

— RJEŠENJA —

Županijska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

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

**1.** Sljedeće tvrdnje označi kao točne (zaokruži slovo **T**) ili netočne (zaokruži slovo **N**).

Vitamin D topljiv je u ulju.	<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N
Masne kiseline sadržavaju najviše deset ugljikovih atoma u lancu.	<input type="radio"/> T	<input checked="" type="radio"/> N
Amini su organski derivati amonijaka.	<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N
Glukoza pripada skupini aldoza.	<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N
Anilin je sekundarni amin.	<input type="radio"/> T	<input checked="" type="radio"/> N
Vitamin K pripada skupini tokoferola.	<input type="radio"/> T	<input checked="" type="radio"/> N

Bodovanje:

6 × 0,5 = 3 boda

ostv.	maks.
	<b>3</b>

**2.** Napiši kemijsku formulu zadanih iona i odredi broj traženih subatomske čestice u njima.

Rješenje:

Ime iona	Kemijska formula iona	N
hidroksidni ion	$\text{OH}^-$	$N(p^+) = 9$
karbidni ion	$\text{C}\equiv\text{C}^{2-}$ ili $\text{C}_2^{2-}$ Priznati i $\text{C}^{4-}$ (6 p <sup>+</sup> ) i $\text{C}_3^{4-}$ (18 p <sup>+</sup> )	$N(p^+) = 12$
arsenitni ion	$\text{AsO}_3^{3-}$	$N(e^-) = 60$

6 × 0,5 = 3 boda

ostv.	maks.
	<b>3</b>

**3.** Neptunijeva serija radioaktivnog raspada (Np-237) završava stabilnom jezgrom talija-205. Kroz niz α-raspada i β<sup>-</sup> raspada do jezgre francija-221 između ostalih jezgara nastaje i U-233 te Ac-225. Napiši jednačbe nuklearnih raspada, korak po korak, u kojima se jezgra Np-237 raspada do Fr-221.

Rješenje:



Svaka točno napisana jednačba nosi 0,5 bod.

6 × 0,5 bodova = 3 boda

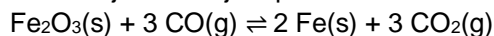
Napomena: priznati i druga rješenja koja prikazuju alfa-raspade i beta-raspade te uključuju jezgre U-233 i Ac-225 ako su jednačbe izjednačene po nukelonskom i protonskom broju.

ostv.	maks.
	<b>3</b>

Ukupno bodova na stranici 1:

ostv.	maks.
	<b>9</b>

**4.** Na 1000 K konstanta ravnoteže za reakciju redukcije željezova(III) oksida s ugljikovim monoksidom iznosi  $K_p = 19,90$ . Reakcija se odvija u posudi stalna volumena od 4000 mL i glasi:



**4.a)** Odredi broj jediničnih reakcijskih pretvorbi definiranih navedenom jednačbom kemijske reakcije koje se dogode od početka reakcije do trenutka kada parcijalni tlak ugljikova monoksida iznosi 0,800 atm, ako se u početku reakcije u spremniku nalazio ugljikov monoksid pod tlakom od 1,600 atm i željezov(III) oksid u suvišku.

Rješenje:

$$n(\text{CO}) = \frac{pV}{RT} = \frac{81060,00 \text{ Pa} \cdot 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{Pa m}^3}{\text{K mol}} \cdot 1000 \text{ K}}$$

$$n(\text{CO}) = 0,0389 \text{ mol}$$

$$\xi(\text{CO}) = \Delta n(\text{CO})/v(\text{CO}) = -0,0389 \text{ mol}/-3 = 0,0129 \text{ mol}$$

$$N_r = \xi(\text{CO}) \cdot N_A = 0,01588 \text{ mol} \cdot 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = \mathbf{7,828 \times 10^{21}}$$

Izračunata vrijednost množine CO s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

Točno izračunat doseg

0,5 bodova

Točno izračunat broj reakcijskih pretvorbi

0,5 bodova

Napomena: priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnoga rješenja.

**4.b)** Izračunaj ravnotežne parcijalne tlakove ugljikova dioksida i ugljikova monoksida ako je na početku reakcije parcijalni tlak ugljikova monoksida 0,978 atm. Rezultat izrazi u kPa.

