

Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

OLIMPIJADA ZNANJA 2025.

Rješenja zadataka iz HEMIJE

za II razred srednje škole

- 1.** Bakarna žica mase 6,40 g uronjena je u rastvor srebro-nitrata. Nakon nekog vremena na žici su se izdvojili sjajni sivkasti kristali srebra dok je rastvor postao svijetloplav. Masa nastalih kristala srebra iznosila je 3,03g. $A_r(\text{Ag})=107,87$; $A_r(\text{Cu})=63,55$.

- a) Napisati jednačinu opisane hemijske reakcije.
b) Izračunati masu bakarne žice nakon završenog eksperimenta.

Rješenje:

- a) $\text{Cu(s)} + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + 2\text{Ag(s)}$... (2 boda)
b) $n(\text{Ag}) = m(\text{Ag}) / M(\text{Ag})$
 $n(\text{Ag}) = 0,0281 \text{ mol}$... (1 bod)
 $n(\text{Cu}) = n(\text{Ag}) / 2$
 $n(\text{Cu}) = 0,01405 \text{ mol}$... (1 bod)
 $m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu})$
 $m(\text{Cu}) = 0,8928 \text{ g}$... (1 bod)
 $m(\text{Cu})_{\text{preostala}} = m(\text{Cu})_{\text{početna}} - m(\text{Cu})_{\text{preagovalo}}$
 $m(\text{Cu})_{\text{preostalo}} = 5,507 \text{ g}$... (2 boda)

ukupno: **7 bodova**

- 2.** U epruvetu su dodate iste količine čvrstih amonijum-hlorida i gašenog kreča. Epruveta je zatvorena zapušačem i snažno je protrešena. Iznad otvora epruvete postavljeni su nakvašeni crveni i plavi lakmus papir.

- a) Napisati hemijsku jednačinu reakcije koja se odigrala u epruveti.
b) Koji gas se oslobađa u ovoj hemijskoj reakciji?
c) Šta se u ovom eksperimentu dešava sa crvenom a šta sa plavom lakmus-hartijom?

Rješenje:

- a) $2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$... (2 boda)

- b) Amonijak ... (2 boda)
 c) Crveni lakmus postaje plavi a plavi ostaje plav ... (2 boda)

ukupno: **6 bodova**

- 3.** Kada se 2,0 g smješe, koja se sastoji od anhidrovanog natrijum-karbonata i natrijum-bikarbonata naglo zagrije, primjećuje se gubitak mase od 0,124 g. Izračunati procentualni sastav smješe.
 $A_r(\text{Na})=22,98$; $A_r(\text{C})=12,01$; $A_r(\text{O})=16,0$;

Rješenje:

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$ zagrijavanjem ne daje reakciju ... (1 bod)

$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2$... (2 boda)

167,98g 105,97g

Iz reakcije vidimo da je gubitak mase zapravo gubitak NaHCO_3 i to:

$167,98\text{g} - 105,97\text{g} = 62,01\text{g}$... (1 bod)

Ako je gubitak mase 0,124g, onda je masa NaHCO_3 :

$\frac{167,98\text{g}}{62,01\text{g}} \cdot 0,124 = 0,336\text{g}$... (2 boda)

$$\% \text{NaHCO}_3 = \frac{m(\text{NaHCO}_3)}{m(\text{smješe})} \cdot 100$$

$\% \text{NaHCO}_3 = 16,8\%$... (2 boda)

$\% \text{Na}_2\text{CO}_3 = 100 - 16,8\% = 83,2\%$... (2 boda)

ukupno: **10 bodova**

- 4.** Rastvori $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, NaOH , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, HCl , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, H_2SO_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{NH}_3(\text{aq})$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ i $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ sipani su u deset epruveta.

