

Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

1. U svakome od parova čestica, odnosno iona, odredi koja ima veću vrijednost navedenu u tablici.

svojstvo	čestica / tvar		rješenje
dipolni moment	<i>trans</i> -dibrometen	<i>cis</i> -dibrometen	<i>cis</i> -dibrometen
vrelište	amonijak	fosfin	amonijak
talište	MgO	CaO	MgO
energija veze	H ₂	N ₂	N ₂
ionski polumjer	P ³⁻	Cl ⁻	P ³⁻
relativni koeficijent elektronegativnosti	Na	Mg	Mg
prva energija ionizacije	Ne	Ar	Ne

7 × 0,5 = 3,5 bodova

ostv.	maks.
	3,5

2. Izračunaj početnu temperaturu vode u električnome grijaču u čijemu se spremniku nalazi 1,20 kg vode. U grijaču je voda počela vreti za 4,34 minute. Molarni toplinski kapacitet vode, $C_m(\text{H}_2\text{O}) = 75,24 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.



$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1200 \text{ g}}{18,016 \text{ g mol}^{-1}} = 66,61 \text{ mol}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $n(\text{H}_2\text{O})$

0,5 bodova

$$Q = P \cdot t = 1500 \text{ J s}^{-1} \cdot 260,4 \text{ s} = 390\,600 \text{ J}$$

točno napisan izraz za računanje količine topline
za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu Q

0,5 bodova
0,5 bodova

$$\Delta T = \frac{Q}{c_m(\text{H}_2\text{O}) \cdot n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{390\,600 \text{ J}}{75,24 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 66,61 \text{ mol}} = 77,94 \text{ K} \quad \rightarrow \quad \Delta t = 77,94 \text{ }^\circ\text{C}$$

točno napisan izraz za računanje promjene temperature
za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $\Delta T, \Delta t$

0,5 bodova
0,5 bodova

$$t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C} - 77,94 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 22,06 \text{ }^\circ\text{C}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu t_1

0,5 bodova

ostv.	maks.
	3

Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

3.

Bijeli fosfor, P₄, pri sobnoj temperaturi reaktivna, otrovna i samozapaljiva čvrsta tvar.

3.a) U kojoj se tekućini skladišti bijeli fosfor?

Bijeli fosfor skladišti se u vodi.

0,5 bodova

3.b) Napiši jednadžbu kemijske reakcije nastajanja fosforova(III) oksida iz elementarnih tvari.

P₄ + 3 O₂ → P₄O₆

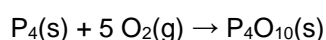
JKR: točno navedeni svi reaktanti i produkti, zapis izjednačen po masi i naboju do P₄O₆

Napomena: ako je kao produkt naveden P₂O₃ i jednadžba pravilno izjednačena

1 bod
0,5 bodova

3.c) Reakcijom 1,24 g bijeloga fosfora s kisikom u suvišku nastaje P₄O₁₀.

Promjena je prikazana jednadžbom kemijske reakcije:



Izračunaj masu kisika na početku reakcije ako je broj molekula kisika u suvišku $7,53 \times 10^{21}$.

$$n(P_4) = \frac{m(P_4)}{M(P_4)} = \frac{1,24 \text{ g}}{123,88 \text{ g mol}^{-1}} = 0,01 \text{ mol}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $n(P_4)$

0,5 bodova

$$\xi = \frac{-n(P_4)}{-1} = 0,01 \text{ mol} \rightarrow \text{doseg reakcije}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu ξ

0,5 bodova

$$n(O_2) = 5 \cdot 0,01 \text{ mol} = 0,05 \text{ mol}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $n(O_2)$

0,5 bodova

$$n(O_2)_{\text{suvišak}} = \frac{N(O_2)}{N_A} = \frac{7,53 \cdot 10^{21}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0,0125 \text{ mol}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $n(O_2)_{\text{suvišak}}$

0,5 bodova

$$n(O_2)_{\text{ukupno}} = 0,05 \text{ mol} + 0,0125 \text{ mol} = 0,0625 \text{ mol}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $n(O_2)_{\text{ukupno}}$