Rješenje:

	$p(\text{CO})/\text{atm}$	$p(\text{CO}_2)/\text{atm}$
početak	0,978	0
promjena	-3x	+3x
ravnoteža	0,978 - 3x	3x

$$K_p = \frac{p^3(\text{CO}_2)}{p^3(\text{CO})} \quad p(\text{CO}) = 0,978 - 3 \cdot 0,238 = 0,264 \text{ atm} = \mathbf{26,75 \text{ kPa}}$$

$$19,9 = \frac{p^3(\text{CO}_2)}{p^3(\text{CO})} / \sqrt[3]{\quad} \quad p(\text{CO}_2) = 3 \cdot 0,238 = 0,714 \text{ atm} = \mathbf{72,35 \text{ kPa}}$$

$$2,71 = \frac{3x}{0,978 - 3x}$$

$$x = 0,238$$

Točno napisani izraz za tlačnu konstantu kemijske ravnoteže

0,5 bodova

Točno uvrštene vrijednosti ravnotežnih tlakova

0,5 bodova

Točno izračunata vrijednost x

0,5 bodova

Točno izračunat ravnotežni parcijalni tlak CO s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

Točno izračunat ranotežni tlak CO<sub>2</sub> s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

Točno preračunate vrijednosti  $p(\text{CO})$  i  $p(\text{CO}_2)$  u kPa

0,5 bodova

Napomena: priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnoga rješenja.

ostv.

maks.

**4,5**

- 5.** 5.a) Na temelju podataka zadanih u tablici izračunaj entalpije stvaranja svih spojeva iz jednadžbi kemijskih reakcija R1 – R5.

reakcija	Jednadžba kemijske reakcije	$\Delta_r H^\circ$ / kJ/mol
R1	$4 \text{ C(s)} + 4 \text{ H}_2\text{(g)} + 2 \text{ O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{ CH}_3\text{CO}_2\text{H(l)}$	- 969,0
R2	$2 \text{ H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{(g)} + \text{ O}_2\text{(g)}$	+ 571,6
R3	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH(l)} + \text{ O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H(l)} + \text{ H}_2\text{O(l)}$	- 492,6
R4	$\text{C}_2\text{H}_2\text{(g)} + \text{ H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO(l)}$	- 137,3
R5	$\text{CH}_3\text{CHO(l)} + \text{ H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH(l)}$	- 81,3

$$\Delta_f H^\circ(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H(l)}) = \Delta_r H^\circ(\text{R1})/2 = - 484,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O(l)}) = - \Delta_r H^\circ(\text{R2})/2 = - 285,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_r H^\circ(\text{R3}) = [\Delta_f H^\circ(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) + \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [\Delta_f H^\circ(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})]$$

$$- 492,6 \text{ kJ/mol} = (- 484,5 \text{ kJ/mol}) + (- 285,8 \text{ kJ/mol}) - \Delta_f H^\circ(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = - 277,7 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_r H^\circ(\text{R5}) = [\Delta_f H^\circ(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})] - [\Delta_f H^\circ(\text{CH}_3\text{CHO})]$$

$$- 81,3 \text{ kJ/mol} = - 277,7 \text{ kJ/mol} - \Delta_f H^\circ(\text{CH}_3\text{CHO})$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{CH}_3\text{CHO}) = - 196,4 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_r H^\circ(\text{R4}) = [\Delta_f H^\circ(\text{CH}_3\text{CHO})] - [\Delta_f H^\circ(\text{C}_2\text{H}_2) + \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O})]$$

$$- 137,3 \text{ kJ/mol} = - 196,4 \text{ kJ/mol} - \Delta_f H^\circ(\text{C}_2\text{H}_2) + 285,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{C}_2\text{H}_2) = 226,7 \text{ kJ/mol}$$

Točno određene standardne entalpije stvaranja spojeva s pripadajućom točnom mjernom jedinicom

5 x 0,5 bodova = 2,5 bodova

Napomena: priznati i drugačije načine rješavanja ako su rezultati točni.