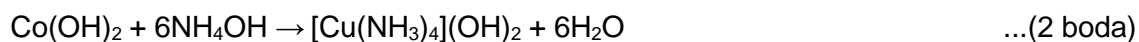
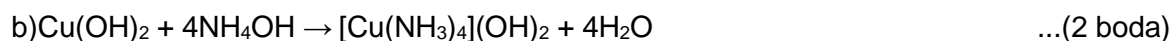
a) Razvrstati rastvore po redosledu kako su sipani ako se zna da:

- Rastvori 1,3,4,5 i 10 se talože sa 6 i 9.
 - Talog rastvora 1 sa rastvorom 6 je rastvorljiv u višku rastvora 6.
 - Talozi rastvora 4 i 10 sa rastvorom 6 su rastvorljivi u rastvoru 9 pri čemu nastaju kompleksna jedinjenja.
 - Rastvor 7 u reakciji sa rastvorom 1 formira talog.
 - Rastvor 8 u reakciji sa rastvorom 1 i 2 formira talog.
 - Talozi rastvora 10 sa rastvorima 6 i 9 imaju različitu boju.
 - Talozi koji nastaju reakcijom rastvora 3 i 5 sa rastvorima 6 i 9 mijenjaju boju usled dejstva kiseonika iz vazduha.
 - Rastvor 3 mijenja boju pri stajanju.
- b) Napisati jednačine hemijskih reakcija gdje talozi nastali reakcijom rastvora 4 i 10 sa rastvorom 6 daju kompleksna jedinjenja.

Rješenje:

a) Raspored epruveta:

- | | |
|--------------------------------|------------|
| 1. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ | ...(1 bod) |
| 2. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ | ...(1 bod) |
| 3. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ | ...(1 bod) |
| 4. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ | ...(1 bod) |
| 5. $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ | ...(1 bod) |
| 6. NaOH | ...(1 bod) |
| 7. HCl | ...(1 bod) |
| 8. H_2SO_4 | ...(1 bod) |
| 9. $\text{NH}_3(\text{aq})$ | ...(1 bod) |
| 10. $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ | ...(1 bod) |



ukupno: **14 bodova**

- 5.** Bezbojni kristali dobro rastvorljivi u vodi predstavljaju jedinjenje X koje ima široku upotrebu u kozmetičkoj industriji. Vodeni rastvor ovog jedinjenja ima kiselost svojstva. Ako natrijum-karbonat dodamo u rastvor jedinjenja X nastaje gas G koji je 1,5 puta teži od vazduha i talog T koji se rastvara i u kiselinama i u bazama. Kada na jedinjenje X reagujemo sa srebro-nitratom nastaje bijeli sirasti talog M. Napisati formule supstanci X, G, T i M. Napisati jednačinu hemijske reakcije jedinjenja X sa vodenim rastvorom natrijum-karbonata.

Rješenje:

- | | |
|--|-------------|
| X - AlCl_3 | ...(2 boda) |
| G - CO_2 | ...(2 boda) |
| T - $\text{Al}(\text{OH})_3$ | ...(2 boda) |
| M - AgCl | ...(2 boda) |
| $2\text{AlCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CO}_2 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 6\text{NaCl}$ | ...(2 boda) |

ukupno: **8 bodova**

- 6.** Razvrstati date okside (K_2O , CO_2 , CO , ZnO , MgO , P_2O_5 , N_2O_3 , Li_2O , Al_2O_3 i BaO) po navedenom redosledu:
1. Kiseli oksidi,

2. Bazni oksidi,
3. Neutralni oksidi,
4. Amfoterni oksidi.

Rješenje:

- | | | |
|---------------------|--|------------|
| 1. Kiseli oksidi | - CO_2 , P_2O_5 i N_2O_3 | ...(1 bod) |
| 2. Bazni oksidi | - K_2O , MgO , Li_2O i BaO | ...(1 bod) |
| 3. Neutralni oksidi | - CO | ...(1 bod) |
| 4. Amfoterni oksidi | - ZnO i Al_2O_3 | ...(1 bod) |