0,5 bodova

$$m(O_2) = n(O_2) \cdot M(O_2) = 0,0625 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g mol}^{-1} = 2 \text{ g}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $m(O_2)$

0,5 bodova

ostv.	maks.
	4,5

Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

4. Površina je kuglice žive 50,9 mm². Nakon 2 h površina kuglice smanjila se na 50,1 mm². Gustoća žive pri 25°C je 13534 kg/m³

4.a) Kolika je masa žive koja je isparila tijekom 2 h?

$$r_1(\text{Hg}) = \sqrt{\frac{P}{4\pi}} = \sqrt{\frac{50,9 \text{ mm}^2}{4\pi}} = 2,013 \text{ mm} = 0,2013 \text{ cm} \quad V_1(\text{Hg}) = \frac{4 \cdot r^3 \cdot \pi}{3} = \frac{4 \cdot (0,2013)^3 \cdot \pi}{3} = 0,03415 \text{ cm}^3$$

$$r_2(\text{Hg}) = \sqrt{\frac{P}{4\pi}} = \sqrt{\frac{50,1 \text{ mm}^2}{4\pi}} = 1,997 \text{ mm} = 0,1997 \text{ cm} \quad V_2(\text{Hg}) = \frac{4 \cdot r^3 \cdot \pi}{3} = \frac{4 \cdot (0,1997)^3 \cdot \pi}{3} = 0,03334 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = V_2(\text{Hg}) - V_1(\text{Hg}) = 8,1 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3$$

$$m(\text{Hg}) = 13,534 \text{ g cm}^{-3} \cdot 8,1 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3 = 0,01096 \text{ g} = 10,96 \text{ mg}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $r(\text{Hg})$ 2 × 0,5 = 1 bod
 za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $V(\text{Hg})$ 2 × 0,5 = 1 bod
 promjena volumena 0,5 bodova
 za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $m(\text{Hg})$ 0,5 bodova

4.b) Napiši termokemijsku jednadžbu isparavanja žive.

$$\text{Hg(l)} \rightarrow \text{Hg(g)} \quad \Delta H^\circ > 0$$

JKR: točno navedeni svi reaktanti i produkti s navedenim agregacijskim stanjima, zapis izjednačen po masi i naboju 0,5 bodova
 $\Delta H^\circ > 0$ 0,5 bodova

4.c) Navedi jedno svojstvo žive zbog kojega njezine kapljice češće nego kapljice vode imaju oblik kuglice. Objasni odgovor.

napetost površine 0,5 bodova

Živa se na svakoj površini oblikuje u kapljice jer su privlačne sile između atoma žive jače od

privlačnih sila žive i stakla. Živa, za razliku od vode, ne moći površinu po kojoj se razlije. 0,5 bodova

	ostv.	maks.
		5

5. Ukupna toplina koju je potrebno dovesti da 100 g dušika pri –200 °C prijeđe u plinovito agregacijsko stanje pri –50 °C iznosi 35,41 kJ. Izračunaj entalpiju faznoga prijelaza isparavanja u kJ mol⁻¹, ako su poznati podatci za dušik:

temperatura taljenja, t_f / °C	–210
temperatura vrenja, t_v / °C	–196
specifični toplinski kapacitet tekućine, $c(\text{N}_2(\text{l}))$ / J g ⁻¹ K ⁻¹	2,0
specifični toplinski kapacitet plina, $c(\text{N}_2(\text{g}))$ / J g ⁻¹ K ⁻¹	1,0

$$Q_1 = m(\text{N}_2) \cdot c(\text{N}_2, \text{l}) \cdot \Delta T = 100 \text{ g} \cdot 2 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 4 \text{ K} = 800 \text{ J}$$

točno napisan izraz za računanje količine topline 0,5 bodova
 za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu Q_1 0,5 bodova

$$Q_3 = m(\text{N}_2) \cdot c(\text{N}_2, \text{g}) \cdot \Delta T = 100 \text{ g} \cdot 1 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 146 \text{ K} = 14 600 \text{ J}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu Q_3 0,5 bodova

