

		ostv.	maks.
<p><b>1.</b> Ampulice sadrže sljedeće uzorke: 0,10 mola molekula pentana, 0,20 mola molekula butena, 1,00 mol molekula vodika i 1,50 mol molekula klorovodika. Koji uzorak sadrži najveći broj atoma vodika?</p> <p>A) pentan B) buten C) vodik D) klorovodik</p>			
			<b>0,5</b>
<p><b>2.</b> Natrijev azid je bijeli kristalični prah, a pomiješan s oksidacijskim sredstvom i silicijevim dioksidom nalazi se u automobilskim zračnim jastucima koji pri sudaru štite putnike od udarca. U reakciji se natrijev azid raspada pri čemu nastaje plinoviti dušik koji napuše zračni jastuk.</p> <p><b>2.a)</b> Natrijev azid sastoji se od pozitivnih iona natrija i negativnih azidnih iona koji su štapičaste građe. Lewisovom strukturnom formulom prikaži azidni ion.</p> <p align="center"> <math display="block">\left[ :\ddot{\text{N}}=\text{N}=\ddot{\text{N}}: \right]^{-}</math>             ili             <math display="block">\left[ \text{N}\equiv\text{N}-\ddot{\text{N}}: \right]^{-}</math> </p> <p>za točnu topologiju (povezanost atomskih srži) <b>0,5 boda</b>              za prikazanu strukturu s uglatim zagradama <b>0,5 boda</b>              za naveden ukupni naboj prikazane jedinice <b>0,5 boda</b>              za prikaz svih valentnih elektrona <b>0,5 boda</b>              za točan broj veznih crtica (elektronskih parova) <b>0,5 boda</b>              za točan broj neveznih elektronskih parova <b>0,5 boda</b></p> <p><b>Naputak za ispravljače:</b> Bodovati jednu od navedenih struktura.</p> <p><b>2.b)</b> Izračunaj masu natrijevog azida potrebnu za razvijanje dušika koji će pri 300 °C i tlaku od jedne atmosfere napuhati zračni jastuk do volumena 0,0108 m<sup>3</sup>.</p> <p> <math display="block">m(\text{NaN}_3) = n(\text{NaN}_3) \cdot M_r(\text{NaN}_3) = 2/3 [n(\text{N}_2) \cdot M_r(\text{NaN}_3)]</math> <math display="block">= 2/3 \{ [p(\text{N}_2) \cdot V(\text{N}_2) / T(\text{N}_2) \cdot R] \cdot M_r(\text{NaN}_3) \}</math> <math display="block">= 2/3 \{ [101\,325 \text{ Pa} \cdot 0,0108 \text{ m}^3 / 573 \text{ K} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}] \cdot 64,02 \text{ g mol}^{-1} \}</math> <math display="block">= 9,804 \text{ g}</math> </p> <p>za povezivanje <math>n(\text{N}_2)</math> i <math>n(\text{NaN}_3)</math> <b>0,5 boda</b>              za primjenu opće plinske jednačbe <b>0,5 boda</b>              za korektnu primjenu mjernih jedinica <b>0,5 boda</b>              za točnu numeričku vrijednost mase <b>0,5 boda</b></p> <p><b>Naputak za ispravljače:</b> Prihvatiti mase iskazane s manjim ili većim brojem značajnih znamenki.</p>			
			<b>5</b>

ostv. maks.

- 3.** Reakcijom zemnoalkalijskog metala s klorom nastaje ionski spoj **X**. Miješanjem vodene otopine u kojoj je bilo 1,533 g spoja **X** s vodenom otopinom srebrova nitrata nastalo je 4,616 g bijelog taloga.

**3.a)** Napiši jednadžbu kemijske reakcije taloženja koja je opisana u tekstu zadatka 3.

JKR:  $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$        $\text{MgCl}_2(\text{aq}) + 2 \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{AgCl}(\text{s}) + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$   
 za točno navedene reaktante i produkte 0,5 boda  
 za zapis izjednačen po masi i naboju 0,5 boda  
 za korektno pripisana agregacijska stanja 0,5 boda

