

Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore
OLIMPIJADA ZNANJA 2015.

Rešenja zadataka iz Hemije
za I razred srednje škole

1. U svakom od sledećih parova odrediti veću česticu:

- a) I^- ili Cs^+ ; b) Ne ili K^+ ; c) Mg ili Mg^{2+}

(3)

Rješenje:

- a) I^- ; b) K^+ ; c) Mg.

2. Jedinjenjima sa lijeve strane pridružiti veze koje se nalaze u njima, upisivanjem odgovarajućih brojeva na crtu. $[(\nu(C) = \nu(S), \quad \nu(P) = \nu(H))]$:

- | | | |
|--------------|----------------|----------------------------------|
| 1. PF_3 | <u> 4 </u> | jonska, polarna kovalentna |
| 2. $BaCl_2$ | <u> 1 </u> | jonska, nepolarna kovalentna |
| 3. CS_2 | <u> 1,3 </u> | nepolarna kovalentna |
| 4. K_2SO_4 | <u> 2 </u> | jonska |
| 5. H_2S | <u> 1 </u> | jonska, vodonična |
| 6. H_2O | <u> 5 </u> | polarna kovalentna |
| | <u> 6 </u> | polarna kovalentna i vodonična |
| | <u> 1 </u> | nepolarna kovalentna i vodonična |

(3)

3. Koji od navedenih elemenata ima najveću prvu energiju jonizacije?

- a) kalijum, b) cezijum, c) rubidijum, d) litijum, e) natrijum. Odgovor obrazložiti.

(3)

Rješenje:

Najveću prvu energiju jonizacije ima litijum, jer je atom litijuma najmanji pa je i privlačna sila jezgra i valentnog elektrona najveća.

4. Ugao između veza: C-H u metanu, N-H u amonijaku i O-H u vodi iznosi: 109.5° , 106.7° i 104.5° , respektivno. Razlog za to je: *(zaokruži tačan odgovor i dati obrazloženje)*

- a) razlika elektronegativnosti vezanih atoma,
b) veličina atoma,
c) broj slobodnih elektronskih parova

(3)

Rješenje:

Tačan odgovor je c). U metanu nema slobodnih elektronskih parova, u NH_3 ima jedan slobodan elektronski par na atomu azota, a u vodi dva slobodna elektronska para na atomu kiseonika. Kako je najjače odbijanje između slobodnih elektronskih parova, potom između slobodnih i vezujućih elektronskih parova, a najslabije između vezujućih elektronskih parova, to će u molekulu vode veze biti pod najmanjim uglom.

5. Koje od sledećih jedinjenja će biti sposobno da gradi vodoničnu vezu:

- a) CH_4 b) HBr c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ d) CCl_4 e) CH_3F f) HF g) CH_3NH_2 h) CH_4 (3)

Rješenje:

c), f) i g)

6. a) U prirodi se uglavnom nalaze dva stabilna izotopa bakra: ^{63}Cu i ^{65}Cu . Relativna atomska masa bakra je 63.55. Izračunati maseni udio izotopa ^{63}Cu , ako je njegova relativna atomska masa 62.9396, a relativna atomska masa ^{65}Cu je 64.9278. $u = 1,6605 \times 10^{-27}$ kg.

b) Izračunati ukupan broj subatomske čestice (p^+ , e^- , n^0) u atomu bakra ^{63}Cu .

c) Izračunati masu atoma izotopa bakra ^{63}Cu . Rezultat izraziti u kg.

d) Napisati elektronsku konfiguraciju atoma bakra i odgovoriti da li bakar po IUPAC-ovim pravilima pripada prelaznim elementima.

(10)

Rješenje:

$$Ar(\text{Cu}) = w(^{63}\text{Cu}) \cdot Ar(^{63}\text{Cu}) + [1 - w(^{63}\text{Cu})] \cdot Ar(^{65}\text{Cu})$$

$$63,55 = w(^{63}\text{Cu}) \cdot 62,94 + [1 - w(^{63}\text{Cu})] \cdot 64,93$$

$$w(^{63}\text{Cu}) \cdot 1,99 = 1,38$$

$$w(^{63}\text{Cu}) = 0,693 \text{ ili } 69,3\%$$

$$\text{b) } {}_{29}^{63}\text{Cu} \quad N(p^+) = 29, \quad N(e^-) = 29, \quad N(n^0) = 34$$

$$N(\text{subatomske čestice}) = 29 + 29 + 34 = 92$$

$$\text{c) } m(^{63}\text{Cu}) = Ar(^{63}\text{Cu}) \cdot u = 62,94 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,045 \cdot 10^{-25} \text{ kg.}$$

$$\text{d) } {}_{29}\text{Cu} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1 \text{ ili } [\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$$

Prema IUPAC-ovim pravilima, bakar pripada prelaznim elementima, jer njegov katjon (Cu^{2+}) ima djelimično popunjenu d -ljusku.

