

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

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

1. 1.1. Promotri tablicu u kojoj su navedena vrelišta acikličkih konstitucijskih izomera pentena označenih slovima od **A** do **F**. Izomeri su podijeljeni u dvije skupine s obzirom na oblik ugljikovodičnoga lanca.

Skupina	Oznaka spoja	$t_v / ^\circ\text{C}$	Slovo kojim je označeno ime spoja
razgranani	1	20,0	F. (3-metilbut-1-en)
	2	25,8	C. (2-metilbut-1-en)
	3	38,6	A. (2-metilbut-2-en)
ravnolančani	4	30,0	D. (pent-1-en)
	5	36,0	B. (<i>trans</i> -pent-2-en)
	6	37,0	E. (<i>cis</i> -pent-2-en)

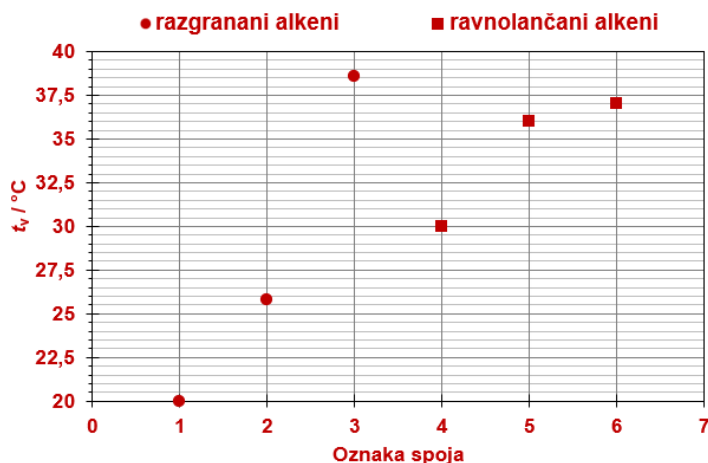
Pridruži navedena imena spojeva odgovarajućem izomeru upisujući u priloženu tablicu slovo (od **A** do **F**) kojim je izomer označen.

Spojevi: **A.** 2-metilbut-2-en **B.** *trans*-pent-2-en; **C.** 2-metilbut-1-en; **D.** pent-1-en; **E.** *cis*-pent-2-en;
F. 3-metilbut-1-en

Za potpuno točan slijed slova po skupini spojeva

2 x 1,5 = 3 boda

- 1.2. Grafički prikaži podatke navedene u tablici u podzadatku 1. a). Pravilno označi apscisu i ordinatu, raspodjelu vrijednosti na osima i legendu.



Za točno označene apscisu i ordinatu

1 bod

Za točnu raspodjelu vrijednosti na apscisi i ordinati

1 bod

Za točno označene točke na dijagramu

1 bod

Za točno označenu legendu

0,5 bodova
(3,5 bodova)

- 1.3. Navedene tvrdnje označi kao točne (zaokruži slovo **T**) ili netočne (zaokruži slovo **N**).

Između molekula heks-1-ena i hept-1-ena uspostavljaju se Londonove privlačne sile.

T **N**

Jače se privlačne sile uspostavljaju između molekula heksana i elementarnoga broma nego između molekula heksana i bromidnih iona.

T **N**

Povećanjem razgranatosti ugljikovodika povećava se vrelište tvari jer su privlačne sile između molekula sve slabije.

T **N**

Dizelsko gorivo ima niže vrelište od benzinskog goriva jer sadržava molekule većeg broja C-atoma.

T **N**

Ukupna količina energije koja se oslobodi u obliku topline potpunim gorenjem 1 t dizelskog goriva manja je od energije koja se oslobodi gorenjem 1 t benzina.

T **N**

5 x 0,5 = 2,5 bodova

ostv.

maks.

9

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

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

2. Dušikov(I) oksid poznati je anestetik.

2.1. Prikaži tri moguće strukturne formule dušikova(I) oksida koristeći se Lewisovom simbolikom.



Bodovanje:

3 × 0,5 = 1,5 bodova

2.2. Promotri tablicu koja prikazuje topljivost nekih dušikovih oksida u vodi pri istim uvjetima temperature i tlaka.

Plin	Topljivost u vodi (g/L)
dušikov(I) oksid	1,5
dušikov(II) oksid	0,056
dušikov(IV) oksid	potpuno reagira s vodom

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

Dušikov(I) oksid topljiviji je u vodi od dušikova(II) oksida jer je manje polarnosti.