**3.b)** Odredi kemijsku formulu spoja **X**.

$\text{M}^{2+} \Rightarrow$  dvovalentni kation zemnoalkalijskog metala  
 $A_r(\text{M}^{2+}) = M_r(\text{MCl}_2) - 2 A_r(\text{Cl})$   
 $= [m(\text{MCl}_2) / n(\text{MCl}_2)] - 2 A_r(\text{Cl})$        $n(\text{MCl}_2) = n(\text{AgCl}) / 2$   
 $= \{ [2 m(\text{MCl}_2) / n(\text{AgCl})] \cdot \text{mol g}^{-1} \} - 2 A_r(\text{Cl})$   
 $= \{ [2 m(\text{MCl}_2) \cdot M(\text{AgCl})] / m(\text{AgCl}) \cdot \text{mol g}^{-1} \} - 2 A_r(\text{Cl})$   
 $= \{ [2 \cdot 1,533 \text{ g} \cdot 143,35 \text{ g mol}^{-1} / 4,616 \text{ g}] \cdot \text{mol g}^{-1} \} - 70,90$   
 $A_r(\text{M}^{2+}) = 24,31 \Rightarrow \text{Mg}$

za povezivanje  $A_r(\text{M}^{2+})$  i  $M_r(\text{MCl}_2)$  0,5 boda  
 za povezivanje  $n(\text{M}^{2+})$  i  $n(\text{AgCl})$  0,5 boda  
 za povezivanje  $n(\text{M}^{2+})$  i  $n(\text{AgCl})$  (primjena valencije) 0,5 boda  
 za korektnu uporabu mjernih jedinica 0,5 boda  
 za točno numeričko rješenje 0,5 boda  
 za identifikaciju zemnoalkalijskog metala 0,5 boda  
 za kemijsku formulu spoja **X** 0,5 boda

**3.c)** Izračunaj doseg kemijske reakcije opisane u tekstu zadatka 3.

$$\xi = \frac{\Delta n(\text{MgCl}_2)}{\nu(\text{MgCl}_2)} = 0,0161 \text{ mol}$$

za uporabu izraza za doseg 0,5 boda  
 za točnu numerički vrijednost dosega 0,5 boda  
 za doseg iskazan mjernom jedinicom 0,5 boda

**Naputak za ispravljače:** Priznati i drugačije izračunat doseg reakcije (preko promjena množina drugih sudionika kemijske reakcije).

**3.d)** Što će se dogoditi kada bijeli talog koji je nastao miješanjem otopina navedenih u tekstu zadatka 3 izložimo djelovanju Sunčeve svjetlosti? Objasni svoj odgovor i napiši odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije.



Ako talog srebrova klorida osvjetlimo Sunčevom svjetlošću, on će posivjeti zbog izlučivanja elementarnog srebra. Srebrovi halogenidi raspadaju se pod utjecajem svjetla.

za točno navedene reaktante i produkte 0,5 boda  
 za zapis izjednačen po masi i naboju 0,5 boda  
 za korektno navedena agregacijska stanja svih reaktanata i produkata 0,5 boda  
 za promjenu boje (sivo ili crno) 0,5 boda  
 za objašnjenje (utjecaj svjetlosti) 0,5 boda

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

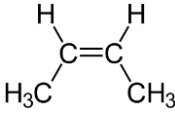
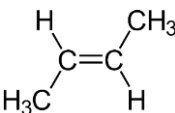
- |             |   |          |          |
|-------------|---|----------|----------|
| <b>2.a)</b> | Amonijev ion sadrži jednak broj elektrona kao i atom neona.   | <b>T</b> | <b>N</b> |
| <b>2.b)</b> | Energija potrebna za uklanjanje prvog elektrona iz električki nenabijene čestice smanjuje se s porastom protonskog broja u periodi. | <b>T</b> | <b>N</b> |
| <b>2.c)</b> | Druga energija ionizacije magnezija veća je od druge energije ionizacije natrija.   | <b>T</b> | <b>N</b> |
| <b>2.d)</b> | Ukupan broj subatomske čestice u nuklidu $^{81}\text{Br}$ dvostruko je veći od broja protona u atomu cerija.                        | <b>T</b> | <b>N</b> |
| <b>2.e)</b> | Anion fluora veći je od kationa natrija.  | <b>T</b> | <b>N</b> |
| <b>2.f)</b> | Vrelište sumpora niže je od vrelišta žive.  | <b>T</b> | <b>N</b> |

6 x 0,5 boda

**3**

ostv. maks.

- 5.** 5.a) U tablici su prikazane strukturne formule spojeva **A**, **B**, **C** i **D** čija je molekulska formula  $C_4H_8$ .  
Popuni tablicu sustavnim imenima zadanih spojeva (obрати pozornost na položaj atoma i atomskih skupina na ugljikovim atomima koji su povezani dvostrukom vezom).

	strukturna formula	sustavno ime
<b>A</b>	$CH_3CH_2CH=CH_2$	<i>but-1-en</i>
<b>B</b>		<i>cis-but-2-en</i>
<b>C</b>		<i>trans-but-2-en</i>
<b>D</b>	$CH_2=C(CH_3)_2$	<i>2-metilpropen</i>

**4 × 0,5 boda**

- 5.b) Koji su od spojeva prikazanih u tablici stereoizomeri? Objasni svoj odgovor.

