

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

**OLIMPIJADA ZNANJA 2026.**

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

- 1.** Smješa gasova azot(IV)-oksida,  $\text{NO}_2$  i  $\text{N}_2\text{O}_4$  ima gustinu  $2,76 \text{ g/dm}^3$  na temperaturi od  $298\text{K}$  i pritisku  $1\text{atm}$ . Data je ravnoteža:  $2 \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$
- a) Izračunaj prosječnu molarnu masu smješe.
  - b) Odrediti molški udio  $\text{NO}_2$  i  $\text{N}_2\text{O}_4$ .
  - c) Objasniti kako bi promjena temperature uticala na boju smješe.

**Rješenje:**

- a)  $M=(dRT)/p$  jer je idealan gas

$$M=(2,76 \cdot 0,082 \cdot 298)/1$$

$$M=67,4\text{g/mol}$$

...(2 boda)

- b)  $x=\text{udio NO}_2$

$$M=x \cdot 46+(1-x) \cdot 92$$

$$67,4=46x+92-92x$$

$$67,4=92-46x$$

$$46x=24,6$$

$$x=0,535$$

...(3 boda)

$$\% \text{NO}_2=53,5\%$$

$$\% \text{N}_2\text{O}_4=46,5\%$$

...(1 boda)

- c)  $\text{NO}_2$  - braon

$\text{N}_2\text{O}_4$  – bezbojan

Kako je reakcija  $2 \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$  egzotermna, povećanje temperature usloviće povećanu koncentraciju  $\text{NO}_2$  pa je boja tamnija

...(2 boda)

ukupno: **8 bodova**

**2.** Element X formira okside XO,  $X_2O_3$  i  $XO_2$ . Poznato je da XO reaguje sa kiselinama pri čemu se izdvaja vodonik,  $XO_2$  je jak oksidans dok je  $X_2O_3$  amfoterno jedinjenje.

- Identifikuj element X.
- Napiši reakciju disproporcionisanja XO u vodi.
- Objasniti stabilnost oksidacionih stanja datog elementa.
- Koji oksid je stabilniji pri visokim temperaturama?

**Rješenje:**

- Mn ... (2 boda)
- $3MnO + H_2O \rightarrow Mn_3O_4 + H_2$  ... (2 boda)
- Stabilnost dolazi od elektronske konfiguracije  $d^5$ : +2-najstabilnije, +3-manje stabilno, +4 stabilno u čvrstom stanju ... (2 boda)
- MnO ... (2 boda)

ukupno: **8 boda**

**3.** U epruvetama imamo dva rastvora: 100 mL 0,01M rastvora srebro-nitrata i 100 mL 0,02M rastvora natrijum-hlorida. Rastvori su pomiješani i poznata je konstanta  $K_{sp}(AgCl)=1,8 \cdot 10^{-10}$

- Da li će doći do taloženja srebro-hlorida nakon miješanja rastvora? Ako hoće izračunati kolika bi bila masa taloga.
- Izračunati koncentraciju  $Ag^+$  i  $Cl^-$  jona na kraju reakcije.

**Rješenje:**

- $V=100ml(AgNO_3)+100ml(NaCl)=200ml=0,2dm^3$  ... (0,5 bodova)  
 $[Ag^+]_0=0,01/0,2=0,005mol/dm^3$  ... (0,5 bodova)  
 $[Cl^-]_0=0,02/0,2=0,01mol/dm^3$  ... (0,5 bodova)  
 $Q=[Ag^+][Cl^-]$   
 $Q=5 \times 10^{-5}$  ... (0,5 bodova)  
 $Q \gg K_{sp}$ - dolazi do taloženja ... (0,5 bodova)  
 $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl_{(s)}$   
 $n(Ag^+)=0,01mol/dm^3 \cdot 0,1dm^3=0,001mol$  ... (0,5 bodova)  
 $n(Cl^-)=0,02mol/dm^3 \cdot 0,1dm^3=0,002mol$  ... (0,5 bodova)  
Ograničavajući faktor je  $Ag^+$  ... (0,5 bodova)  
 $M(AgCl)=143,5g/mol$   
 $m=0,001mol \cdot 143,5g/mol=0,1435g$  ... (0,5 bodova)
- $[Ag^+]=x$   
 $n(Cl^-)_{preostalo}=0,02mol-0,01mol=0,01mol$  ... (0,5 bodova)  
 $[Cl^-]=0,01mol/0,2dm^3=0,005mol/dm^3$  ... (0,5 bodova)  
 $K_{sp}=[Ag^+][Cl^-]$   
 $1,8 \cdot 10^{-10}=x \cdot 0,005mol/dm^3$   
 $x=3,6 \cdot 10^{-8}mol/dm^3$  ... (0,5 bodova)