- 5.b) U tablici se nalaze upisane kemijske formule odabranih organskih spojeva. U prazna polja upiši navedene podatke o vrelištu pri atmosferskome tlaku zadanih spojeva.

Vrelište / °C	-84,7	20,8	78,2	117,9
---------------	-------	------	------	-------

Spoj	Vrelište / °C
CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	
CH <sub>3</sub> CHO	
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	

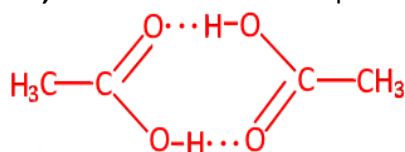
Rješenje:

Spoj	Vrelište / °C
CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	117,9
CH <sub>3</sub> CHO	20,8
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	78,2
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	-84,7

Točno povezani spojevi s vrelištima

4 x 0,5 bodova = 2 boda

- 5.c) Strukturnim formulama prikaži dimer octene kiseline.



Za točno prikazan dimer octene kiseline s naznačenim vodikovim vezama

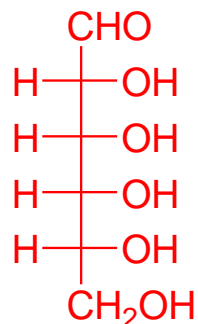
1 bod

ostv.	maks.
	5,5

**6.** D-aloza je aldohexozna kojoj su sve hidroksilne skupine na istoj strani molekulske okosnice u Fischerovoj projekcijskoj formuli.

**6.a)** Fischerovom projekcijskom formulom prikaži molekulu D-aloze.

Rješenje:



1 bod

**6.b)** Izračunaj molalnost vodene otopine aloze čiji tlak pare na 40 °C iznosi 7,246 kPa. Tlak para čiste vode pri 40 °C iznosi 7,384 kPa.

Rješenje:

$$x(\text{H}_2\text{O}) = \frac{p_{ot}}{p(\text{H}_2\text{O})} = \frac{7,246 \text{ kPa}}{7,384 \text{ kPa}} = 0,981$$

$$x(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1 - 0,981 = 0,019$$

$$x(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{b(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot m(\text{H}_2\text{O})}{b(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O})} =$$

$$\frac{b(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{b(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + 1 / M(\text{H}_2\text{O})}$$

$$0,019 = \frac{b(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{b(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + 0,0555 \text{ mol}}$$

$$b(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1,075 \times 10^{-3} \text{ mol/g} = 1,075 \text{ mol/kg}$$

Točno napisan izraz za množinski udio vode

Izračunati množinski udjeli vode i aloze

Točno napisan izraz za množinski udio pomoću molalnosti

Točno izračunata vrijednost molalnosti s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

2 x 0,5 bodova = 1 bod

1 bod

1 bod

Napomena: priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnoga rješenja.

ostv.

maks.

4,5

— RJEŠENJA —

Županijska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

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

**7.** 7.a) Nizom od četiri jednadžbe kemijskih reakcija prikaži dobivanje tetrametilamonijeva bromida reakcijom brometana i amonijaka u suvišku.

Rješenje:

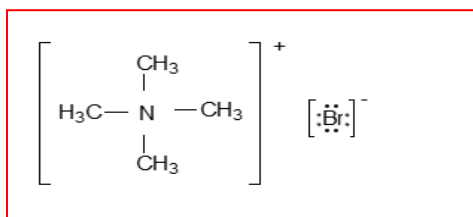
1.  $\text{CH}_3\text{Br} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{NH}_4\text{Br}$
2.  $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{CH}_3\text{Br} + \text{NH}_3 \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{NH} + \text{NH}_4\text{Br}$
3.  $(\text{CH}_3)_2\text{NH} + \text{CH}_3\text{Br} + \text{NH}_3 \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{N} + \text{NH}_4\text{Br}$
4.  $(\text{CH}_3)_3\text{N} + \text{CH}_3\text{Br} \rightarrow [(\text{CH}_3)_4\text{N}]\text{Br}$

Za svaku točno napisanu i izjednačenu jednadžbu dobiva se 1 bod.