*Stereoizomeri su spojevi B i C, ili cis- i trans-but-2-en.*

*Spojevi B (cis-but-2-en) i C (trans-but-2-en) imaju istu molekulsku formulu i jednaki slijed*

*kovalentno vezanih atoma, a razlikuju se prostornim razmještajem atoma odnosno skupina.*

za točno određene stereoizomere (ili B i C ili cis- i trans-but-2-en)

**0,5 boda**

za objašnjenje odabira na temelju točne definicije stereoizomera

**0,5 boda**

- 5.c) Koji će od spojeva navedenih u tekstu 5. zadatka (**A**, **B**, **C** i **D**) u reakciji s bromovodikom dati dva produkta?

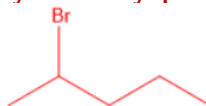
*Spoj A, but-1-en*

za točno određen spoj

**0,5 boda**

- 5.d) Strukturnom formulom s valentnim crticama prikaži strukturu glavnog produkta reakcije pent-1-ena i bromovodika. Objasni svoj odgovor.

*Prema Markovnikovljevom pravilu, glavni produkt kemijske reakcije pent-1-ena i bromovodika je 2-brompentan.*



za točno određen glavni produkt reakcije

**0,5 boda**

za točan strukturni prikaz

**0,5 boda**

za točno objašnjenje reakcijskog ishoda (primjena Markovnikovljevog pravila)

**0,5 boda**

ostv. maks.

- 6.** Konstanta ravnoteže otapanja magnezijeva hidroksida (produkt topljivosti) u vodi pri 25 °C iznosi  $5,61 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}$ .

- 6.a)** Napiši ravnotežnu jednadžbu kemijske reakcije za otapanje magnezijeva hidroksida u vodi.



za sve navedene reaktante i produkte

0,5 boda

za zapis izjednačen po masi i naboju

0,5 boda

za korektno pripisana agregacijska stanja svih reaktanata i produkata

0,5 boda

za uporabu oznake ravnotežnih pretvorbi

0,5 boda

- 6.b)** Napiši izraz za konstantu ravnoteže otapanja magnezijeva hidroksida u vodi.

$$K_{\text{sol}} = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2$$

za točno napisan izraz za konstantu ravnoteže otapanja

0,5 boda

- 6.c)** Na temelju izraza za konstantu ravnoteže otapanja magnezijeva hidroksida izračunaj ravnotežnu množinsku koncentraciju  $\text{Mg(OH)}_2$  u otopini pri 25 °C.

$$n(\text{Mg}^{2+}) : n(\text{OH}^-) = 1 : 2 \quad n(\text{Mg}^{2+}) = \frac{1}{2} n(\text{OH}^-)$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = \frac{1}{2} [\text{OH}^-] \text{ ili } [\text{OH}^-] = 2 [\text{Mg}^{2+}]$$

$$K_{\text{sol}} = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 \quad K_{\text{sol}} = 4 [\text{Mg}^{2+}]^3 = 4 [\text{Mg(OH)}_2]^3$$

$$[\text{Mg(OH)}_2] = \sqrt[3]{\frac{1}{4} K_{\text{sol}}} = 1,12 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

za točno određen odnos množina magnezijevih i hidroksidnih iona

0,5 boda

za točno postavljen izraz za konstantu ravnoteže

0,5 boda

za točnu numeričku vrijednost ravnotežne koncentracije  $\text{Mg}^{2+}$  u otopini

0,5 boda

za korektnu uporabu mjernih jedinica

0,5 boda

**4,5**

- 7.** Ugljikov(II) oksid i dušik su pri sobnoj temperaturi plinovi bez boje i mirisa.

- 7.a)** Lewisovim strukturnim formulama prikaži molekulu dušika i molekulu ugljikova(II) oksida.



za prikaz svih valentnih elektrona u Lewisovim strukturnim formulama

2 x 0,5 boda

za točan broj veznih i neveznih elektrona u Lewisovim strukturnim formulama

2 x 0,5 boda

- 7.b)** Popuni tablicu podacima koji nedostaju.