ukupno: **6 bodova**

- 4.** 10g smješe koja sadrži natrijum-karbonat i kalcijum-karbonat tretira se hlorovodoničnom kiselinom pri čemu se izdvaja gas. Dobijeni gas se sakuplja i određuje se njegova zapremina koja iznosi 2,24 L. Gas se naknadno propušta kroz 200 mL rastvora kalcijum-hidroksida koncentracije 0,1 mol/dm<sup>3</sup>.
- Napisati reakcije dobijanja gasa i odrediti količinu gasa koji se izdvaja.
  - Izračunati mase kalcijum-karbonata i natrijum-karbonata u smješi.
  - Odrediti kolika masa kalcijum-karbonata nastaje nakon reakcije sa kalcijum-hidroksidom.
  - Da li ugljenik(IV)-oksid ostaje u višku? Ako ostaje odrediti njegovu zapreminu pri normalnim uslovima.

**Rješenje:**

- $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  ... (1 bod)  
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  ... (1 bod)  
 $1 \text{ mol gasa } 22,4\text{dm}^3 \rightarrow n(\text{CO}_2) = 2,24\text{dm}^3 / 22,4\text{mol/dm}^3 = 0,1\text{mol}$  ... (1 bod)
- Obje reakcije daju: 1 mol karbonata  $\rightarrow$  1 mol CO<sub>2</sub>,  $n(\text{CO}_2) = 0,1\text{mol}$  ... (1 bod)  
 $n_1 = \text{mol CaCO}_3, n_2 = \text{mol Na}_2\text{CO}_3$   
 $n_1 + n_2 = 0,1\text{mol}$   
 $100n_1 + 106 n_2 = 10\text{g}$   
 $n_1 = 0,1 - n_2$   
 $100(0,1 - n_2) + 106 n_2 = 10\text{g}$   
 $n_2 = 0, n_1 = 0,1$  ... (1 bod)  
 $m_1 = 0,1\text{mol} \cdot 100\text{g/mol} = 10\text{g}$  ... (1 bod)  
 $m_2 = 0$ , smješu čini samo čist CaCO<sub>3</sub> ... (1 bod)
- $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  ... (1 bod)  
 $n(\text{CO}_2) = 0,2\text{dm}^3 \cdot 0,1\text{mol/dm}^3 = 0,02\text{mol}$  ... (1 bod)  
 $m(\text{CaCO}_3) = 0,02\text{mol} \cdot 100\text{g/mol} = 2\text{g}$  ... (1 bod)
- $n(\text{CO}_2)_{\text{početno}} = 0,1\text{mol}$   
 $n(\text{CO}_2)_{\text{utrošeno}} = 0,02\text{mol}$   
 $n(\text{CO}_2)_{\text{višak}} = 0,08\text{mol}$  ... (1 bod)  
 $V(\text{CO}_2) = 0,08\text{mol} \cdot 22,4\text{mol/dm}^3 = 1,79\text{dm}^3$  ... (1 bod)

ukupno: **12 bodova**

- 5.** Data je smješa oksida: K<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO, ZnO, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Da bi izvršili identifikaciju i karakterizaciju izvršeni su sledeći eksperimenti:
- Dodavanjem vode dio smeše prelazi u rastvor pri čemu nastaje jaka baza i jedna kiselina.
  - Nerastvorni ostatak reaguje i sa hlorovodoničnom kiselinom i sa natrijum-hidroksidom.
  - Jedan oksid iz početne smješe ne reaguje ni sa vodom, ni sa hlorovodoničnom kiselinom, ni sa natrijum-hidroksidom.