T **(N)**

Dušikov(II) oksid manje je topljiv u vodi od dušikova(IV) oksida.

(T) **N**

Topljivost dušikova(I) oksida u vodi povećat će se s porastom parcijalnoga tlaka tog plina.

(T) **N**

Dušikov(II) oksid pri standardnim je uvjetima crveno-smeđi, otrovni plin.

T **(N)**

Dušikov(IV) oksid spontanom reakcijom s kisikom iz zraka prelazi u dušikov(II) oksid.

T **(N)**

5 × 0,5 = 2,5 bodova

2.3. Jedan je od postupaka laboratorijske sinteze dušikova(I) oksida reakcija čvrstog natrijeva nitrata i čvrstog amonijeva sulfata, uz zagrijavanje plamenikom, pri čemu nastaje odgovarajuća natrijeva sol, dušikov(I) oksid i vodena para.

A. Napiši jednadžbu kemijske reakcije i navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.



Za točno navedene reaktante i produkte

0,5 bodova

Za zapis izjednačen po masi i naboju

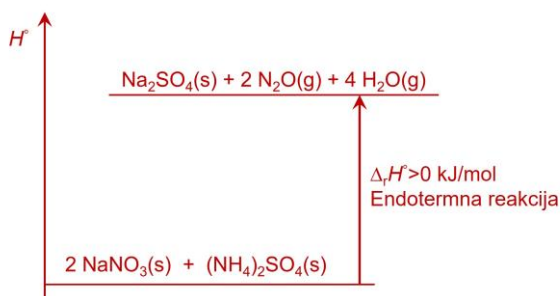
0,5 bodova

Za točno navedena agregacijska stanja svih reaktanata i produkata

0,5 bodova

(1,5 bodova)

B. Prikaži entalpijski dijagram za opisanu kemijsku promjenu. Na dijagramu naznači iznos reakcijske entalpije i smjer reakcijske promjene te navedi je li reakcija endotermna ili egzotermna.



Za točno označenu ordinatu na kojoj se nalazi oznaka H° ili E

0,5 bodova

Za pravilno naznačen smjer reakcije

0,5 bodova

Za točno navedene reaktante i produkte s agregacijskim stanjima na odgovarajućem položaju

0,5 bodova

Za točno navedenu $\Delta_r H^\circ$ i tip reakcije s obzirom na toplinu

0,5 bodova

(2 boda)

ostv.

maks.

