

Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

OLIMPIJADA ZNANJA 2025.

Rješenja zadataka iz HEMIJE
za I razred srednje škole

- 1.** Raspored elektrona po ljuskama nekog jona X^{3+} je 2, 8, 18, 2 a jona Y^{2-} je 2, 8, 18, 8. Napisati elektronske konfiguracije za atome X i Y, odrediti u kojoj periodi i grupi Periodnog sistema se nalaze kao i kolikim im je broj valentnih elektrona.

Rješenje:

$X \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3 \quad (4. \text{perioda}, 15. \text{grupa}, 5 \text{ valentnih elektrona})$

$Y \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4 \quad (4. \text{perioda}, 16. \text{grupa}, 6 \text{ valentnih elektrona}) \quad /6 \text{ poena}$

- 2.** Dva stabilna izotopa bakra imaju relativnu atomsku masu: $Ar(^{63}Cu) = 62,93$ i $Ar(^{65}Cu) = 64,93$. Izračunati udjele bakra ^{63}Cu i ^{65}Cu u prirodnoj izotopskoj smješi bakra. $Ar(Cu) = 63,55$

Rješenje:

$$Ar(Cu) = x(^{63}Cu) Ar(^{63}Cu) + x(^{65}Cu) Ar(^{65}Cu)$$

$$Ar(Cu) = x(^{63}Cu) Ar(^{63}Cu) + (1-x)(^{63}Cu) Ar(^{65}Cu)$$

$$63,55 = 62,93 x + 64,93 - 64,93 x$$

$$X = 0,694$$

$$\%(^{63}Cu) = 69$$

$$\%(^{65}Cu) = 31$$

/8 poena

- 3.** Šta ima manju masu: litar leda ili litar tečne vode? Objasniti!

Rješenje:

Litar leda. Led ima manju gustinu pa će i masa iste zapremine biti manja. /4 poena

- 4.** Stakleni cilindar sadrži: vodu ($\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$), etar ($\rho = 0,714 \text{ g/cm}^3$) i živu ($\rho = 13,6 \text{ g/cm}^3$), što je prikazano na slici 1. Ako se u cilindar ubace: srebreni novčić ($\rho = 10,5 \text{ g/cm}^3$), zlatni novčić

($\rho=18,9 \text{ g/cm}^3$), plutani čep ($\rho=0,25 \text{ g/cm}^3$) i komadić voska ($\rho=0,97 \text{ g/cm}^3$), odrediti gdje će se zaustaviti.

Rješenje:



plutani čep -- etar
vosak - voda
srebreći novčić – živa
zlatni novčić – pada na
dno

/ 8 poena

5. Odrediti ukupan broj elektrona u 0,1 mol Li^+ jona. $Z(\text{Li})=3$.

Rješenje:

$$\text{Li}^+ (1s^2) ; N(\text{el}) = 2 \cdot n \cdot N_A = 2 \cdot 0,1 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,2 \cdot 10^{23} \text{ elektrona}$$

/ 4 poena

6. Gasoviti ugljovodonik, koji sadrži 82,66% ugljenika, nalazi se u sudu na 30 °C i standardnom pritisku. Masa ugljovodonika u tom sudu je 1,82 g, a masa argona u sudu iste zapremine, na istoj temperaturi i pritisku iznosi 1,25 g. Odrediti empirijsku i molekulsku formulu tog ugljovodonika.

$$A_r(\text{C})= 12; A_r(\text{H})=1, A_r(\text{Ar}) =40$$

Rješenje:

$$m(\text{C}) = \omega(\text{C}) \times m(\text{C}_x\text{H}_y) = 0,8266 \cdot 1,82 = 1,504 \text{ g}; n(\text{C}) = 1,504/12 = 0,1253 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}) = \omega(\text{H}) \times m(\text{C}_x\text{H}_y) = 0,1734 \cdot 1,82 = 0,316 \text{ g}; n(\text{H}) = 0,316/1 = 0,316 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}):n(\text{H}) = 0,1253: 0,3156 = 1:2,5 = 2:5 \text{ (} \text{C}_2\text{H}_5 \text{)}; Mr(\text{C}_2\text{H}_5) = 29$$

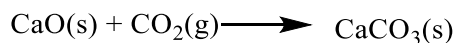
$$n(\text{C}_x\text{H}_y) = n(\text{Ar}) = 1,25 / 40 = 0,03125$$

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = m/n = 1,82 / 0,03125 = 58 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) / M(\text{C}_2\text{H}_5) = 2, \text{ Molekulska formula je } \text{C}_4\text{H}_{10}$$

/ 6 poena

7. Kalcijum-oksidi reaguje sa ugljenik(IV)-oksidom prema sledećoj jednačini:



Izračunati energiju (toplotu) koja se oslobodi kada se razloži 4,0 g kalcijum-oksida, ako su reaktanti na početku reakcije i proizvod na kraju reakcije na standardnom pritisku i na 25° C.