- Jedan oksid iz početne smješe reaguje sa vodom dajući kiselinu koja je jača od karbonatne kiseline.
- a) Razvrstaj sve okside iz početne smješe prema sledećem redosledu: kiseli, bazni, neutralni i amfoterni oksidi.
- b) Napisati jednačine reakcija svih oksida koji mogu reagovati sa vodom.
- c) Napisati jednačine reakcija amfoternih oksida sa hlorovodoničnom kiselinom i natrijum-hidroksidom.
- d) Identifikuj koji oksid daje jaku bazu tokom eksperimenta, koji je hemijski inertan u datim uslovima a koji daje kiselinu koja je jača od karbonatne.

**Rješenje:**

- a) Kiseli oksidi:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$  ... (1 bod)
- Bazni oksidi:  $\text{K}_2\text{O}$  ... (1 bod)
- Neutralni oksidi:  $\text{CO}$  ... (1 bod)
- Amfoterni oksidi:  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ... (1 bod)
- b)  $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH}$  ... (1 bod)
- $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$  ... (1 bod)
- $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$  ... (1 bod)
- c) Kiselina:
- $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  ... (0,5 bodova)
- $\text{ZnO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$  ... (0,5 bodova)
- Baza:
- $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  ... (0,5 bodova)
- $\text{ZnO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$  ... (0,5 bodova)
- d) Jaka baza:  $\text{K}_2\text{O}$  ... (1 bod)
- Hemijski inertan:  $\text{CO}$  ... (1 bod)
- Daje kiselinu jaču od karbonatne:  $\text{N}_2\text{O}_5$  ... (1 bod)

ukupno: **12 bodova**

**6.** pH vrijednost 0,1 M rastvora sljedećih soli **raste** prema redosljedu:

- a)  $\text{NaCl} < \text{NH}_4\text{Cl} < \text{NaCN} < \text{HCl}$
- b)  $\text{HCl} < \text{NH}_4\text{Cl} < \text{NaCl} < \text{NaCN}$
- c)  $\text{NaCN} < \text{NH}_4\text{Cl} < \text{NaCl} < \text{HCl}$
- d)  $\text{HCl} < \text{NaCl} < \text{NaCN} < \text{NH}_4\text{Cl}$

Koji od navedenih nizova je ispravan. Obrazložiti svoj odgovor.

**Rješenje:**

Tačan odgovor je pod b) ... (5 bodova)

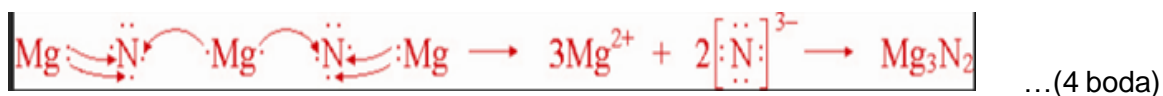
$\text{HCl}$  je jaka kiselina, najniži pH,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  daje kiseo rastvor,  $\text{NaCl}$  je neutralan a  $\text{NaCN}$  je bazan.

ukupno: **5 bodova**

7. U reakciji 0,273 g magnezijuma u atmosferi azota nastaje 0,378 g proizvoda. Odrediti empirijsku formulu jedinjenja nastalog u reakciji magnezijuma i azota. Prikažite Lewisovim formulama nastajanje hemijske veze u dobijenom jedinjenju.

**Rješenje:**

$$\begin{aligned} m(\text{Mg}) &= 0,273 \text{ g} \\ m(\text{N}) &= 0,378 - 0,273 = 0,105 \text{ g} && \dots(1 \text{ bod}) \\ n(\text{Mg}) &= 0,273 \text{ g} / 24,3 = 0,0112 \text{ mol} && \dots(1 \text{ bod}) \\ n(\text{N}) &= 0,105 / 14 = 0,0075 \text{ mol} && \dots(1 \text{ bod}) \\ n(\text{Mg}) : n(\text{N}) &= 0,0112 : 0,0075 \text{ } / : 0,0075 \\ n(\text{Mg}) : n(\text{N}) &= 1,5 : 1 \text{ } / \cdot 2 \\ n(\text{Mg}) : n(\text{N}) &= 3:2 \\ \text{Mg}_3\text{N}_2 &&& \dots(1 \text{ bod}) \end{aligned}$$