ukupno: **4 boda**

- 7.** Fosfin je otkriven u atmosferi Venere što je 2020. godine objavljeno u jednom časopisu. Otkriće fosfina izazvalo je veliku pažnju jer se njegovo prisustvo povezuje sa biološkim ili industrijskim procesima što otvara brojna pitanja o mogućem životu na toj planeti iako su uslovi veoma različiti od uslova na Zemlji (temperature su do 698 K i pritisci do 95 atm, uz prisustvo oblaka sumporne kiseline). Fosfin se ne akumulira u Zemljinoj atmosferi jer reaguje sa kiseonikom i formira fosfornu kiselinu.
- a) Napisati hemijsku formulu fosfina.
 - b) Odrediti oksidacione brojeve fosfina u fosforu i fosfornoj kiselini.
 - c) Napisati jednačinu hemijske reakcije fosfina sa kiseonikom.
 - d) Postoji nekoliko načina proizvodnje fosfina koji ne zahtijevaju prisustvo živih organizama. Jedan od njih je redukcija fosfor-trihlorida litijum-hidridom. Napisati jednačinu ove hemijske reakcije.

Rješenje:

- | | |
|--|-------------|
| a) PH_3 | ...(2 boda) |
| b) -3 u fosfinu i +5 u fosfornoj kiselini | ...(2 boda) |
| c) $\text{PH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$ | ...(2 boda) |
| d) $\text{PCl}_3 + 3\text{LiH} \rightarrow \text{PH}_3 + 3\text{LiCl}$ | ...(2 boda) |

ukupno: **8 bodova**

- 8.** Izračunati procenat jonizacije i koncentraciju OH^- jona u 0,02 M rastvoru amonijaka koji sadrži 0,02 M amonijum-hlorida, ako konstanta jonizacije rastvora amonijaka iznosi $1,8 \cdot 10^{-5}$. Amonijum-hlorid potpuno jonizuje. Da li će koncentracija OH^- jona biti manja ili veća ako se ne dodaje rastvor amonijum-hlorida u rastvor amonijaka?

Rješenje:

Jonizacija rastvora amonijaka u vodi:



0,02 0,02 0 (broj molova na početku)



-x x x (promjena reakcijom)

$$[\text{NH}_4^+] = 0,02\text{M}$$

0,02-x 0,02+x x (broj molova u ravnoteži)

x=stepen jonizacije 0,02M rastvora amonijaka

$$K_c = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} \quad \dots(2 \text{ boda})$$

$$K_c = \frac{[0,02+x] \cdot [x]}{[0,02-x]} = 1,8 \cdot 10^{-5} \quad \dots(2 \text{ boda})$$

Pretpostavimo da je x (koncentracija OH⁻ jona) zanemarljivo mala u odnosu na 0,02 pa možemo pojednostaviti jednačinu:

$$\frac{0,02x}{0,02} = 1,8 \cdot 10^{-5}, \quad x = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ sledi da je } [\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-5} \quad \dots(2 \text{ boda})$$

$$\alpha = \frac{\text{jonizovani oblik}}{\text{ukupna molarna koncentracija}} = \frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{0,02} = 9 \cdot 10^{-4}$$

$$\% \text{ jonizacije u procentima za } \text{NH}_4\text{Cl} = 9 \cdot 10^{-4} \cdot 100 = 0,09\% \quad \dots(2 \text{ boda})$$

Ako se u rastvor amonijaka ne dodaje NH₄Cl, koncentracija OH⁻ jona bi bila veća zbog odsustva NH₄⁺ jona, zajedničkog jona, koji suzbija jonizaciju. ...(2 boda)

ukupno: **14 bodova**

- 9.** Atomi nekog hemijskog elementa imaju sledeću elektronsku konfiguraciju: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s²4p⁴. Odrediti u kojoj grupi i periodi Periodnog sistema elemenata se nalazi ovaj element. Napisati atomski broj tog elementa i njegov simbol.

Rješenje:

VIA grupa ...(2 boda)

IV perioda ...(2 boda)

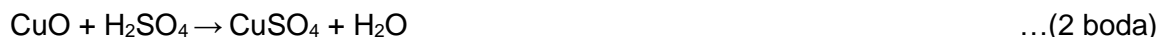
Atomski broj 34 ...(1 bod)

Se ...(1 bod)

ukupno: **6 bodova**

- 10.** Masa od 20 g bakar(II)-oksida tretirana je stehiometrijskom količinom tople 20% sulfatne kiseline, pri čemu je dobijen rastvor bakar(II)-sulfata. Koliko grama kristalnog plavog kamena je iskristalisalo kada se rastvor ohladio na 20 °C? Rastvorljivost bakar(II)-sulfata na 20°C je 20,9 g u 100g vode. $A_r(\text{Cu})=63,55$; $A_r(\text{S})=32$.