7,5

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

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

<p>3. Dušikov(I) oksid može se sintetizirati i oksidacijom amonijaka, uz katalizator, pri čemu nastaje navedeni plin i vodena para.</p> <p>U reakcijsku posudu volumena 300 mL dodano je 3,00 g amonijaka i 4,00 g kisika. Za potpuni dovršetak opisane reakcije bilo je potrebno 10 minuta pri temperaturi 70 °C.</p> <p>3.1. Napiši jednadžbu kemijske reakcije navedene sinteze i navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.</p> <p>$2 \text{NH}_3(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{kat.}} \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$</p> <p>Za točno navedene reaktante i produkte 0,5 bodova Za zapis izjednačen po masi i naboju 0,5 bodova Za točno navedena agregacijska stanja svih reaktanata i produkata 0,5 bodova</p> <p>3.2. Izračunaj prosječnu brzinu kemijske reakcije u mol h⁻¹.</p> <p>$n(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = \frac{3,0000 \text{ g}}{17,034 \text{ g mol}^{-1}} = 0,176 \text{ mol}$</p> <p>$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{4,00 \text{ g}}{32,0 \text{ g mol}^{-1}} = 0,125 \text{ mol}$</p> <p>$\text{NH}_3: \frac{0,176 \text{ mol}}{2} = 0,0880 \text{ mol}$</p> <p>$\text{O}_2: \frac{0,125 \text{ mol}}{2} = 0,0625 \text{ mol (mjerodavni reaktant)}$</p> <p>$n(\text{NH}_3)_{\text{utrošeno}} = n(\text{O}_2)$ $n(\text{NH}_3)_{\text{utrošeno}} = 0,125 \text{ mol}$</p> <p>$\bar{v} = -\frac{1}{v} \times \frac{\Delta n(\text{NH}_3)}{\Delta t}$</p> <p>$\bar{v} = -\frac{1}{2} \times \frac{-0,125 \text{ mol}}{0,167 \text{ h}} = 0,374 \text{ mol h}^{-1}$</p> <p>Za točno izračunatu množinu amonijaka i kisika 2 X 0,5 bodova Za točno računski određen mjerodavni reaktant 1 bod Za točan izraz i rezultat prosječne brzine reakcije s točnom mjernom jedinicom 2 X 0,5 bodova</p> <p>3.3. Izračunaj prosječnu brzinu nastajanja dušikova(I) oksida i brzinu nastajanja vodene pare u kPa s⁻¹.</p> <p>$n(\text{N}_2\text{O}) = \frac{n(\text{O}_2)}{2} = 0,0625 \text{ mol}$</p> <p>$p(\text{N}_2\text{O})_{\text{nastalo}} = \frac{n(\text{N}_2\text{O}) \times R \times T}{V(\text{N}_2\text{O})}$</p> <p>$p(\text{N}_2\text{O})_{\text{nastalo}} = \frac{0,0625 \text{ mol} \times 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 343,15 \text{ K}}{3,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$</p> <p>$p(\text{N}_2\text{O})_{\text{nastalo}} = 594364,4 \text{ Pa} = 594,3644 \text{ kPa}$</p> <p>$v(\text{N}_2\text{O}) = \frac{\Delta p(\text{N}_2\text{O})}{\Delta t}$</p> <p>$v(\text{N}_2\text{O}) = \frac{594,3644 \text{ kPa}}{600 \text{ s}} = 0,991 \text{ kPa s}^{-1}$</p> <p>$v(\text{H}_2\text{O}) = 3 \times 0,991 \text{ kPa s}^{-1}$ $v(\text{H}_2\text{O}) = 2,973 \text{ kPa s}^{-1}$</p> <p>Za točno izračunatu množinu N₂O 0,5 bodova Za točan izraz za tlak N₂O 0,5 bodova Za točno izračunat tlak N₂O s točnom mjernom jedinicom 0,5 bodova Za točan izraz i rezultat brzine nastajanja N₂O s točnom mjernom jedinicom 2 X 0,5 bodova Za točan rezultat brzine nastajanja H₂O s točnom mjernom jedinicom 0,5 bodova</p>	<table> <tr> <td>ostv.</td><td>maks.</td></tr> <tr> <td></td><td>7,5</td></tr> </table>	ostv.	maks.		7,5
ostv.	maks.				
	7,5				

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

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 4.** 4.1. Klorid jednog trovalentnog elementa može se upotrijebiti kao katalizator u organskim sintezama. Maseni udio klora u tom spoju iznosi 46,66 %. Izračunaj relativnu atomsku masu tog trovalentnog metala te navedi kemijsku formulu i naziv spoja.



$$w(\text{Cl}) = \frac{N(\text{Cl}) \times A_r(\text{Cl})}{M_r(\text{MCl}_3)} = 0,4666$$

$$\frac{3 \times 35,45}{x + (3 \times 35,45)} = 0,4666$$

$$106,5 = 0,4666(x + 106,5)$$

$$106,5 = 0,4666x + 49,69$$

$$56,81 = 0,4666x$$

$$A_r \approx 121,8$$



antimonov(III) klorid

Za točan izraz za maseni udio klora

0,5 bodova

Za točan rezultat s točnim postupkom

1 bod

Za točnu formulu spoja

0,5 bodova

Za točan naziv spoja

0,5 bodova

- 4.2. Koeficijent elektronegativnosti trovalentnoga elementa u spoju iz podzadatka a) iznosi 2,05, a koeficijent elektronegativnosti klora iznosi 3,16. Kojom se vezom povezuju atomi elementa X i klora u opisanom spoju? Zaokruži jedan točan odgovor i objasni odgovor. U objašnjenju se osvrni na uzrok takvoj vezi te na raspodjelu dipolnog momenta.