4 × 1 = 4 boda

7.b) Lewisovom strukturnom formulom prikaži formulsku jedinku tetrametilamonijeva bromida.

Rješenje:



Točna strukturna formula amonijeva iona nosi 0,5 bodova te bromidnog iona 0,5 bodova.

2 × 0,5 bodova = 1 bod

ostv.

maks.

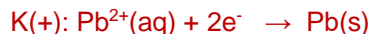
5

Ukupno bodova na stranici 5  
nastavak:

ostv.	maks.
	5

**8.** Zadani su standardni elektrodni potencijali olova, magnezija i bizmuta:  $E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,13\text{V}$ ,  $E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,37\text{V}$  i  $E^\circ(\text{Bi}^{3+}/\text{Bi}) = 0,32\text{V}$ .

**8.a)** Galvanski članak sastoji se od olovne elektrode uronjene u otopinu olovova(II) nitrata množinske koncentracije  $1,0\text{ mol/dm}^{-3}$  i elektrode magnezija uronjene u otopinu magnezijeva nitrata množinske koncentracije  $1,0\text{ mol/dm}^{-3}$ . Prikaži jednadžbama kemijskih reakcija procese na elektrodama.



Točna reakcija oksidacije s točno označenom elektrodom nosi 0,5 bodova.

Točna reakcija redukcije s točno označenom elektrodom nosi 0,5 bodova.

Točna ukupna reakcija članka nosi 0,5 bodova.

3 x 0,5 bodova = 1,5 bodova

Napomena: priznati jednadžbe i bez navedenih agregacijskih stanja.

**8.b)** Napiši shematski prikaz galvanskog članka opisanog u zadatku 8a.



Točno napisan shematski prikaz sa svim točno navedenim agregacijskim stanjima

1 bod

Napomena: priznati i shemu članka u kojoj su polučlanci odvojeni crtkanom linijom ili zarezom.

**8.c)** Mogu li dvovalentni ioni olova oksidirati atome bizmuta? Obrazloži svoj odgovor.

Dvovalentni ioni olova ne mogu oksidirati atome bizmuta. Olovo je slabo oksidacijsko sredstvo pa ne može oksidirati bizmut. Ili:

Kako je elektrodni potencijal potencijalnog članka između olova i bizmuta negativan, reakcija u članku nije spontana, što znači da dvovalentni ioni olova ne mogu oksidirati bizmut.

Točan zaključak da olovni ioni ne mogu oksidirati bizmut nosi 0,5 bodova.

Obrazloženje zaključka u kojemu se spominju ili jakost oksidacijskih/redukcijskih sredstava, elektrodni potencijali ili negativan elektrodni potencijal članka nosi 0,5 bodova.

2 x 0,5 bodova = 1 bod

**8.d)** U dva serijski spojena elektrolizera provodi se elektroliza. U prvom elektrolizeru elektrolizira se talina magnezijeva klorida, a u drugom talina bizmutova(III) oksida. Nakon elektrolize masa izlučenog magnezija iznosi 20 grama. Izračunaj masu izlučenog bizmuta.

$$n(\text{Mg}) \times z(\text{Mg}) = n(\text{Bi}) \times z(\text{Bi}) \quad \text{ili} \quad n(\text{Bi}) / n(\text{Mg}) = z(\text{Bi}) / z(\text{Mg})$$

$$m(\text{Bi}) = \frac{2 \cdot m(\text{Mg}) \cdot M(\text{Bi})}{3 \cdot M(\text{Mg})} = \frac{2 \cdot 20,0\text{ g} \cdot 209,0\text{ g}}{3 \cdot 24,3\text{ g/mol}} = 114,6\text{ g}$$

Točan izraz za II. Faradayev zakon

0,5 bodova

Točan izraz za izračun mase bizmuta

0,5 bodova

Točno izračunata vrijednost mase bizmuta s pripadajućom mjernom jedinicom

1 bod

ostv.	maks.
	<b>5,5</b>

— RJEŠENJA —

Županijska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

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

**9.** Nacrtaj oblik (prostorni raspored atoma u ionu) koji imaju zadani ioni. Navedi imena oblika prostorne građe navedenih iona prema VSEPR modelu.