$\Delta_f H^\circ(\text{CO}_{2(g)}) = -393,509 \text{ kJ/mol}$; $\Delta_f H^\circ(\text{CaCO}_{3(s)}) = -1206,92 \text{ kJ/mol}$; $\Delta_f H^\circ(\text{CaO}_{(s)}) = -635,09 \text{ kJ/mol}$;
 $A_r(\text{Ca})=40$, $A_r(\text{O})=16$

Rješenje:

$$n(\text{CaO}) = m(\text{CaO}) / M(\text{CaO}) = 4/56 = 7,14 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\Delta H_r^\circ = \Delta_f H^\circ(\text{CaCO}_{3,s}) - \Delta_f H^\circ(\text{CaO},s) - \Delta_f H^\circ(\text{CO}_{2,g}) = -1206,92 + 635,09 + 393,509 = -178,32 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ = n(\text{CaO}) \cdot \Delta_r H^\circ = -12,7 \text{ kJ} \quad / 6 \text{ poena}$$

- 8.** Izračunati masu gvožđe(II)–sulfata heptahidrata koja će se izdvojiti kada se 500 g rastvora ove soli, zasićenog na 40 °C, ohladi na 10 °C. [$R(\text{FeSO}_4, 40^\circ\text{C}) = 40,2$; $R(\text{FeSO}_4, 10^\circ\text{C}) = 20,5$].
 $A_r(\text{Fe})=56$; $A_r(\text{S})=32$; $A_r(\text{O})=16$; $A_r(\text{H})=1$

Rješenje:

$$m_1(r-ra) = 500 \text{ g}$$

$$m(r-ra) = M(\text{FeSO}_4) + m(\text{H}_2\text{O}) = R_1 + 100 = 140,2 \text{ g}$$

$$m_1(\text{FeSO}_4) = m(\text{FeSO}_4) \cdot m_1(r-ra) / m(r-ra) = R_1 \cdot m_1(r-ra) / (R_1 + 100) = 40,2 \cdot 500 / 140,2 = 143,4 \text{ g}$$

$$m_1(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = m_1(\text{FeSO}_4) \cdot M((\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) / M(\text{FeSO}_4) = 143,4 \cdot 277,9 / 151,9 = 262,35 \text{ g}$$

$$m_1(\text{H}_2\text{O}) = m_1(r-ra) - m_1(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 500 - 262,4 = 237,6 \text{ g}$$

$$m_2(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = m_2(\text{FeSO}_4) \cdot M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) / M(\text{FeSO}_4) = R_2 \cdot M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) / M(\text{FeSO}_4) = 37,51 \text{ g}$$

$$m_2(r-ra) = m_2(\text{FeSO}_4) + m(\text{H}_2\text{O}) = R_2 + 100 = 120,5 \text{ g}$$

$$m_2(\text{H}_2\text{O}) = m_2(r-ra) - m_2(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 120,5 - 37,51 = 82,98 \text{ g}$$

$$m_3(\text{H}_2\text{O}) = m_1(\text{H}_2\text{O})$$

$$m_3(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = m_3(\text{H}_2\text{O}) \cdot m_2(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) / m_2(\text{H}_2\text{O}) = 237,6 \cdot 37,51 / 82,98 = 107,43 \text{ g}$$

$$\Delta m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = m_1(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) - m_3(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 262,35 - 107,43 = 154,9 \text{ g}$$

/ 14 poena

9. U evakuisani sud zapremine $10,0 \text{ dm}^3$ uvedeno je $13,5 \text{ g ClO}_2$. Na 127°C odigrala se reakcija:



Po uspostavljanju ravnoteže zaostalo je $6,75 \text{ g}$ hlora. Izračunati konstantu ravnoteže K_c .

Kako će na ravnotežu da djeluje povećanje pritiska u sudu? $A_r(\text{Cl})=35,5$; $A_r(\text{O})=16$.

Rješenje:

$$n_0(\text{ClO}_2) = m(\text{ClO}_2) / M(\text{ClO}_2) = 13,5/67,5 = 0,20 \text{ mol}$$

$$n_r(\text{Cl}_2) = m(\text{Cl}_2) / M(\text{Cl}_2) = 6,75 / 71 = 0,0951 \text{ mol}$$

$$n_{pr}(\text{ClO}_2) = 2 n_r(\text{Cl}_2) = 0,1904 \text{ mol}$$

$$n_r(\text{ClO}_2) = n_0(\text{ClO}_2) - n_{pr}(\text{ClO}_2) = 0,2 - 0,1904 = 0,0096 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = 2 n_r(\text{Cl}_2) = 0,1904 \text{ mol}$$

$$K_c = [\text{Cl}_2]_r [\text{O}_2]_r^2 / [\text{ClO}_2]_r^2 = n_r(\text{Cl}_2) n_r(\text{O}_2)^2 / n_r(\text{ClO}_2)^2 V = 0,0951 \cdot 0,1904^2 / 0,0096^2 \cdot 10 = 3,74 \text{ mol/dm}^3$$

Povećanje pritiska će izazvati pomjeranje ravnoteže u lijevu stranu. / 8 poena

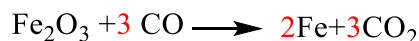
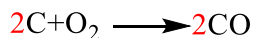
10. Koje od navedenih vrijednosti su jednake pri pritisku $101,3 \text{ kPa}$? Zaokružiti i obrazložiti.