$$Q_2 = 35 410 \text{ J} - (800 \text{ J} + 14 600 \text{ J}) = 20 010 \text{ J}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu Q_2 0,5 bodova

$$n(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{M(\text{N}_2)} = \frac{100 \text{ g}}{28,02 \text{ g mol}^{-1}} = 3,569 \text{ mol}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $n(\text{N}_2)$ 0,5 bodova

$$Q_2 = \Delta_1^g H \cdot n(\text{N}_2) \quad \Delta_1^g H = \frac{20 010 \text{ J}}{3,569 \text{ mol}} = 5 606,62 \text{ J mol}^{-1} = 5,61 \text{ kJ mol}^{-1}$$

točno napisan izraz za računanje entalpije isparavanja 0,5 bodova
 za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $\Delta_1^g H$ 0,5 bodova

	ostv.	maks.
		3,5

Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

6. Navedene okside: Cl_2O_7 , K_2O , N_2O i Al_2O_3 razvrstaj prema njihovim kiselinsko-baznim svojstvima.

6.a) Jednadžbom kemijske reakcije prikaži reakciju bazičnoga oksida s vodom, uz navedena agregacijska stanja svih sudionika reakcije.

JKR $\text{K}_2\text{O}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{KOH}(\text{aq})$ ili $\text{K}_2\text{O}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{K}^+(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$

JKR: točno navedeni svi reaktanti i produkti, zapis izjednačen po masi i naboju 1 bod
agregacijska stanja 0,5 bodova

6.b) Jednadžbom kemijske reakcije prikaži reakciju kiseloga oksida s vodom, uz navedena agregacijska stanja svih sudionika reakcije.

JKR $\text{Cl}_2\text{O}_7(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{HClO}_4(\text{aq})$

JKR: točno navedeni svi reaktanti i produkti, zapis izjednačen po masi i naboju 1 bod
agregacijska stanja 0,5 bodova
Napomena: priznati i ionski oblik JKR

6.c) Jednadžbom kemijske reakcije prikaži reakciju amfoternoga oksida s natrijevom lužinom, uz navedena agregacijska stanja svih sudionika reakcije.

JKR $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2 \text{NaOH}(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4](\text{aq})$ ili
 $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + 2 [\text{Al}(\text{OH})_4]^-(\text{aq})$ ili
 $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 [\text{Al}(\text{OH})_4]^-(\text{aq})$

JKR: točno navedeni svi reaktanti i produkti, zapis izjednačen po masi i naboju 1 bod
agregacijska stanja 0,5 bodova

	ostv.	maks.
		4,5

7. U tablici se nalaze upisana imena nekih ugljikovodika. U prazna polja upiši navedene podatke o gustoći (pri 0 °C i atmosferskome tlaku) i vrelištu (pri atmosferskome tlaku) ovih spojeva.

Gustoća / g mL⁻¹	0,0025	0,0026	0,614	0,620	0,626
Vrelište / °C	-11	-0,5	9,5	27,8	36,1

Ime	Gustoća / g mL ⁻¹	Vrelište / °C
2,2-dimetilpropan	0,614	9,5
2-metilpropan	0,0025	-11
pentan	0,626	36,1
2-metilbutan	0,620	27,8
butan	0,0026	-0,5

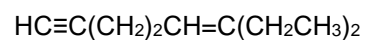
10 × 0,5 = 5 bodova

	ostv.	maks.
		5

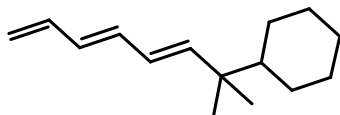
8. Imenuj navedene spojeve prema pravilima IUPAC-ove nomenklature.



