

**- RJEŠENJA -**

**Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

Zadaci za 2. razred srednje škole

Zaporka: \_\_\_\_\_

**BODOVI**

		ostv.	maks.								
<p><b>1.</b> Napiši raspored elektrona po ljuskama za navedene atomske vrste.</p> <p>1.a) Cu <u>2, 8, 18, 1</u></p> <p>1.b) Fe<sup>3+</sup> <u>2, 8, 13</u></p> <p>1.c) I<sup>-</sup> <u>2, 8, 18, 18, 8</u></p> <p align="right"><b>3 × 0,5 boda</b></p>			<b>1,5</b>								
<p><b>2.</b> Ako je navedena tvrdnja točna, zaokruži slovo <b>T</b>. Ako je navedena tvrdnja netočna, zaokruži slovo <b>N</b>.</p> <p>2.a) Gustoća, viskoznost i napetost površine su intenzivna svojstva. <span style="float: right;"><b>T</b> N</span></p> <p>2.b) Dušikov(IV) oksid laboratorijski se može prirediti reakcijom bakra i koncentrirane dušične kiseline. <span style="float: right;"><b>T</b> N</span></p> <p>2.c) Molekula ugljikova(II) oksida izoelektronska je s molekulom kisika. <span style="float: right;">T <b>N</b></span></p> <p>2.d) Laki metali su oni čija je gustoća manja od gustoće vode. <span style="float: right;">T <b>N</b></span></p> <p align="right"><b>4 × 0,5 boda</b></p>			<b>2</b>								
<p><b>3.</b> Izračunaj množinu i masu formulskih jedinki u uzorku željezova(III) sulfata u kojemu je brojnost atoma kisika <math>3,50 \cdot 10^{24}</math>.</p> <p><math>n(O) = \frac{3,50 \cdot 10^{24}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = \mathbf{5,81 \text{ mol}}</math></p> <p><math>\frac{n[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]}{n(O)} = \frac{1}{12}</math></p> <p><math>n[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = \frac{5,81 \text{ mol}}{12} = \mathbf{0,484 \text{ mol}}</math></p> <p><math>m[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = 0,484 \text{ mol} \cdot 399,91 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{193,6 \text{ g}}</math></p> <p>za točnu numeričku vrijednost množine atoma kisika <b>0,5 boda</b>  za povezivanje množina atoma kisika i formulskih jedinki željezova(III) sulfata <b>0,5 boda</b>  za točnu numeričku vrijednost množine formulskih jedinki željezova(III) sulfata <b>0,5 boda</b>  za povezivanje množine i mase formulskih jedinki željezova(III) sulfata <b>0,5 boda</b>  za točnu masu formulskih jedinki željezova(III) sulfata <b>0,5 boda</b></p> <p align="right"><b>0,5 boda</b> <b>0,5 boda</b> <b>0,5 boda</b> <b>0,5 boda</b> <b>0,5 boda</b></p>			<b>2,5</b>								
<p><b>4.</b> Navedene okside: N<sub>2</sub>O, MnO, CaO, MnO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, CO i ZnO razvrstaj u tablicu prema njihovim kiselinsko-baznim svojstvima.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>kiseli</th><th>bazični</th><th>amfoterni</th><th>neutralni</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center"><u>Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub></u></td><td align="center"><u>MnO, CaO</u></td><td align="center"><u>MnO<sub>2</sub>, ZnO</u></td><td align="center"><u>N<sub>2</sub>O, CO</u></td></tr> </tbody> </table> <p align="right"><b>8 × 0,5 boda</b></p>	kiseli	bazični	amfoterni	neutralni	<u>Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub></u>	<u>MnO, CaO</u>	<u>MnO<sub>2</sub>, ZnO</u>	<u>N<sub>2</sub>O, CO</u>			<b>4</b>
kiseli	bazični	amfoterni	neutralni								
<u>Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub></u>	<u>MnO, CaO</u>	<u>MnO<sub>2</sub>, ZnO</u>	<u>N<sub>2</sub>O, CO</u>								

ostv. maks.