**Rješenje:**

Ioni	Oblik čestice (prostorni raspored)	Naziv oblika prostorne građe iona prema VSEPR teoriji.
$[\text{SbCl}_6]^-$		oktaedar
$\text{Br}_3^+$		kutna molekula ili V-oblik
$[\text{IF}_4]^+$		poput ljuljačke ili klackalica
$[\text{S}_2\text{O}_3]^{2-}$		tetraedar

Točno nacrtan oblik nosi 1 bod, točno ime oblika 0,5 bodova.

Napomena: dvostruka veza u ionu  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  može biti na bilo kojoj poziciji u prostornom rasporedu, kao što i atom sumpora može biti na bilo kojem kraju oblika te vezan dvostukom vezom, no priznaju se prostorni rasporedi koji su prikazani kao u rješenju.

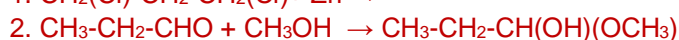
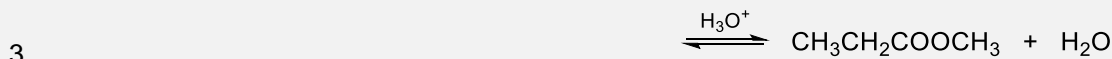
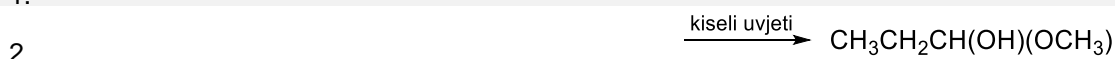
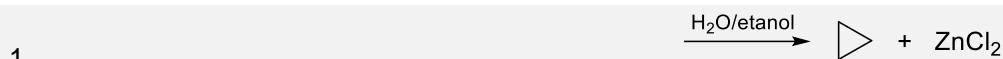
4 x 1,5 = 6 bodova

Priznati strukture nacrtane klinatom formulom.

ostv. maks.

6

**10.** Dopuni jednačbe kemijskih reakcija sažetim strukturnim formulama reaktanata:



Za svaku ispravano napisanu i izjednačenu jednačbu 1 bod

3 x 1 bod = 3 boda

ostv. maks.

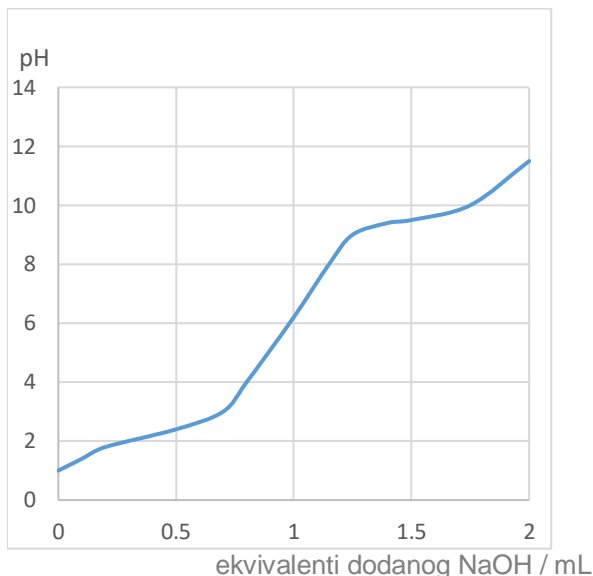
3

Ukupno bodova na stranici 6:

ostv. maks.

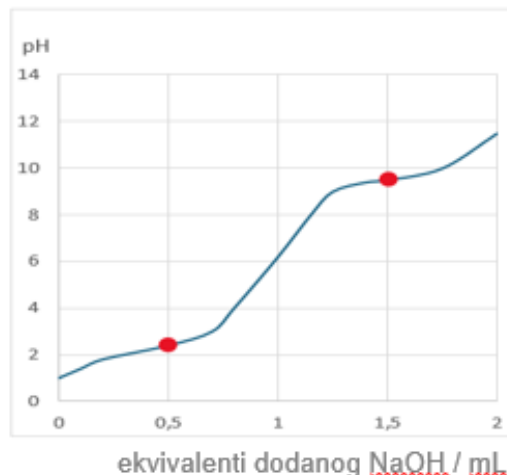
9

**11.** Titracijska krivulja prikazuje promjenu pH-vrijednosti vodene otopine alanina titiranog natrijevom lužinom odgovarajuće množinske koncentracije. Vrijednosti konstanti disocijacija funkcijskih skupina alanina su  $K_{a1} = 5,011 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  i  $K_{a2} = 1,99 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ .



