

**Školska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.**

Zadatci za 4. razred srednje škole

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

**1.**

U navedenim zadacima zaokruži jedan točan odgovor.

**1.a)** Koji od navednih kemijskih elemenata ima samo jedan stabilan izotop?

- A. vodik
- B. fluor**
- C. silicij
- D. krom

**1.b)** Kojem kemijskom elementu masa protona u jezgri njegova atoma iznosi 25 % mase protona u jezgri atoma magnezija?

- A. litiju**
- B. beriliju
- C. boru
- D. dušiku

**1.c)** Koliko elektrona pripada svim s-orbitalama neutralnog atoma kobalta u osnovnom stanju?

- A. 2
- B. 4
- C. 6
- D. 8**

**1.d)** Koja od navednih tvari ima najviše talište?

- A. magnezijev oksid**
- B. magnezijev klorid
- C. magnezijev jodid
- D. magnezijev fosfat

za svaki točan odgovor 0,5 bodova

4 × 0,5 = 2 boda

ostv.	maks.
	<b>2</b>

**2.**

Divalentni kation prijelaznog metala s 24 elektrona kemijski se veže s jednovalentnim anionom nemetala s 54 elektrona.

**2.a)** Napiši kemijske simbole čestica i njihove potpune elektronske konfiguracije slijedom popunjavanja podljusaka.

Čestica	Elektronske konfiguracije slijedom popunjavanja podljusaka
$\text{Fe}^{2+}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$
$\text{I}^-$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6$ ili $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$

**2.b)** Kada sol opisanog spoja kristalizira iz vodene otopine na jednu formulsku jedinku spoja vezane su četiri molekule vode. Napiši kemijsku formulu i naziv soli.

$\text{FeI}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , željezov(II) jodid tetrahidrat

točne oznake čestica

2 × 0,5 = 1 bod

točno napisana elektronske konfiguracije (priznati samo potpuni dulji oblik zapisa)

2 × 1 = 2 boda

točna formula soli

0,5 bodova

točan naziv soli

0,5 bodova

ostv.	maks.
	<b>4</b>

Ukupno bodova na stranici 1:

ostv.	maks.
	<b>6</b>

**Školska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.**

Zadatci za 4. razred srednje škole

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

**3.** **3.a)** Jod-131 koristi se u liječenju tumora štitnjače. Vrijeme poluraspada tog radioizotopa je 6,21 dan. U utorak je na odjel nuklearne medicine stigla pošiljka s 46,7 mg joda-131. Radioizotop nije korišten do četvrtka istog tjedna. Izračunaj preostalu masu radioizotopa 48 sati nakon dolaska pošiljke.

$$T_{1/2} = 6,21 \text{ dan}$$

$$t = 48 \text{ sat} = 2 \text{ dan}$$

$$m_0 = 46,7 \text{ mg}$$

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$m = m_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$m = 46,7 \text{ mg} \cdot 2^{-\frac{2}{6,21}}$$

$$m = 37,36 \text{ mg}$$

točan početni izraz zakona radioaktivnog raspada

1 bod

točno povezivanje izraza zakona radioaktivnog raspada i mase

0,5 bodova

točan konačni rezultat s mjernom jedinicom

1 bod

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

**3.b)** Radioaktivnim raspadom joda-131 nastaje ksenon-131. Napiši odgovarajuću jednadžbu nuklearne reakcije koja prikazuje taj raspad.



točno napisana jednadžba

1 bod

Napomena: za jednadžbu napisanu bez oznake antineutrina priznati 0,5 boda

**3.c)** Koju česticu pored neutrina emitira jezgra atoma pri  $\beta^+$  raspadu?

\_\_\_\_\_ pozitron \_\_\_\_\_

točan odgovor

0,5 bodova

**3.d)** Ksenonov atom, kada je pobuđen, emitira svjetlost valne duljine 467 nm. Izračunaj energiju tog fotona i izrazi je u eV. Planckova konstanta iznosi  $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ , a brzina svjetlosti u vakuumu  $3,00 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}}{4,67 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 4,26 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = 2,26 \text{ eV}$$

točan izraz koji povezuje energiju fotona i valnu duljinu

0,5 bodova

točano izračunana energija u džulima

0,5 bodova

točan iznos energije fotona u eV

0,5 bodova

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

**3.d)** Kojem dijelu spektra elektromagnetskoga zračenja odgovara svjetlost valne duljine 467 nm?

Emitirano zračenje pripada vidljivom dijelu spektra (plava boja).