- 5.** Kemijskim vrstama navedenim u tablici napiši kemijsku formulu, nacrtaj Lewisovu strukturnu formulu i imenuj prostornu građu prema VSEPR teoriji.

kemijska vrsta	kemijska formula	Lewisova strukturna formula	prostorna građa
amonijev ion	$\text{NH}_4^+$	$\left[ \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \right]^+$	tetraedar
oksonijev (hidronijev) ion	$\text{H}_3\text{O}^+$	$\left[ \begin{array}{c} \text{H}-\ddot{\text{O}}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \right]^+$	trostrana (trigonska) piramida
molekula sumporovog(VI) oksida	$\text{SO}_3$	$\begin{array}{c} \cdot\ddot{\text{O}}\cdot \\    \\ \cdot\ddot{\text{O}}=\text{S}=\ddot{\text{O}}\cdot \end{array}$	trokutasta planarna (trokut)
molekula cijanovodika	$\text{HCN}$	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}:$	linearna

**6**

- 6.** Kemičari u laboratoriju često proizvode različite plinove kako bi ispitali njihova svojstva. Odgovori na sljedeća pitanja, pretpostavljajući da je kemičar u laboratoriju želio proizvesti plinove:  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCl}$  i  $\text{NH}_3$ .

- 6.a)** Napiši kemijske nazive onih plinova koje skupljamo u epruvete s otvorom okrenutim prema gore.

sumporov(IV) oksid, ugljikov(IV) oksid, klorovodik

**3 × 0,5 boda**

- 6.b)** Napiši kemijske nazive onih plinova koje skupljamo u epruvete s otvorom okrenutim prema dolje.

vodik, metan, amonijak

**3 × 0,5 boda**

- 6.c)** Koji se od navedenih plinova ne mogu skupljati pod vodom?

sumporov(IV) oksid, ugljikov(IV) oksid, amonijak, klorovodik

**4 × 0,5 boda**

- 6.d)** Razvrstaj plinove navedene u tekstu 6. zadatka prema polarnosti njihovih molekula.

polarni	nepolarni
$\text{NH}_3$ , $\text{HCl}$ , $\text{SO}_2$	$\text{H}_2$ , $\text{CH}_4$ , $\text{CO}_2$

**6 × 0,5 boda**

**Naputak za ispravljače:** U podzadacima 6.c i 6.d priznati i ako su odgovori napisani kemijskim formulama. U podzadacima 6.a i 6.b priznati samo kemijske nazive.