A. ionska veza

B. metalna veza

☒ C. polarna kovalentna veza

D. nopolarna kovalentna veza

Objašnjenje:

Razlika u koeficijentu elektronegativnosti između metala i klora manja je od 1,7 (a veća je od 0,4). Klor ima veći koeficijent elektronegativnosti od tog metala (antimona), pa je klor djelomično negativno nabijen.

Za točan odgovor

0,5 bodova

Za točno i potpuno objašnjenje

1 bod

- 4.3. U kojemu će od navedenih otapala klorid tog trovalentnog elementa biti topljiviji? Objasni odgovor s obzirom na svojstva spojeva.

A. u heptanu

☒ B. u diklormetanu

Objašnjenje:

Klorid metala polaran je spoj pa će biti topljiviji u diklormetanu koji je polarnije otapalo od heptana koji je nopolarno otapalo.

Za potpuno točan odgovor

1,5 bod

ostv.	maks.
	5,5

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

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

5.

Pripremljene su tri vodene otopine:

250 mL otopine željezova(III) klorida množinske koncentracije $0,150 \text{ mol L}^{-1}$

150 mL otopine niklova(II) klorida masene koncentracije $10,60 \text{ mg L}^{-1}$

100 mL otopine kalijeva hidroksida masenoga udjela $30,0 \%$ i gustoće $1,29 \text{ g mL}^{-1}$.

5.1. Izračunaj osmotski tlak pripremljene vodene otopine niklova(II) klorida pri tlaku 1005 hPa i temperaturi

$20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Rezultat izrazi u barima.

$$c(\text{NiCl}_2) = \frac{\gamma(\text{NiCl}_2)}{M(\text{NiCl}_2)}$$

Za izraz i izračun množinske koncentracije
0,5 bodova

$$c(\text{NiCl}_2) = \frac{0,0106 \text{ g L}^{-1}}{129,6 \text{ g mol}^{-1}} = 8,18 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

Za točan izraz i uvrštene vrijednosti za
izračun osmotskog tlaka
1 bod

$$\pi(\text{NiCl}_2) = i(\text{NiCl}_2) \times c(\text{NiCl}_2) \times R \times T$$

$$\pi(\text{NiCl}_2) = 3 \times 8,18 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} \times 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 293,15 \text{ K}$$

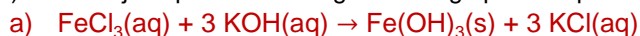
Za točan rezultat u barima
0,5 bodova

$$\pi(\text{NiCl}_2) = 598,1 \text{ Pa} \approx 5,98 \times 10^{-3} \text{ bar}$$

5.2. $75,0 \text{ mL}$ otopine željezova(III) klorida razrijeđeno je dodatkom $50,0 \text{ mL}$ vode, a navedena razrijeđena otopina dalje je korištena u pokusu. Zatim je odmjeren $20,0 \text{ mL}$ pripremljene otopine niklova(II) klorida što je dodano u otopinu željezova(III) klorida, a nastala smjesa dodana je u $50,0 \text{ mL}$ pripremljene otopine kalijeva hidroksida.

a) Navedi dvije jednadžbe kemijskih reakcija taloženja u opisanom pokusu. U jednadžbama kemijskih reakcija naznači agregacijska stanja svih sudionika reakcije.

b) Izračunaj ukupnu masu taloga nastalog opisanim pokusom s pretpostavkom da su nastali talozi potpuno netopljivi u vodi.



Za točno navedene reaktante i produkte u obje jednadžbe

0,5 bodova

Za zapis izjednačen po masi i naboju u obje jednadžbe

0,5 bodova

Za točno navedena agregacijska stanja svih reaktanata i produkata u obje jednadžbe

0,5 bodova

$$c_2(\text{FeCl}_3) = \frac{c_1(\text{FeCl}_3) \times V_1(\text{FeCl}_3)}{V_2(\text{FeCl}_3)} = \frac{0,150 \text{ mol L}^{-1} \times 75,0 \text{ mL}}{125 \text{ mL}} = 0,0900 \text{ mol L}^{-1}$$