11.b) Označi točke na krivulji koje odgovaraju vrijednostima  $pK_{a1}$  i  $pK_{a2}$ .

Rješenje:



**11.a.)** Izračunaj vrijednosti  $pK_{a1}$  i  $pK_{a2}$ .

Rješenje:

$$pK_{a1} = -\log(K_{a1}/\text{mol/L}) = -\log(5,011 \times 10^{-3}) = 2,3$$

$$pK_{a2} = -\log(K_{a2}/\text{mol/L}) = -\log(1,99 \times 10^{-10}) = 9,7$$

Točno izračunate vrijednosti  $pK_{a1}$  i  $pK_{a2}$

2 x 0,5 bodova = 1 bod

**11.b)** Označi točke na krivulji koje odgovaraju vrijednostima  $pK_{a1}$  i  $pK_{a2}$ .

Točno označene točke  $pK_a$  vrijednosti

2 x 0,5 bodova = 1 bod

**11. c)** Izračunaj vrijednost izoelektrične točke.

$$pH(I) = \frac{pK_{a1} + pK_{a2}}{2} = \frac{2,3 + 9,7}{2} = 6$$

Točan izraz za računanje  $pH(I)$

0,5 bodova

Točna vrijednost  $pH(I)$

0,5 bodova

**10.d)** Prikaži strukturne formule *zwitteriona*, kationskog i anionskog oblika molekule 2-aminopropanske kiseline (alanin).

Rješenje:

kationski oblik	<i>zwitterion</i>	anionski oblik

Točne strukturne formule

3 x 0,5 bodova = 1,5 bodova

**10.e)** Napiši jednadžbu kemijske reakcije klorovodične kiseline s alaninom, kojega prikaži u molekulskom nenabijenom obliku.



Točno napisana i izjednačena jednadžba kemijske reakcije

1 bod

Priznati i jednadžbu u kojoj su alanin i produkt prikazani strukturnom formulom.

ostv.	maks.
	<b>5,5</b>



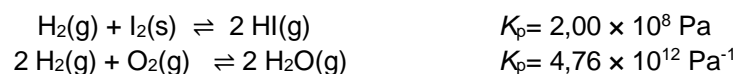
— RJEŠENJA —

Županijska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

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

**12.** Na nekoj određenoj temperaturi konstante ravnoteže za reakcije iznose:



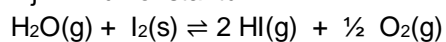
**12.a)** Napiši izraz za tlačnu konstantu kemijske ravnoteže reakcije nastajanja jodovodika.

$$K_p = \frac{p(\text{HI})^2}{p(\text{H}_2)}$$

Točan izraz zakona kemijske ravnoteže

0,5 bodova

**12.b)** Izračunaj tlačnu konstantu ravnoteže za reakciju:



Rješenje:

$$K_p = K_p(\text{HI}) \frac{1}{\sqrt{K_p(\text{H}_2\text{O})}}$$

$$K_p = 2 \times 10^8 \text{ Pa} \frac{1}{\sqrt{4,76 \times 10^{12} \text{ Pa}^{-1}}} = 91,67 \text{ Pa}^{3/2}$$

Točan izraz za konstantu ravnoteže

0,5 bodova

Točna vrijednost konstante ravnoteže

0,5 bodova

ostv.	maks.
	1,5

Ukupno bodova na stranici 8:

ostv.	maks.
	1,5

— RJEŠENJA —

Županijska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

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

---

---

1. stranica	+	2. stranica	+	3. stranica	+	4. stranica	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
5. stranica	+	6. stranica	+	7. stranica	+	8. stranica	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
					=	<b>Ukupni bodovi</b>	<b>50</b>

---

---