točan odgovor

0,5 bodova

ostv.	maks.
	<b>6</b>

ostv.	maks.
	<b>6</b>

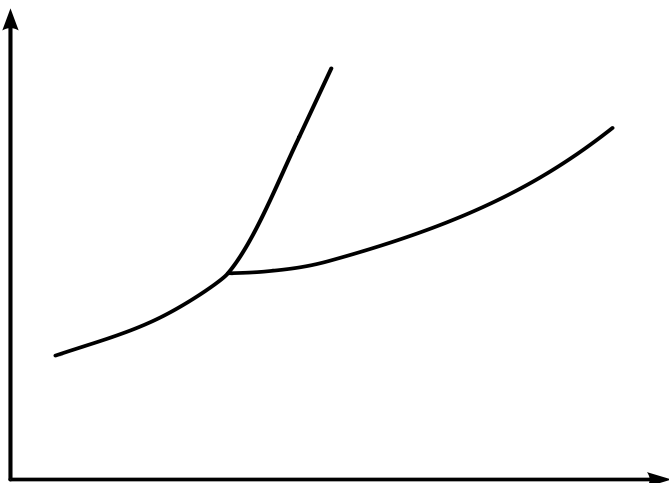
Školska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

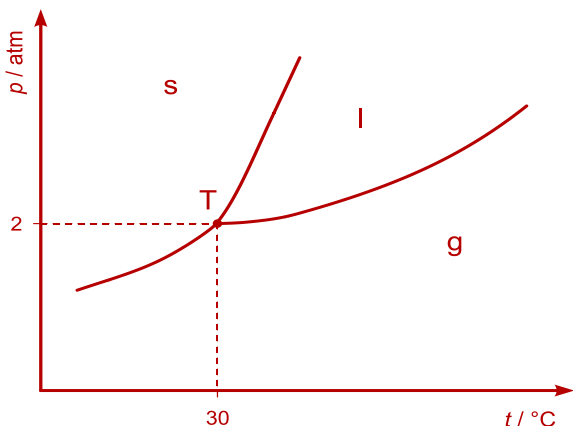
Zaporka: \_\_\_\_\_

4. Jedna od definicija faznog dijagrama kaže da on prikazuje promjenu faznog sastava u odnosu na tlak i temperaturu te uvjete tlaka i temperature gdje su u ravnoteži različite faze tvari.

4.a) Na prikazanom faznom dijagramu ispravno označi osi, fazna područja i trojnu točku (2 atm, 30 °C).



Rješenje:



pravilno navedene fizikalne veličine uz odgovarajuće osi	0,5 bodova	
navedene odgovarajuće mjerne jedinice fizikalnih veličina (priznaju se druge jedinice za tlak i temperaturu ukoliko su ispravno preračunate za trojnu točku)	0,5 bodova	
pravilno označena trojna točka	0,5 bodova	
pravilno označena agregacijska stanja	3 x 0,5 bodova	3 boda

4.b) Kako se naziva krivulja koja razdvaja čvrsto od plinovitog agregacijskog stanja tvari?

\_\_\_\_\_ krivulja sublimacije \_\_\_\_\_

0,5 bodova

4.c) U kojem agregacijskom stanju će se nalaziti tvar pri 293 K i 3 atm?

\_\_\_\_\_ u čvrstom agregacijskom stanju \_\_\_\_\_

0,5 bodova

4.d) Zašto se govori o ravnoteži u definiciji faznog dijagrama?