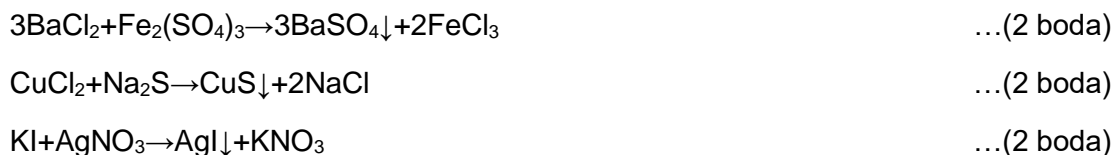


ukupno: **8 bodova**

8. Ako se pomiješaju vodeni rastvori soli, redom kako je navedeno, doći će do hemijskih reakcija. Izaberite **samo** one hemijske reakcije kod kojih će doći do nastanka taloga. Napišite jednačine tih hemijskih reakcija.

- Natrijum-hlorid i kalijum-nitrat
- Barijum-hlorid i gvožđe(III)-sulfat
- Natrijum-sulfat i bakar(II)-nitrat
- bakar(II)-hlorid i natrijum-sulfid
- kalijum-jodid i srebro-nitrat

**Rješenje:**



ukupno: **6 bodova**

9. Za sledeće tvrdnje odredi da li su tačne ili netačne i ukratko obrazloži odgovor.

- a) U svim jedinjenjima kiseonik ima oksidacioni broj -2.
- b)  $\text{MnO}_4^-$  je stabilniji u kiselom rastvoru nego u neutralnom.
- c) Elementi u najvišim oksidacionim stanjima uvijek djeluju kao jake redukcijske supstance.
- d) Prelazni metali mogu imati više različitih oksidacionih stanja jer d-elektroni učestvuju u hemijskim vezama.
- e) Redukcijska sposobnost metalnog natrijuma je veća od redukcijske sposobnosti cinka.

**Rješenje:**

- a) Netačno, postoje jedinjenja sa oksidacionim brojem -1(peroksidi), -1/2(superoksidi) i npr sa fluorom  $\text{OF}_2$  gdje je +2 jer je fluor elektronegativniji. ... (1 bod)
- b) Netačno, stabilniji je u neutralnom rastvoru ... (1 bod)
- c) Netačno, element u najvišem oksidacionom stanju ne može se dalje oksidovati i obično je jako oksidaciono sredstvo ne redukcijsko. ... (1 bod)
- d) Tačno, d-elektroni su relativno dostupni za vezivanje i energija između stanja je mala pa mogu stabilizovati više oksidacionih brojeva. ... (1 bod)
- e) Tačno, natrijum se nalazi u 1. grupi i ima 1 valentni elektron, nisku energiju jonizacije i lako prelazi u  $\text{Na}^+$  ... (1 bod)

ukupno: **5 bodova**

10. Izračunati pH vrijednost rastvora koji se dobija mješanjem 50ml 0,1M sirćetne kiseline i 50ml 0,2M rastvora natrijum-hidroksida. Odrediti koncentraciju hidroksidnog i acetatnog jona. Procijeniti da li hidroliza acetatnog jona značajno utiče na pH vrijednost (uz obrazloženje).  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})=1,8 \cdot 10^{-5}$ .

**Rješenje:**

$$\begin{aligned} V_1 &= 50\text{ml}, c_1 = 0,1\text{mol/dm}^3 - \text{CH}_3\text{COOH} \\ V_2 &= 50\text{ml}, c_2 = 0,2\text{mol/dm}^3 - \text{NaOH} \\ V_u &= 100\text{ml} = 0,1\text{dm}^3 \\ \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} &\rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} && \dots (1 \text{ bod}) \\ n(\text{CH}_3\text{COOH}) &= 0,1\text{mol/dm}^3 \cdot 0,05\text{dm}^3 = 0,005\text{mol} && \dots (1 \text{ bod}) \\ n(\text{NaOH}) &= 0,2\text{mol/dm}^3 \cdot 0,05\text{dm}^3 = 0,01\text{mol} && \dots (1 \text{ bod}) \\ \text{baza je u višku: } &0,01\text{mol} - 0,005\text{mol} = 0,005\text{mol} && \dots (1 \text{ bod}) \\ [\text{OH}^-] &= \frac{0,05}{0,1} = 0,05\text{M} && \dots (1 \text{ bod}) \\ [\text{CH}_3\text{COO}^-] &= 0,05\text{M} && \dots (1 \text{ bod}) \\ \text{pOH} &= -\log(0,05) \sim 1,3 \\ \text{pH} &= 12,7 && \dots (1 \text{ bod}) \\ \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} &\rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- && \dots (1 \text{ bod}) \\ K_b &= \frac{K_b}{K_a} = 5,6 \cdot 10^{-10} && \dots (1 \text{ bod}) \\ K_b &= \frac{x^2}{0,05} \end{aligned}$$