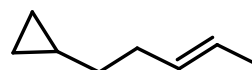
6-metilhept-1-en-4-in



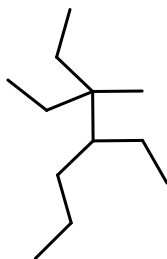
5-etilokt-5-en-1-in



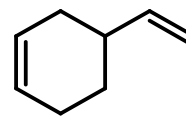
7-cikloheksil-7-metilokta-1,3,5-trien



5-ciklopropilpent-2-en



3,4-dietil-3-metilheptan



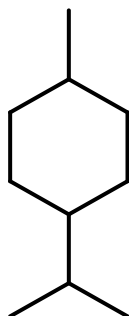
4-etenilcikloheks-1-en

6 × 0,5 = 3 boda

ostv.	maks.
-------	-------

3

9. 9.a) Imenuj navedeni spoj prema pravilima IUPAC-ove nomenklature.



1-(metiletil)-4-metilcikloheksan
ili 1-izopropil-4-metilcikloheksan ili 4-metil-1-(prop-2-il)-cikloheksan

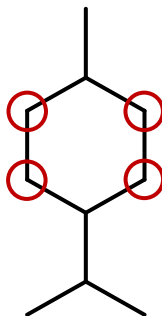
0,5 bodova

9.b) Napiši molekulsku formulu spoja iz zadatka 9.a).



0,5 bodova

9.c) Kružićem označi sekundarne ugljikove atoma na strukturnoj formuli spoja iz zadatka 9.a).



Napomena: Svi sekundarni ugljikovi atomi moraju biti označeni, nema parcijalnoga bodovanja.

0,5 bodova

9.d) Izračunaj maseni udio ugljika u navedenome spoju iza zadatka 9.a).

$$w(\text{C}, \text{C}_{10}\text{H}_{20}) = \frac{10 \cdot A_r}{M_r(\text{C}_{10}\text{H}_{20})} = \frac{120}{140,16} = 0,8562 = 85,62 \%$$

za točnu numeričku vrijednost $w(\text{C}, \text{C}_{10}\text{H}_{20})$

0,5 bodova

ostv.	maks.
	2

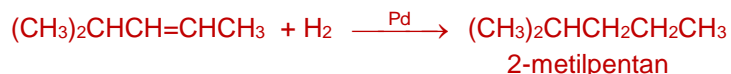
Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

zadatci za 2. razred srednje škole

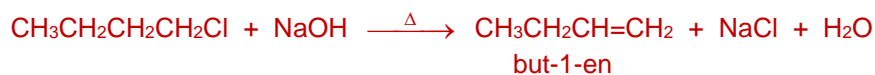
Zaporka: _____

10. Napiši jednadžbe sljedećih kemijskih reakcija i napiši **sustavna imena** (IUPAC) organskih produkata:

10.a) 4-metilpent-2-ena i vodika uz paladij kao katalizator

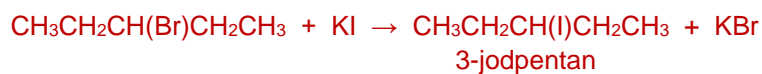


10.b) 1-klorbutana i natrijeva hidroksida pri povišenoj temperaturi

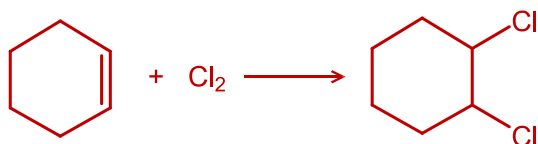


Napomena: ne priznati „buten“.

10.c) 3-brompentana s kalijevim jodidom

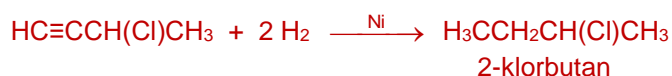


10.d) cikloheksena i klora



1,2-diklorcikloheksan

10.e) 3-klorbutina i vodika uz nikal kao katalizator



*JKR izjednačena po masi i naboju
točno ime organskoga produkta*

*5 × 1 = 5 bodova
5 × 0,5 = 2,5 bodova*

Napomena: Priznati i svaki drugi način strukturnoga prikaza spojeva u reakcijama od 10.a) do 10.e) na kojima se vidi položaj halogenih elemenata, dvostruke i trostruke veze.

10.f) Napiši slovo/slova koja označavaju reakcije adicije u **10.** zadatku od **10.a)** do **10.e)**.