**8**

**- RJEŠENJA -**

**Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

Zadaci za 2. razred srednje škole

Zaporka: \_\_\_\_\_

**BODOVI**

	ostv.	maks.
<p><b>7.</b> U svakom od sljedećih primjera odredi kemijsku vrstu koja ima veću vrijednost za navedeno svojstvo.</p> <p><b>7.a)</b> ionski polumjer: <math>\text{Sc}^{3+}</math> ili <math>\text{K}^+</math> <u><math>\text{K}^+</math></u> <span style="float:right">0,5 boda</span></p> <p><b>7.b)</b> prvu energiju ionizacije: Na ili Rb <u>Na</u> <span style="float:right">0,5 boda</span></p> <p><b>7.c)</b> energiju veze: <math>\text{H}_2</math> ili <math>\text{Cl}_2</math> <u><math>\text{H}_2</math></u> <span style="float:right">0,5 boda</span></p> <p><b>7.d)</b> vrelište: HCl ili HI <u>HI</u> <span style="float:right">0,5 boda</span></p> <p><b>7.e)</b> elektronegativnost: S ili N <u>N</u> <span style="float:right">0,5 boda</span></p> <p><b>7.f)</b> tlak pare pri 20 °C: <math>\text{H}_2\text{O}</math> ili <math>\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}</math> <u><math>\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}</math></u> <span style="float:right">0,5 boda</span></p>		<b>3</b>
<p><b>8.</b> Natrijev karbonat je važna sirovina u kemijskoj industriji, a može se dobiti Solvayevim postupkom. Opisane promjene prikaži jednadžbama kemijskih reakcija, a svim reaktantima i produktima pripiši odgovarajuća agregacijska stanja.</p> <p><b>8.a)</b> Amonijak i ugljikov(IV) oksid uvode se u zasićenu vodenu otopinu natrijeva klorida, a hlađenjem otopine istaloži se natrijev hidrogenkarbonat.</p> <p>JKR: <u><math>\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{NH}_4^+(\text{aq})</math> ili <math>\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})</math></u></p> <p>točno navedeni svi reaktanti i produkti <span style="float:right">0,5 boda</span>  zapis izjednačen po masi i naboju <span style="float:right">0,5 boda</span>  korektno pripisana agregacijska stanja <span style="float:right">0,5 boda</span></p> <p><b>8.b)</b> Istaloženi natrijev hidrogenkarbonat odvaja se od ostatka smjese filtracijom, a zatim ga se žari pri čemu nastaju natrijev karbonat, ugljikov(IV) oksid i voda.</p> <p>JKR: <u><math>2 \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})</math></u></p> <p>točno navedeni svi reaktanti i produkti <span style="float:right">0,5 boda</span>  zapis izjednačen po masi i naboju <span style="float:right">0,5 boda</span>  korektno pripisana agregacijska stanja <span style="float:right">0,5 boda</span></p> <p><b>8.c)</b> Izračunaj masu natrijeva karbonata koja se Solvayevim postupkom može dobiti iz 1,00 tone tehničke soli u kojoj je maseni udio natrijeva klorida 0,97. Iskorištenje postupka je 85,0 %.</p> <p><math>m(\text{NaCl}) = w(\text{NaCl}) \cdot m(\text{sol}) = 970 \text{ kg}</math></p> <p><math>n(\text{NaCl}) = \frac{970\,000 \text{ g}}{58,44 \text{ g mol}^{-1}} = 1,66 \cdot 10^4 \text{ mol}</math>      <math>n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n(\text{NaCl})}{2} = 8,30 \cdot 10^3 \text{ mol}</math></p> <p><math>m(\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{teorijski}) = 8,30 \cdot 10^3 \text{ mol} \cdot 105,99 \text{ g mol}^{-1} = 880 \text{ kg}</math></p> <p><math>m(\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{dobiveno}) = [m(\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{teorijski}) \cdot \eta] / 100 \% = (880 \text{ kg} \cdot 85 \%) / 100 \% = 748 \text{ kg}</math></p> <p>za povezivanje masenog udjela i mase tehničke soli <span style="float:right">0,5 boda</span>  za povezivanje mase NaCl i množine NaCl <span style="float:right">0,5 boda</span>  za povezivanje množine NaCl i množine <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> <span style="float:right">0,5 boda</span>  za povezivanje množine <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> i mase <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> <span style="float:right">0,5 boda</span>  za korekciju mase u odnosu na iskorištenje <span style="float:right">0,5 boda</span></p>		<b>5,5</b>

ostv. maks.

- 9.** U 100 grama vode pri 20° C moguće je otopiti 33,7 g kalijeva klorida. Kakva je prema zasićenosti otopina u kojoj je pri toj temperaturi maseni udio kalijeva klorida 33,7 %?