$x^2=2,8 \cdot 10^{-11}$ ,  $x=5,3 \cdot 10^{-6}$  ... (1 bod)  
Hidroliza acetatnog jona postoji ali je zanemarljiva i nema praktičan značaj. ... (2 boda)

ukupno: **12 bodova**

**11.** U svom prirodnom stanju u jezerima i podzemnim nalazištima, voda se nalazi u stanju ravnoteže. Međutim, tokom prenošenja i korićenja dolazi do promjena u pritisku i/ili temperaturi koje uzrokuju prirodnu hemijsku reakciju pa se u vodovodnim sistemima, zidovima slavina i spiralama bojlera taloži kamenac.

- Napišite jednačinu hemijske reakcije taloženja kamenca uz obavezno označavanje agregacionih stanja.
- Najefikasnija prirodna sredstva za čišćenje kamenca pronaći ćete na kuhinjskim policama. Sirće i limunov sok pomažu pri skidanju kamenca sa slavina i sličnih površina u domaćinstvu. Napišite jednačinu hemijske reakcije čišćenja kamenca sirćetom uz obavezno označavanje agregacionih stanja.
- Hlor i njegova jedinjenja najčešće se upotrebljavaju kao sredstva za dezinfekciju vode, bilo da se radi o dezinfekciji manjih količina vode u domaćinstvu ili o dezinfekciji većim količinama u vodovodima. Objasnite i jednačinama hemijskih reakcija dokažite "dezinfekciono dejstvo" hlora.

**Rješenje:**

- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  ... (2 boda)
- $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$  ... (2 boda)
- Objašnjenje: Dezinfekciono svojstvo pripisuje se nascentnom kiseoniku koji se stvara kao rezultat velikog afiniteta hlora prema vodoniku.  
Reakcije:  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$  ... (1 bod)  
 $\text{HClO}(\text{aq}) \rightarrow \text{HCl} + [\text{O}]$  ... (1 bod)

ukupno: **6 bodova**

**12.** Malonska kiselina je diprotonska kiselina formule  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$ ,  $K_{a1}=1,5 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{a2}=2,0 \cdot 10^{-6}$

- Napišite jednačinu druge faze protolitičke reakcije malonske kiseline sa vodom.
- U vodenom rastvoru 0,1M malonske kiseline prisutno je više vrsta anjona. Napišite formulu anjona kojeg u tom rastvoru ima najviše.
- Uzorak malonske kiseline u erlenmajeru pomiješan je sa 100ml vode i indikatorom, a zatim je dobijeni rastvor titrisan natrijum-hidroksidom. Za potpunu neutralizaciju ispitivanog uzorka utrošeno je 24,4 mL 0,150 M rastvora NaOH. Kolika je masa malonske kiseline u uzorku?
- Pri opisanoj titraciji korišćen je indikator fenolftalein. Kako je bio obojen rastvor malonske kiseline u erlenmajeru: -prije titracije i nakon dodatka viška titranta?

**Rješenje:**

- a)  $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{C}_3\text{H}_2\text{O}_4^{2-}$  ... (1 bod)
- b)  $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_4^-$  ... (1 bod)
- c)  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{C}_3\text{H}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  ... (1 bod)  
 $c(\text{NaOH})=0,15\text{M}$ ,  $V(\text{NaOH})=24,4\text{ml}=0,0244$   
 $n(\text{NaOH})=0,00366\text{mol}$  ... (1 bod)  
 $n(\text{NaOH}):n(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4)=2:1$   
 $n(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4)=0,00366/2=0,00183\text{mol}$  ... (1 bod)  
 $M(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4)=104\text{g/mol}$   
 $m(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4)=0,190\text{g}$  ... (1 bod)
- d) Prije titracije: bezbojan  
 Nakon dodatka viška NaOH: ljubičast (roz) ... (2 boda)

ukupno: **8 bodova**