	CO	N <sub>2</sub>
<i>M<sub>r</sub></i>	28	28
broj elektrona u molekuli	14	14
polarnost molekule	polarna molekula	nepolarna molekula
vrsta međumolekulskih sila	dipol-dipol privlačenja	Londonove sile (inducirani dipol – inducirani dipol)

8 x 0,5 boda

**Naputak za ispravljače:** Kao vrstu međumolekulskih sila priznati i van der Waalsove sile.

**– RJEŠENJA –**

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

Zadaci za 3. razred srednje škole

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

**BODOVI**

**7.c)** Koji će od navedenih plinova imati više vrelište? Objasni svoj odgovor.

Više će vrelište imati ugljikov monoksid zbog jačih međumolekulskih privlačnih sila.

**0,5 boda**

**7.d)** Kojoj vrsti oksida pripada ugljikov monoksid prema svojim kiselinsko-baznim svojstvima?

Ugljikov monoksid je neutralni oksid.

**0,5 boda**

	<b>7</b>
--	----------

**- RJEŠENJA -**

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

Zadaci za 3. razred srednje škole

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

**BODOVI**

			ostv.	maks.
<b>8.</b>	Za sljedeće primjere ravnotežnih kemijskih reakcija odgovori hoće li se povećati ili smanjiti udio produkata u reakcijskoj smjesi, ako se promijene navedni uvjeti.			
<b>8.a)</b>	$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 3 \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$	$\Delta_r H = 206 \text{ kJ mol}^{-1}$		
	Ako povećamo temperaturu, udio produkata će se <u>povećati</u> .		0,5 boda	
<b>8.b)</b>	$4 \text{NH}_3(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{N}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\Delta_r H = -227 \text{ kJ mol}^{-1}$		
	Ako povećamo tlak udio produkata će se <u>smanjiti</u> .		0,5 boda	
<b>8.c)</b>	$2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	$\Delta_r H = -58 \text{ kJ mol}^{-1}$		
	Ako smanjimo temperaturu udio produkata će se <u>povećati</u> .		0,5 boda	
<b>8.d)</b>	$3 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{O}_3(\text{g})$	$\Delta_r H = 143 \text{ kJ mol}^{-1}$		
	Ako smanjimo tlak udio produkata će se <u>smanjiti</u> .		0,5 boda	
				<b>2</b>
<b>9.</b>	Odredi odnose za tvari ili kemijske vrste u navedenim parovima.			
<b>9.a)</b>	Koja tvar ima više vrelište?	$\text{CH}_3\text{CH}_3$ ili $\text{CH}_2=\text{CH}_2$	<u><math>\text{CH}_3\text{CH}_3</math></u>	
			0,5 boda	
<b>9.b)</b>	Koja kemijska vrsta ima veću energiju ionizacije?	$\text{Mg}^+$ ili $\text{Na}^+$	<u><math>\text{Na}^+</math></u>	
			0,5 boda	
<b>9.c)</b>	Koja kemijska vrsta je polarna?	$\text{SO}_2$ ili $\text{SO}_3$	<u><math>\text{SO}_2</math></u>	
			0,5 boda	
<b>9.d)</b>	Koja tvar tvori amfoterni oksid?	$\text{Cu}$ ili $\text{Zn}$	<u><math>\text{Zn}</math></u>	
			0,5 boda	
				<b>2</b>

- 10. 10 a)** Na temelju podataka iz tablice izračunaj reakcijsku entalpiju za reakciju izgaranja etanola uz dovoljan pristup kisika. Molarna entalpija kondenzacije vode iznosi 41 kJ/mol, a molarna entalpija isparavanja etanola 39 kJ/mol.

kemijska veza	$\Delta_b H / \text{kJ mol}^{-1}$
O-H	467
C-H	413
O=O	495
C=O	799
C-C	347
C-O	358

$$\Delta_r H = -[3 \Delta_{\text{vap}} H(\text{H}_2\text{O}) + 4 \Delta_b H(\text{C}=\text{O}) + 6 \Delta_b H(\text{O}-\text{H})] +$$

$$[\Delta_{\text{vap}} H(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) + 5 \Delta_b H(\text{C}-\text{H}) + \Delta_b H(\text{C}-\text{C}) + \Delta_b H(\text{C}-\text{O}) + \Delta_b H(\text{O}-\text{H}) - 3 \Delta_b H(\text{O}=\text{O})]$$

$$\Delta_r H = (-123 - 4 \cdot 799 - 6 \cdot 467 + 39 + 5 \cdot 413 + 347 + 358 + 467 + 3 \cdot 495) \text{ kJ/mol}$$