Rješenje:



$$n(\text{CuO})=m(\text{CuO})/M(\text{CuO})=0,2514\text{g} \quad \dots(2 \text{ boda})$$

$$n(\text{CuSO}_4)=n(\text{H}_2\text{SO}_4)=0,2514 \text{ mol} \quad \dots(1 \text{ bod})$$

$$m(\text{rastvora CuSO}_4)=m(\text{CuO}) + m(\text{rastvora H}_2\text{SO}_4)$$

$$m(\text{rastvora CuSO}_4)=m(\text{CuO}) + \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 20\text{g} + \frac{0,2514\text{mol} \cdot 98\text{g/mol}}{0,20} = 143,186\text{g} \dots(2 \text{ boda})$$

Maseni udio CuSO_4 :

- U posmatranom rastvoru:

$$\omega(\text{CuSO}_4)=\frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{rastvora CuSO}_4)}=\frac{n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4)}{m(\text{rastvora CuSO}_4)}=0,28 \quad \dots(2 \text{ boda})$$

- U zasićenom rastvoru CuSO_4 na 20°C:

$$\omega(\text{CuSO}_4)=\frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{CuSO}_4)+m(\text{H}_2\text{O})}=\frac{20,9\text{g}}{120,9\text{g}}=0,173 \quad \dots(2 \text{ boda})$$

- U kristalu $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$:

$$\omega(\text{CuSO}_4)=\frac{M(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}=0,639 \quad \dots(2 \text{ boda})$$

Jednačina masenog bilansa CuSO_4 :

$$0,28m=0,639m_1 + 0,173m_2$$

$$0,28 \cdot 143,186=0,639m_1 + 0,173(143,186-m_1)$$

$$m_1=32,87\text{g} - \text{prinos kristalizacije } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \quad \dots(2 \text{ boda})$$

m -masa rastvora CuSO_4 posmatrana u reakciji na visokoj temperature

m_1 -masa kristala $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

m_2 -masa zasićenog rastvora CuSO_4 na 20°C

ukupno: **15 bodova**

- 11.** Smješa mase 26,8 g, koja se sastoji od natrijuma i cinka, rastvorena je u 100mL vode, bez ostatka. Količina natrijuma u ovoj smješi je tri puta veća od količine cinka.

- Izračunati maseni udio supstance sa nižom molarnom masom u dobijenom rastvoru.
- Izračunati zapreminu oslobođenog gasa pri normalnim uslovima (u L).

$$A_r(\text{Na})=23, A_r(\text{Zn})=65.$$

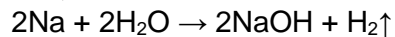
Rješenje:

Ako postavimo da je količina cinka x, količina natrijuma će biti 3x, pa koristeći atomske mase dobijamo:

$$23 \cdot 3x + 65x = 26,8$$

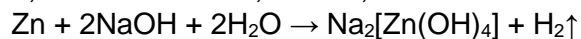
$$x = 0,2$$

...(1 bod)



$$0,6 \qquad \qquad 0,6 \qquad 0,3$$

...(1 bod)



$$0,2 \quad 0,4 \qquad \qquad 0,2 \quad 0,2$$

...(1 bod)

Dobijeni rastvor sadrži 0,2 mol $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ i 0,2 mol NaOH

$$m(\text{dobijenog rastvora}) = 100 + 26,8 - 2 \cdot 0,5 = 125,8\text{g}$$

...(1 bod)

$$\text{a) } \omega(\text{NaOH}) = 0,2 \cdot 40 / 125,8 = 0,0636 = 6,36\%$$

...(2 boda)

$$\text{b) } V(\text{H}_2) = 22,4 \cdot 0,5 = 11,2\text{L}$$

...(2 boda)

ukupno: **8 bodova**