\_\_\_\_\_ govori se o ravnoteži jer su u uvjetima tlaka i temperature koji na dijagramu odgovaraju ucrtanim linijama dva (ili više) agregacijska stanja u ravnoteži. \_\_\_\_\_

0,5 bodova

ostv.	maks.
	<b>4,5</b>

ostv.	maks.
	<b>4,5</b>

**5.** 5.a) U elektroliznom članku grafitne su elektrode uronjene u vodenu otopinu natrijeva nitrata i spojene na izvor istosmjernje struje. Prikaži jednadžbama polureakcija reakcije na katodi i anodi te ukupnu jednadžbu reakcije.



Ukupna jednadžba:



točno napisana jednadžba redukcije izjednačena po masi i naboju

1 bod

točno napisana jednadžba oksidacije izjednačena po masi i naboju

1 bod

točno napisana ukupna jednadžba izjednačena po masi i naboju

1 bod

5.b) Za elektrolizu je uzeto 100 g vodene otopine natrijeva nitrata masenog udjela 40,0 %. Nakon elektrolize maseni udio natrijeva nitrata u otopini iznosio je 60,0 %. Koliki je ukupni volumen razvijenih plinova tijekom elektrolize pri temperaturi 25,0 °C i tlaku 100 kPa? Volumen plina izrazi u litrama.

$$m_1(\text{ot.}) = 100 \text{ g}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = w_1(\text{NaNO}_3, \text{ot.}) \cdot m_1(\text{ot.}) = 0,40 \cdot 100 \text{ g} = 40 \text{ g}$$

$$m_1(\text{H}_2\text{O}) = m_1(\text{ot.}) - m(\text{NaNO}_3) = 100 \text{ g} - 40 \text{ g} = 60 \text{ g}$$

$$m_2(\text{ot.}) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{w_2(\text{NaNO}_3, \text{ot.})} = \frac{40 \text{ g}}{0,6} = 66,67 \text{ g}$$

$$m_2(\text{H}_2\text{O}) = m_1(\text{ot.}) - m_2(\text{ot.}) = 100 \text{ g} - 66,67 \text{ g} = 33,33 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m_2(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{33,33 \text{ g}}{18,02 \text{ g mol}^{-1}} = 1,85 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1,85 \text{ mol}}{2} = 0,925 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2\text{O}) = 1,85 \text{ mol}$$

$$n_{\text{uk}}(\text{O}_2 + \text{H}_2) = n(\text{O}_2) + n(\text{H}_2) = 0,925 \text{ mol} + 1,85 \text{ mol} = 2,775 \text{ mol}$$

$$V_{\text{uk}} = \frac{n_{\text{uk}} \cdot R \cdot T}{p} = \frac{2,775 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{100\,000 \text{ Pa}} = 0,0687 \text{ m}^{-3} = 68,7 \text{ L}$$

točna masa otopine nakon elektrolize s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

točna masa elektrolizirane vode s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

točne množine vode, kisika i vodika s pripadajućom mjernom jedinicom

3 × 0,5 = 1,5 bodova

točan izraz za računanje ukupnog volumena

0,5 bodova

točan ukupan volumen plinova s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

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

ostv. maks.

6,5

— RJEŠENJA —

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

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

**6.**

**6.a)** Priređena je vodena otopina mravlje kiseline množinske koncentracije  $0,30 \text{ mol dm}^{-3}$ . Jednadžbom kemijske reakcije prikaži ionizaciju mravlje kiseline u vodi. Napiši agregacijska stanja svih sudionika reakcije.

$\text{HCOOH(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{HCOO}^{\text{-}}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^{\text{+}}(\text{aq})$  ili  $\text{HCOOH(aq)} \rightleftharpoons \text{HCOO}^{\text{-}}(\text{aq}) + \text{H}^{\text{+}}(\text{aq})$

točno napisana jednadžba izjednačenu po masi i naboju te točno napisana strelica 1 bod  
točna agregacijska stanja 0,5 bodova