Za točno izračunatu $c_2(\text{FeCl}_3)$
0,5 bodova

$$n(\text{FeCl}_3) = c(\text{FeCl}_3) \times V(\text{FeCl}_3) = 0,0900 \text{ mol L}^{-1} \times 0,125 \text{ L}$$

$$n(\text{FeCl}_3) = 0,0113 \text{ mol}$$

Za točno izračunatu $n(\text{FeCl}_3)$
0,5 bodova

$$\gamma(\text{NiCl}_2) = c(\text{NiCl}_2) \times M(\text{NiCl}_2)$$

$$n(\text{NiCl}_2) = \frac{\gamma(\text{NiCl}_2) \times V(\text{NiCl}_2)}{M(\text{NiCl}_2)}$$

Za točno izračunatu $n(\text{NiCl}_2)$
0,5 bodova

$$n(\text{NiCl}_2) = \frac{0,0106 \text{ g L}^{-1} \times 0,0200 \text{ L}}{129,6 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$n(\text{NiCl}_2) = 1,64 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

Za točan izraz za $n(\text{KOH})$ povezan sa
 c , w i ρ .
0,5 bodova

$$c(\text{KOH}) = \frac{w(\text{KOH}) \times \rho(\text{KOH})}{M(\text{KOH})}$$

Za točno izračunatu $n(\text{KOH})$
0,5 bodova

$$n(\text{KOH}) = \frac{V(\text{KOH}) \times w(\text{KOH}) \times \rho(\text{KOH})}{M(\text{KOH})}$$

Za točno utvrđen suvišak KOH
0,5 bodova

$$n(\text{KOH}) = \frac{50,0 \text{ mL} \times 0,300 \times 1,29 \text{ g mL}^{-1}}{56,1 \text{ g mol}^{-1}} = 0,345 \text{ mol}$$

Za točno izračunatu $m(\text{talog})$
1 bod

$$n(\text{KOH})_{\text{reagiralo}} = 3n(\text{FeCl}_3) + 2n(\text{NiCl}_2)$$

$$n(\text{KOH})_{\text{reagiralo}} = 0,0339 \text{ mol} + 3,27 \times 10^{-6} \text{ mol} = 0,0339 \text{ mol (KOH je u suvišku)}$$

$$n(\text{Fe}(\text{OH})_3) = n(\text{FeCl}_3); n(\text{Ni}(\text{OH})_2) = n(\text{NiCl}_2)$$

$$m(\text{talog}) = m(\text{Fe}(\text{OH})_3) + m(\text{Ni}(\text{OH})_2)$$

$$m(\text{talog}) = n(\text{Fe}(\text{OH})_3) \times M(\text{Fe}(\text{OH})_3) + n(\text{Ni}(\text{OH})_2) \times M(\text{Ni}(\text{OH})_2)$$

$$m(\text{talog}) = 0,0113 \text{ mol} \times 106,87 \text{ g mol}^{-1} + 1,64 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 92,71 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m(\text{talog}) \approx 1,208 \text{ g}$$

ostv.

maks.

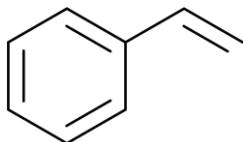
7,5

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

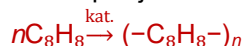
Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 6.** Polistiren (PS) često je upotrebljavan polimer koji nastaje adicijskom polimerizacijom stirena. Promotri sliku koja prikazuje strukturnu formulu stirena.



- 6.1.** Napiši jednadžbu kemijske reakcije polimerizacije stirena molekulskim formulama.



Za točno naveden reaktant i produkt

0,5 bodova

Za zapis izjednačen po masi i naboju u obje jednadžbe

0,5 bodova

- 6.2.** Izračunaj najveću masu polistirena koji se može proizvesti ako je u reakcijskom sustavu dostupno 4,00 mola monomera uz iskorištenje 90,0 %.

$$m(\text{PS})_{\text{teorijska}} = n(\text{monomer}) \times M(\text{monomer})$$

$$m(\text{PS})_{\text{teorijska}} = 4,00 \text{ mol} \times 104,15 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m(\text{PS})_{\text{teorijska}} = 416,6 \text{ g}$$

$$m(\text{PS})_{\text{stvarna}} = \eta \times m(\text{PS})_{\text{teorijska}}$$

$$m(\text{PS})_{\text{stvarna}} = 375 \text{ g}$$

Za točan postupak i rezultat $m(\text{PS})_{\text{teorijska}}$

1 bod

Za točan postupak i rezultat $m(\text{PS})_{\text{stvarna}}$

1 bod

ostv.	maks.
	3