Reakcije adicije: a), d) i e)

točno navedene reakcije

0,5 bodova

Napomena: Priznaje se samo potpun odgovor, nema parcijalnoga bodovanja.

ostv.	maks.
	8

Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

11.	<p>Koliko je litara zraka potrebno za potpuno sagorijevanje 4,00 g propana pri 24,0 °C i tlaku od 101 325 Pa? $\varphi(\text{O}_2) = 21,0 \%$</p> <p align="center">$\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$</p> <p>JKR: točno navedeni svi reaktanti i produkti, zapis izjednačen po masi i naboju 1 bod</p> <p align="center">$n(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_8)}{M(\text{C}_3\text{H}_8)} = \frac{4,00 \text{ g}}{44,064 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0908 \text{ mol}$</p> <p>za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $n(\text{C}_3\text{H}_8)$ 0,5 bodova</p> <p align="center">$n(\text{O}_2) = 5 \cdot n(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,454 \text{ mol}$</p> <p>za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $n(\text{O}_2)$ 0,5 bodova</p> <p align="center">$V(\text{O}_2) = \frac{n(\text{O}_2) \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,454 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 297,15 \text{ K}}{101\,325 \text{ Pa}} = 0,01107 \text{ m}^3$</p> <p>točno napisan izraz za računanje volumena kisika 0,5 bodova za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $V(\text{O}_2)$ 0,5 bodova</p> <p align="center">$V(\text{zraka}) = \frac{V(\text{O}_2)}{\varphi(\text{O}_2)} = \frac{0,01107 \text{ m}^3}{0,21} = 0,05271 \text{ m}^3 = 52,71 \text{ L}$</p> <p>točno napisan izraz za računanje volumena zraka 0,5 bodova za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $V(\text{zraka})$ 0,5 bodova</p>		ostv.	maks.
				4

12.	<p>Potpunim izgaranjem nekoga plinovitog ugljikovodika dobiveno je 3,960 g ugljikova(IV) oksida i 1,620 g vode. Molekulska formula spoja sadržava četiri puta više atoma od empirijske formule. Izračunaj gustoću ugljikovodika pri 0,00 °C i 1,00 atmosferi. Rezultat izrazi u g dm⁻³.</p> <p align="center">$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{3,960 \text{ g}}{44,064 \text{ g mol}^{-1}} = 0,09 \text{ mol} \rightarrow n(\text{C}) = 0,09 \text{ mol}$</p> <p>za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $n(\text{CO}_2)$ 0,5 bodova za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $n(\text{C})$ 0,5 bodova</p> <p align="center">$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1,620 \text{ g}}{18,016 \text{ g mol}^{-1}} = 0,09 \text{ mol} \rightarrow n(\text{H}) = 0,18 \text{ mol}$</p> <p>za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $n(\text{H}_2\text{O})$ 0,5 bodova za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $n(\text{H})$ 0,5 bodova</p> <p align="center">$N(\text{C}) : N(\text{H}) = 0,09 \text{ mol} : 0,18 \text{ mol} = 1 : 2$</p> <p align="center">EF : CH₂ → MF : C₄H₈</p> <p>točno izračunata empirijska formula 0,5 bodova točno izračunata molekulska formula 0,5 bodova</p> <p align="center">$\rho(\text{C}_4\text{H}_8) = \frac{p \cdot M(\text{C}_4\text{H}_8)}{R \cdot T} = \frac{101\,325 \text{ Pa} \cdot 56,064 \text{ g mol}^{-1}}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 273,15 \text{ K}} = 2\,501,44 \text{ g m}^{-3} = 2,501 \text{ g dm}^{-3} \text{ ili g/L}$</p> <p>točno napisan izraz za računanje gustoće plina 0,5 bodova za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $\rho(\text{C}_4\text{H}_8)$ 0,5 bodova</p> <p><u>Napomena:</u> priznati točan rezultat dobiven i na drugi način</p>		ostv.	maks.
				4

1. stranica	2. stranica	3. stranica	4. stranica		
□	+	□	+	□	+
5. stranica	6. stranica	7. stranica	8. stranica	Ukupni bodovi	
□	+	□	+	□	□
					50