7. Iz ponuđenih podataka izračunati entalpije uključenih jedinjenja

Reakcija	Jednačina reakcije	Reakcijska entalpija $\Delta_r H / \text{kJ mol}^{-1}$
R1	$\text{Ca(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$	- 431.2
R2	$2 \text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{CO(g)}$	- 221.0
R3	$\text{CaO(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(aq)}$	- 82.1
R4	$2 \text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(l)}$	- 571.6
R5	$\text{CaO(s)} + 3\text{C(s)} \rightarrow \text{CaC}_2\text{(s)} + \text{CO(g)}$	465.0

(10)

Rješenje:

$$\Delta_f H(\text{CO, g}) = 0.5 \times \Delta_r H(\text{R2}) = - 110.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H(\text{H}_2\text{O, l}) = 0.5 \times \Delta_r H(\text{R4}) = - 285.8 \text{ kJmol}^{-1}$$

$$\Delta_f H(\text{Ca(OH)}_2, \text{aq}) = \Delta_r H(\text{R1}) + \Delta_r H(\text{R4}) = - 1002.8 \text{ kJmol}^{-1}$$

$$\Delta_f H(\text{CaO, s}) = \Delta_f H(\text{Ca(OH)}_2, \text{aq}) - \Delta_f H(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_r H(\text{R3}) = - 634.9 \text{ kJmol}^{-1}$$

$$\Delta_f H(\text{CaC}_2, \text{s}) = \Delta_r H(\text{R5}) - \Delta_f H(\text{CO, g}) + \Delta_f H(\text{CaO, s}) = - 59.4 \text{ kJmol}^{-1}$$

8. Izračunati molarnu koncentraciju 96%-ne sulfatne kiseline, gustine 1.6 g/cm³.

(10)

Rješenje:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.9796 \text{ mol}, \quad V_{\text{rastvora}} = 62.5 \text{ cm}^3$$

$$c = 15.6736 \text{ mol/dm}^3$$

9. Koliko grama $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, a koliko grama vode treba odmjeriti za pripremanje 160 cm³ 5%-nog rastvora MgSO_4 , gustine 1,032 g/cm³?

(10)

Rješenje:

$$m_{\text{rastvora}} = 165.12 \text{ g}$$

$$m(\text{MgSO}_4) = 8.256 \text{ g potrebno}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 156.864 \text{ g potrebno}$$

$$m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 16.925 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) \text{ iz kristalohidrata} = 8.6689 \text{ g}$$

$$\Delta m(\text{H}_2\text{O}) = 148.1951 \text{ g}$$

- 10.** Smješa, koja se sastoji od natrijum-karbonata i kalijum-karbonata, sadrži 27.4 mas.% natrijuma. Izračunati sadržaj kalijuma u smješi u masenim procentima.

(10)

Rješenje:

$$m(\text{smješe}) = 100 \text{ g}$$

$$m(\text{Na}) = w(\text{Na}) \cdot m(\text{smješe}) = 27.4 \text{ g}$$

$$n(\text{Na}) = m(\text{Na}) / M(\text{Na}) = 1.192 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}) / 2 = 0.5959 \text{ mol}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 63.14 \text{ g}$$

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = m(\text{smješe}) - m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 36.86 \text{ g}$$

$$n(\text{K}_2\text{CO}_3) = m(\text{K}_2\text{CO}_3) / M(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0.2667 \text{ mol}$$

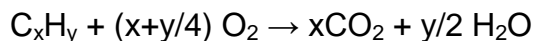
$$n(\text{K}) = 2 \cdot n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0.5334 \text{ mol}$$

$$w(\text{K}) = m(\text{K}) / m(\text{smješe}) = n(\text{K}) \cdot M(\text{K}) / m(\text{smješe}) = 0.209 \text{ ili } 20.9 \text{ mas.}\%$$

- 11.** Uzorak jednog gasovitog ugljovodonika ima masu 0.414 g i zauzima istu zapreminu na istoj temperaturi i istom pritisku kao i 0.315 g kiseonika. Sagorijevanjem ovog uzorka dobijaju se voda i 663 cm³ CO₂, mjereno na standardnom pritisku i 273 K. Odrediti empirijsku i molekulsku formula ugljovodonika.

