_r = 10,95 \text{ g}$$
 2 boda

$$m_{\text{rastvora}} = m(\text{HCl}) / \omega = 30,41 \text{ g}$$
 1 bod

$$V(36\% \text{ HCl}) = 25,77 \text{ g}$$
 1 bod

Ukupno: **6 bodova**

13. Pomiješane su sledeće neorganske supstance u parovima kako je to naznačeno ispod:

- a) $\text{AgNO}_{3(\text{aq})} + \text{NaCl}_{(\text{aq})}$; b) $\text{NaOH}_{(\text{aq})} + \text{HCl}_{(\text{aq})}$; c) $\text{KMnO}_{4(\text{aq})} + \text{HCl}_{(\text{aq})}$;
d) $\text{Zn}_{(\text{s})} + \text{HCl}_{(\text{aq})}$; e) $\text{NaNO}_{3(\text{aq})} + \text{HCl}_{(\text{aq})}$;

I) Samo u jednom od navedenih sistema dolazi do stvaranja teško rastvorljive supstance. Koji par supstanci je u pitanju?

II) Napisati jednačinu jedne od ponuđenih reakcija u kojoj se oslobađa gasoviti proizvod.

Rješenje:

- I) Reakcija pod a) 3 boda
II) $\text{Zn}_{(\text{s})} + 2 \text{HCl}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{ZnCl}_{2(\text{aq})} + \text{H}_{2(\text{g})}$ 3 boda
Ukupno: **6 bodova**

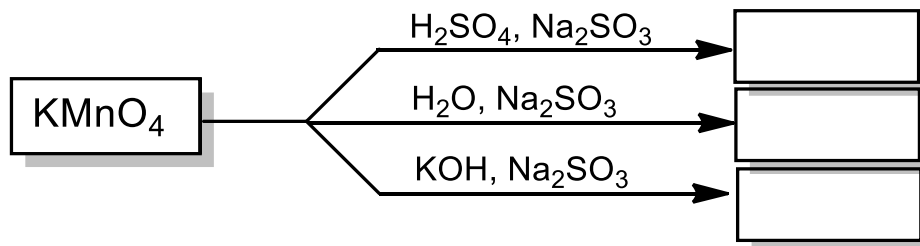
14. Napisati nazive sledećih kompleksnih jedinjenja:

- a) $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$ _____
b) $\text{Na}_4[\text{Co}(\text{CN})_6]$ _____

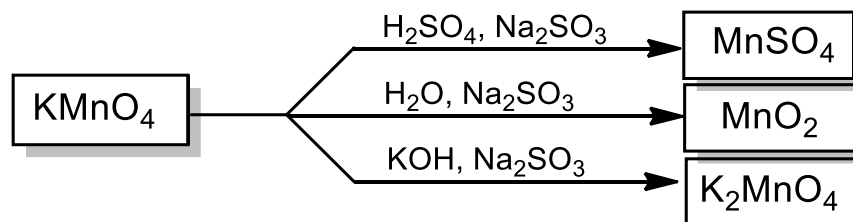
Rješenje:

- a) $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$ Heksaakvamangan(II)-hlorid 2 boda
b) $\text{Na}_4[\text{Co}(\text{CN})_6]$ Natrijum-heksacijanokobaltat(II) 2 boda
Ukupno: **4 boda**

15. U prazne kućice napisati formule jedinjenja mangana koja nastaju u sledećim reakcijama:



Rješenje:



Svaka tačno napisana formula po 1 poen.

Ukupno: **3 boda**