**6.b)** Napiši izraz za konstantu ionizacije mravlje kiseline.

$K_a = \frac{[\text{HCOO}^{\text{-}}][\text{H}_3\text{O}^{\text{+}}]}{[\text{HCOOH}]}$  ili  $K_a = \frac{[\text{HCOO}^{\text{-}}][\text{H}^{\text{+}}]}{[\text{HCOOH}]}$

točno napisan izraz 0,5 bodova

**6.c)** Izračunaj pH-vrijednost otopine mravlje kiseline, ako je  $\text{p}K_a = 3,75$ .

$K_a = 1,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$   
 $[\text{H}_3\text{O}^{\text{+}}] = \sqrt{K_a \cdot c[\text{HCOOH}]} \quad [\text{H}_3\text{O}^{\text{+}}] = 7,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

$\text{pH} = 2,14$

točna vrijednost konstante ionizacije kiseline s odgovarajućom mjernom jedinicom 0,5 bodova  
točno izračunana koncentracija oksonijevih iona s odgovarajućom mjernom jedinicom 0,5 bodova  
točna pH-vrijednost 1 bod

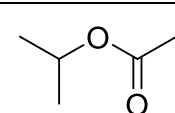
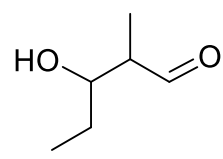
**6.d)** Napiši jednadžbu kemijske reakcije mravlje kiseline s natrijevim hidrogenkarbonatom i označi agregacijska stanja reaktanata i produkata.

$\text{HCOOH(aq)} + \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{HCOONa(aq)} + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(l)}$

točno napisana i izjednačena jednadžba prema masi i naboju 1 bod  
točna agregacijska stanja 0,5 bodova

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

**7.** Napiši sustavna imena spojeva čije su molekule prikazane zadanim strukturnim formulama.

Strukturna formula	Ime spoja
	izopropil-acetat (izopropil-etanoat) ili propan-2-il-acetat (propan-2-il-etanoat) ili 1-metiletil-acetat (1-metiletil-etanoat)
	3-hidroksi-2-metilpentanal

točni sustavni nazivi 2 x 0,5 = 1 bod

	ostv.	maks.
		<b>1</b>

Ukupno bodova na stranici 5:

ostv.	maks.
	<b>6,5</b>

8. Empirijska formula jednog ravnolančastog ugljikovodika je  $\text{CH}_2$ . Njegova relativna molekulska masa je 84,12.

8.a) Odredi molekulsku formulu spoja.

$$\text{Mr}(\text{CH}_2) = 12,01 + 2 \times 1,008 = 14,03$$

$$\text{Mr}(\text{spoj}) / \text{Mr}(\text{CH}_2) = 84,12/14,03 = 5,99 = 6$$

Molekulska formula:  $\text{C}_6\text{H}_{12}$

točno izračunata relativna molekulska masa na temelju empirijske formule

0,5 bodova

točno izračunata vrijednost omjera  $\text{Mr}$  spoja i  $\text{Mr}(\text{CH}_2)$

0,5 bodova

točna molekulska formula

0,5 bodova

8.b) Navedi uobičajeni naziv ovog ugljikovodika. \_\_\_\_\_

Heksen (priznati i ostala točna imena, npr. heks-1-en, heks-2-en, heks-3-en).

točan naziv spoja

0,5 bodova

8.c) Veznim crticama nacrtaj strukturne formule četiriju konstitucijskih izomera zasićenih ugljikovodika sa šest atoma ugljika i to:

	strukture
i) jedan izomer u kojem su svi atoma ugljika sekundarni	
ii) dva izomera koji imaju po dva primarna, dva sekundarna i dva tercijarna atoma ugljika	
iii) jedan izomer koji ima dva primarna, tri sekundarna i jedan kvaterni atom ugljika	

točno nacrtana struktura

4 x 1 = 4 boda

8.d) Nacrtani su lančasti konstitucijski izomeri molekulske formule  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ . Napiši njihova imena prema pravilima nomenklature IUPAC.

strukturne formule molekula				
imena prema pravilima nomenklature iupac-a	2-metilpent-1-en	3-metilpent-1-en	2-metilpent-2-en	trans-4-metilpent-2-en ili E-4-metilpent-2-en

svako ime izomera nosi po 0,5 bodova

4 x 0,5 = 2 boda

ako geometrijski izomer (4-metilpent-2-en) ima stereokemijsku oznaku *trans* ili *E* dodati još 0,5 boda

0,5 bodova

ostv.

maks.