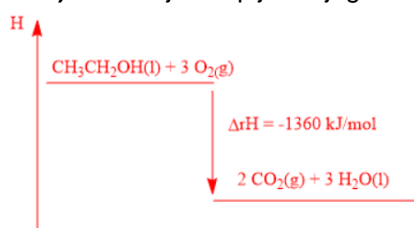
$$\Delta_r H = (-123 - 5998 + 39 + 4722) \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_r H = -1360 \text{ kJ/mol}$$

u JKR izgaranja etanola navedeni svi reaktanti i produkti  
 JKR izgaranja etanola izjednačena po masi i naboju  
 korektno navedena agregacijska stanja svih reaktanata i produkata  
 uporabljena entalpija isparavanja etanola  
 uporabljena trostruka vrijednost entalpije kondenzacije vode  
 točno izračunata ukupna entalpija produkata  
 točno izračunata ukupna entalpija reaktanata  
 točna numerička vrijednost reakcijske entalpije  
 točan predznak reakcijske entalpije  
 reakcijska entalpija prikazana s mjernom jedinicom

0,5 boda  
 0,5 boda  
 0,5 boda  
 0,5 boda  
 0,5 boda  
 0,5 boda  
 0,5 boda  
 0,5 boda  
 0,5 boda

- 10.b)** Nacrtaj entalpijski dijagram za reakciju izgaranja etanola.



za označen smjer ordinate  
 za navedenu veličinu uz ordinatu  
 za dobar odnos položaja reaktanata i produkata  
 za naveden smjer promjene u dijagramu

0,5 boda  
 0,5 boda  
 0,5 boda  
 0,5 boda



**– RJEŠENJA –**

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

Zadaci za 3. razred srednje škole

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

**BODOVI**

**10.c)** Izračunaj toplinu potrebnu da se uzorku vode mase 1,810 kg povisi temperaturu za 50 °C. Specifični toplinski kapacitet vode iznosi 4,18 J g<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>.

$$Q = m(\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta t = 1810 \text{ g} \cdot 4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 50 \text{ K}$$

$$Q = 378\,290 \text{ J} \Rightarrow 378,3 \text{ kJ}$$

za primjenu izraza za izračun potrebne topline  
za točnu numeričku vrijednost potrebne topline  
za korektnu uporabu mjernih jedinica

**0,5 boda**

**0,5 boda**

**0,5 boda**

**8,5**

**11.** Zita je rješavala kemijsku zagonetku. Kao polazne tvari zadani su joj aluminij, kalcij, natrij i fosfor. Trebalo je odgonetnuti koja je tvar čiji će i oksid i klorid s vodom dati otopine u kojima će lakmus papir jednako reagirati. Koju je od navedenih tvari Zita trebala odabrati?

- A) Al
- B) Ca
- C) Na
- ☒ D) P

**0,5**

ostv. maks.

- 12.** Neutralni atomi ugljika i silicija imaju isti broj valentnih elektrona. Zbog kojeg svojstva atoma silicija su Si-Si veze slabije od C-C veza?

- A) Veći polumjer.  
B) Veći efektivni naboj jezgre.  
C) Manja energija ionizacije.  
D) Manji volumen.

**0,5**

- 13.** Na temelju podataka iz tablice izračunaj masu kalijeva nitrata koji će istaložiti iz 200 g zasićene vodene otopine ove soli kada je ohladimo od 50 °C do 20 °C?

$t / ^\circ\text{C}$	10	20	30	40	50
$w(\text{KNO}_3) / \%$	18,4	25,1	32,2	39,2	46,5

Pri 50 °C

$$w(\text{KNO}_3) = 46,5 \%$$

$$m_1(\text{KNO}_3) = 0,465 \cdot 200 \text{ g} = 93,0 \text{ g}$$

$$m_1(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ g} - 93,0 \text{ g} = 107 \text{ g}$$

Pri 20 °C

$$m(\text{KNO}_3) = x$$

$$w(\text{KNO}_3) = \frac{x}{x + m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$0,251x + (0,251 \cdot 107 \text{ g}) = x$$

$$0,251x + 26,86 \text{ g} = x$$

$$26,86 \text{ g} = 0,749x$$

$$x = m(\text{KNO}_3) = 35,86 \text{ g}$$

$$m(\text{KNO}_3) \text{ koja se taloži} = 93,0 \text{ g} - 35,86 \text{ g} = 57,1 \text{ g}$$

za točnu numeričku vrijednost mase  $\text{KNO}_3$  u otopini pri 50°C

za točnu numeričku vrijednost mase vode

za točnu numeričku vrijednost mase  $\text{KNO}_3$  u otopini pri 20 °C

za točnu numeričku vrijednost mase  $\text{KNO}_3$  koja se taloži

za korektnu uporabu mjernih jedinica

**0,5 boda**

**0,5 boda**

**0,5 boda**

**0,5 boda**

**0,5 boda**

**2,5**