(10)

Rješenje:



$$n(\text{CO}_2) = V_0(\text{CO}_2) / V_m = 2,959 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2)$$

$$m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0.3554 \text{ g}$$

$$m(\text{H}) = m(\text{C}_x\text{H}_y) - m(\text{C}) = 0.059 \text{ g}$$

$$n(\text{H}) = m(\text{H}) / M(\text{H}) = 0.059 \text{ mol}$$

$$x:y = n(\text{C}) : n(\text{H}) = 1:2$$

Empirijska formula je CH₂.

$$n(\text{C}_x\text{H}_y) = n(\text{O}_2)$$

$$n(\text{O}_2) = m(\text{O}_2) / M(\text{O}_2) = 9.84 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = m(\text{C}_x\text{H}_y) / n(\text{C}_x\text{H}_y) = 42.05 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) / M(\text{CH}_2) \approx 3$$

Molekulska formula ugljovodonika je C₃H₆.

- 12.** U 20 cm³ rastvora, koji sadrži 20.65 mas.% HCl (ρ = 1.10 g/cm³) na 25 °C, dodato je 180 g vode. Izračunati sadržaj kiseline u rastvoru, u mas.%, kao i molarnu koncentraciju rastvora na toj temperaturi.

(10)

Rješenje:

$$m_{\text{rastvora}} = 22 \text{ g}$$

$$m(\text{HCl}) = 4.54 \text{ g}$$

$$n(\text{HCl}) = 0.125 \text{ mol}$$

$$n_1(\text{HCl}) = n(\text{HCl})$$

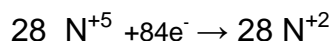
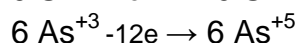
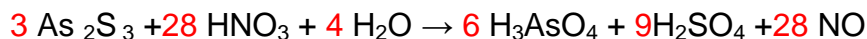
$$m_{1\text{rastvora}} = m_{\text{rastvora}} + m(\text{H}_2\text{O}) = 202.0 \text{ g}$$

$$w_1(\text{HCl}) = 0.022 \text{ ili } 2.2\%$$

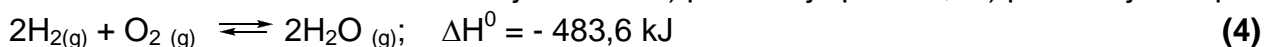
$$V_1 = V + V(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ cm}^3$$

$$c_1(\text{HCl}) = n_1(\text{HCl}) / V_1 = 0.62 \text{ mol/dm}^3.$$

13. Izjednačiti sledeću jednačinu. Napisati odgovarajuće polureakcije oksidacije i redukcije:

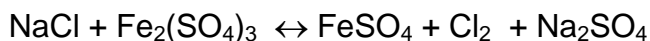
**Rješenje:**

14. Kako će na ravnotežu sledeće reakcije uticati: a) povećanje pritiska; b) povećanje temperature

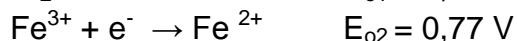
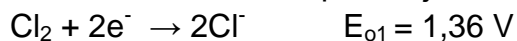
**Rješenje:**

Povećanje pritiska pomjera ravnotežu udesno, dok povećanje temperature pomjera ravnotežu ulijevo.

15. Odrediti u kom pravcu je moguće spontano odigravanje sledeće reakcije, tj. šta je oksidaciono sredstvo a šta redukciono:



Standardni elektrodni potencijali elektrohemijjskih sistema koji učestvuju u reakciji su:



(5)

Rješenje:

Pošto je $E_1 > E_2$ proizilazi da je oksidaciono sredstvo hlor, a redukciono Fe^{2+} -jon. Prema tome, posmatrana reakcija se odigrava sa desna na lijevo.