- a) Temperature ključanja rastvora NaCl i čiste vode;
- b) Temperature topljenja vodenih rastvora NaCl i saharoze;
- c) Temperature ključanja vodenih rastvora NaCl ($c=0,6 \text{ mol/dm}^3$) i Na_2SO_4 ($c=0,4 \text{ mol/dm}^3$);
- d) Temperature ključanja vodenog rastvora saharoze i čiste vode.

Rješenje:

c) $\Delta t = K_b i$; i je jednako za $0,6\text{M}$ -ni rastvor NaCl i $0,4 \text{ M}$ -ni rastvor Na_2SO_4 , / 4 poena

11. Prvi korak pri dobijanju gvožđa u visokim pećima je oksidacija koksa do ugljen-monoksida, koji dalje redukuje okside gvožđa. Dobijanje je predstavljeno sledećim jednačinama (potrebno ih je izjednačiti):



Uz pretpostavku da je reakcija potpuna, izračunati masu koksa potrebnu za dobijanje 100 kg gvožđa. $A_r(\text{Fe})=55,9$; $A_r(\text{C})=12$; $A_r(\text{O})=16$.

Rješenje:

$$n(\text{Fe}) = m/M = 100 / 55,9 = 1,79 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}):n(\text{C})=2:3$$

$$n(\text{C}) = 3 \cdot n(\text{Fe})/2 = 3 \cdot 1,79/2 = 2,685 \text{ mol}$$

$$m(\text{C}) = 2,685 \cdot 12 = 32,22 \text{ kg}$$

/ 8 poena

12. Pomiješno je 300 g rastvora H_2SO_4 koncentracije 30% i 200 g rastvora H_2SO_4 koncentracije 50%. Nakon miješanja, rastvor se zagrijava, pri čemu ispari 100 g vode. Na kraju, u rastvor se doda dovoljno vode da bi konačna masena koncentracija H_2SO_4 bila 40%.

- Kolika je masena koncentracija H_2SO_4 odmah nakon miješanja?
- Kolika je masena koncentracija H_2SO_4 nakon isparavanja?
- Koliko grama vode treba dodati da bi se dobila tačno 40% koncentracija?
- Ako je gustina rastvora prije dodavanja vode $1,25 \text{ g/cm}^3$, koliki je molaritet rastvora nakon isparavanja (ali prije dodavanja vode)?

Rješenje:

- $m_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 300 \cdot 30/100 = 90 \text{ g}$
 $m_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 200 \cdot 50/100 = 100 \text{ g}$
 $m_{\text{uk}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 90 + 100 = 190 \text{ g}$
 $m_{\text{uk}}(\text{r-ra}) = 500 \text{ g}$
 $\omega_1 = 100 \cdot 190/500 = 38\%$
- $m_2(\text{r-ra}) = 400 \text{ g}$
 $\omega_1 = 100 \cdot 190/400 = 47,5\%$
- $m_3(\text{r-ra}) = 400 + x$
 $100 \cdot 190/(400 + x) = 40 \text{ (zadato)}$
 $x = 75 \text{ g (treba da se doda H}_2\text{O)}$
- $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 190/98 = 1,94 \text{ mol}$
 $V(\text{r-ra}) = 400/1,25 = 320 \text{ cm}^3$
 $c = 1,94/0,32 = 6,06 \text{ mol/dm}^3$

/12 poena

13. Odrediti koeficijente u sledećim jednačinama pomoću polureakcija oksidacije/redukcije:

- $3\text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{KBrO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{KCl} + \text{HBr} + 3\text{H}_3\text{AsO}_4$
- $\text{Sb}_2\text{S}_3 + 28\text{HNO}_3 \longrightarrow 2\text{H}[\text{Sb}(\text{OH})_6] + 28\text{NO}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$

Rješenje:

- $\text{As}^{+3} - 2e \longrightarrow \text{As}^{+5} / 3$
 $\text{Br}^{+5} + 6e \longrightarrow \text{Br}^- / 1$
- $2\text{Sb}^{+3} - 4e \longrightarrow 2\text{Sb}^{+5} / 1$
 $3\text{S}^{-2} - 24e \longrightarrow 3\text{S}^{+6} / 1$



/ 8 poena

14. Uranjanjem gvožđa u rastvor srebro-nitrata dolazi do:

promjene boje rastvora u žutu;

promjene boje rastvora u plavu;

oksidacije gvožđa;

oksidacije srebra;

primanja elektrona od strane gvožđa.

Zaokružiti tačan odgovor i predstaviti jednačinom hemijsku reakciju.

$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,45 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$

Rješenje:



/ 8 poena