8,5

**Školska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.**

Zadatci za 4. razred srednje škole

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

**9.** U svakom od navedenih parova kemijskih elemenata zaokruži kemijski simbol elementa koji ima veću prvu energiju ionizacije.

1. Ne ili **He**

2. **Na** ili K

3. **Mg** ili Al

4. C ili **N**

5. **P** ili S

6. F ili **Ar**

za svaki ispravan odgovor 0,5 bodova

6 × 0,5 = 3 boda

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

**10.** Reakcijom 15,0 g kalcijeva oksida i 36,0 mL dušične kiseline masenog udjela 58,0 % i gustoće 1,37 g/mL nastaju topljiva sol i voda.

**10.a)** Napiši jednadžbu opisane kemijske reakcije i označi agregacijska stanja reaktanata i produkata.



JKR točno napisana i izjednačena 1 bod  
točna agregacijska stanja 0,5 bodova

ukupno 1,5 bodova

**10.b)** Primjenom kemijskog računa odredi mjerodavni reaktant u opisanoj reakciji.

$$M(\text{CaO}) = 56,08 \text{ g/mol}; \quad n(\text{CaO}) = 0,267 \text{ mol}$$

$$M(\text{HNO}_3) = 63,02 \text{ g/mol}; \quad m(\text{HNO}_3) = \rho \cdot w \cdot V = 28,606 \text{ g}; \quad n(\text{HNO}_3) = 0,453 \text{ mol}$$

$$\frac{\Delta n(\text{CaO})}{\nu} = \frac{-0,267 \text{ mol}}{-1} = 0,267 \text{ mol}$$

$$\frac{\Delta n(\text{HNO}_3)}{\nu} = \frac{-0,453 \text{ mol}}{-2} = 0,227 \text{ mol} \quad \text{mjerodavni reaktant}$$

za točno izračunatu množinu kalcijeva oksida s pripadajućom mjernom jedinicom 0,5 bodova,

za točno izračunatu masu s pripadajućom mjernom jedinicom HNO<sub>3</sub> 0,5 bodova,

za točno izračunatu množinu dušične kiseline s pripadajućom mjernom jedinicom 0,5 bodova

za točno izračunati doseg CaO 0,5 bodova

za točno izračunati doseg HNO<sub>3</sub> 0,5 bodova

za točno naveden mjerodavni reaktant 0,5 bodova

3 boda

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

**10.c)** Izračunaj masu soli nastale opisanom reakcijom.

$$n(\text{HNO}_3) : n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 2:1$$

$$M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 164,1 \text{ g/mol}; \quad n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 0,906 \text{ mol}, \quad m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 148,7 \text{ g}$$

točan odnos množina mjerodavnog reaktanta i soli 0,5 bodova

za točno izračunatu množinu soli 0,5 bodova

za točno izračunatu masu soli s točnom mjernom jedinicom 0,5 bodova

3 × 0,5 = 1,5 bodova

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

ostv.

maks.

**6**

— RJEŠENJA —

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

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

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

Klorovodik je ionski spoj.

T  N

Reakcijom kalcija s vodom nastaju samo  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{OH}^-$  ioni.

T  N

Berilijev oksid je bazični oksid.

T  N

Reakcijom karbonatnog iona s vodom nastaju  $\text{HCO}_3^-$  i  $\text{OH}^-$  ioni.

T N

Barijev sulfat je u vodi slabo topljiva sol.

T N

Ion  $\text{H}^-$  je, kao snažan donor elektrona, Lewisova kiselina.

T  N

za svaki ispravan odgovor 0,5 bodova

6 × 0,5 = 3 boda

ostv.	maks.
	3

Ukupno bodova na stranici 8:

ostv.	maks.
	3