**9.a)** Prema zasićenosti otopina je prezasićena.

**0,5 boda**

**9.b)** Svoj odgovor na pitanje **9.a)** potkrijepi izračunom.

$$m(\text{KCl}) = w(\text{KCl}) \cdot m(\text{otopina})$$

$$m(\text{KCl}) = 0,337 \cdot 133,7 \text{ g} = 45,0569 \text{ g} = \mathbf{45,1 \text{ g}}$$

za točan matematički izraz

**0,5 boda**

za točan izračun soli

**0,5 boda**

za korektnu primjenu mjernih jedinica

**0,5 boda**

**Naputak za ispravljače:** Priznati i rješenje koje nije zaokruženo na tri značajne znamenke. Priznati i izračun masenog udjela soli u zasićenoj otopini 0,252 (maseni postotak 25,2 %).

**2**

- 10.** Marko je odlučio prirediti amonijak pa je u epruvetu usuo odvagane mase amonijevog klorida i kalcijevog oksida. Pričvrstio je epruvetu za stativ u gotovo vodoravnom položaju i počeo s laganim zagrijavanjem bijele reakcijske smjese. Ubrzo se na stijenkama epruvete, bliže njezinom otvoru, pojavilo zamagljenje, a prostorijom se počeo širiti oštar neugodan miris.

**10.a)** Napiši jednadžbu kemijske reakcije kojom ćeš opisati kemijsku promjenu kojom je Marko priredio amonijak. Svim reaktantima i produktima pripiši odgovarajuća agregacijska stanja.



točno navedeni svi reaktanti i produkti

**0,5 boda**

zapis izjednačen po masi i naboju

**0,5 boda**

korektno pripisana agregacijska stanja

**0,5 boda**

**Naputak za ispravljače:** Priznati samo agregacijsko stanje  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .

**10.b)** Odredi mjerodavni reaktant u reakciji u kojoj reagira 3,0 g amonijeva klorida i 2,0 g kalcijeva oksida.

$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{3,0 \text{ g}}{53,49 \text{ g mol}^{-1}} = \mathbf{0,056 \text{ mol}} \quad n(\text{CaO}) = \frac{2,0 \text{ g}}{56,08 \text{ g mol}^{-1}} = \mathbf{0,036 \text{ mol}}$$

$$\xi(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{\Delta n(\text{NH}_4\text{Cl})}{v} = \frac{-0,056 \text{ mol}}{-2} = \mathbf{0,028 \text{ mol}}$$

$$\xi(\text{CaO}) = \frac{\Delta n(\text{CaO})}{v} = \frac{-0,036 \text{ mol}}{-1} = \mathbf{0,036 \text{ mol}}$$

za točnu numeričku vrijednost množine  $\text{NH}_4\text{Cl}$

**0,5 boda**

za točnu numeričku vrijednost množine  $\text{CaO}$

**0,5 boda**

točan izračun dosega za  $\text{NH}_4\text{Cl}$

**0,5 boda**

točan izračun dosega za  $\text{CaO}$

**0,5 boda**

Mjerodavni reaktant je  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

**0,5 boda**

**- RJEŠENJA -**

**Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

Zadaci za 2. razred srednje škole

Zaporka: \_\_\_\_\_

**BODOVI**

**10.c)** Izračunaj volumen amonijaka u litrama, koji nastaje u opisanoj reakciji pri 25 °C i tlaku od 1053 hPa.

$$V(\text{NH}_3) = \frac{0,056 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{105\,300 \text{ Pa}} = \mathbf{1,3 \text{ L}}$$

za točnu numeričku vrijednost volumena amonijaka

**0,5 boda**

**10.d)** Izračunaj masu neizreagiranog reaktanta.

$$n(\text{CaO}) = \frac{n(\text{NH}_4\text{Cl})}{2} = \frac{0,056 \text{ mol}}{2} = \mathbf{0,028 \text{ mol}}$$

$$n(\text{CaO, suvišak}) = 0,036 \text{ mol} - 0,028 \text{ mol} = \mathbf{8,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

$$m(\text{CaO, suvišak}) = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 56,08 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{0,45 \text{ g}}$$

za točnu numeričku vrijednost množine CaO

**0,5 boda**

za točnu numeričku vrijednost suviška množine CaO

**0,5 boda**

za točnu numeričku vrijednost suviška mase CaO

**0,5 boda**

za korektnu primjenu mjernih jedinica

**0,5 boda**

**6,5**

ostv. maks.

- 11.** Litij s halogenima tvori sljedeće spojeve: litijev fluorid, litijev klorid, litijev bromid i litijev jodid. Talištima navedenim u tablici pridruži kemijske formule navedenih litijevih halogenida.

kemijska formula	talište / °C
LiBr	550
LiCl	610
LiF	845
LiI	450

4 × 0,5 boda

2

- 12.** Atom X ima vrijednost relativnog koeficijenta elektronegativnosti 1,0, a atom Y 3,2. Raspored elektrona po ljuskama za atom X je 2,8,8,2 a za atom Y je 2,8,7.

**12.a)** Kojom vrstom kemijske veze su povezani atomi X i Y? ionskom vezom

0,5 boda

**12.b)** Napiši kemijsku formulu spoja kojeg tvore atomi X i Y. CaCl<sub>2</sub> ili XY<sub>2</sub>

0,5 boda

**12.c)** Koji atomi su reduksijsko sredstvo? kalcij (ili Ca ili X)

0,5 boda

**12.d)** Za atome X napiši kemijsku formulu oksida CaO (XO) i nitrida Ca<sub>3</sub>N<sub>2</sub> (X<sub>3</sub>N<sub>2</sub>).

2 × 0,5 boda

**Naputak za ispravljачe:** Priznati i odgovore pisane općim oznakama (XY<sub>2</sub>, XO i X<sub>3</sub>N<sub>2</sub>).

2,5

- 13.** **13.a)** Potpunim izgaranjem lančanog ugljikovodika oslobodilo se 0,112 litara ugljikovog(IV) oksida i 0,090 grama vodene pare. Volumen ugljikovog(IV) oksida izmjeren je pri 0 °C i tlaku 101 325 Pa. Relativna molekulska masa ugljikovodika je 42,08. Odredi formulu ugljikovodika.

$$n(\text{CO}_2) = \frac{0,112 \text{ L}}{22,4 \text{ L/mol}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,090 \text{ g}}{18,016 \text{ g/mol}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 0,01 \text{ mol}$$

$$N(\text{C}):N(\text{H}) = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} : \frac{0,01}{5 \cdot 10^{-3}} = 1 : 2 \quad \text{CH}_2$$

$$\frac{Mr}{Er} = \frac{42,08}{14,03} = 3 \quad \text{C}_3\text{H}_6$$

za točnu numeričku vrijednost množine ugljikovog(IV) oksida

0,5 bodova

za povezivanje množine atoma ugljika i množine ugljikovog(IV) oksida

0,5 bodova

za točnu numeričku vrijednost množine vode

0,5 bodova

za povezivanje množine vodika i množine vode

0,5 bodova

za točnu empirijsku formulu ugljikovodika

0,5 bodova

za točnu molekulsku formulu ugljikovodika

0,5 bodova

**- RJEŠENJA -**

**Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

Zadaci za 2. razred srednje škole

Zaporka: \_\_\_\_\_

**BODOVI**

13.b) Sažetom strukturnom formulom prikaži molekulu ugljikovodika.  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  .

0,5 boda

13.c) Sustavno ime ugljikovodika je propen .

0,5 boda

**Naputak za ispravljачe:** Moguće je da učenik odgovori i ciklopropan pa i to treba priznati.

**4**

ostv. maks.

**14.** Učitelj je Antoniu dao četiri metalna štapića: jedan od aluminija, jedan od cinka, jedan od bakra i jedan od željeza. Koji od navedenih štapića neće reagirati s razrijeđenom klorovodičnom kiselinom?

- A) cink
- ☒ B) bakar
- C) aluminij
- D) željezo

0,5 boda

**0,5**