

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

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

1. Napiši formulu spoja.

Ime spoja	Formula spoja
soda	Na_2CO_3
limonit	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
fosforit	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
dolomit	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$

4 × 0,5 = 2 boda

ostv.	maks.
	2

2. Zasićena otopina kalijeva dikromata pri 20 °C filtriranjem je odvojena od neotopljenih kristala. U zdjelicu za isparavanje (masa zdjelice iznosi 20,00 g) stavljeno je malo zasićene otopine kalijeva dikromata. Masa zdjelice s otopinom iznosila je u početku 90,06 g, a nakon isparavanja otapala 28,06 g.

2.a) Izračunaj topljivost kalijeva dikromata pri 20 °C i izrazi je s pomoću masenoga udjela.

$$\text{masa otopine} = \text{masa zdjelice s otopinom} - \text{masa zdjelice} = 90,06 \text{ g} - 20,00 \text{ g} = 70,06 \text{ g}$$

za točnu numeričku vrijednost mase otopine

0,5 bodova

$$\text{masa otopljenoga } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \text{masa zdjelice s } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{masa zdjelice} = 28,06 \text{ g} - 20,00 \text{ g} = 8,06 \text{ g}$$

za točnu numeričku vrijednost mase otopljenoga $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

0,5 bodova

$$\text{masa vode} = \text{masa otopine} - \text{masa otopljenoga } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 70,06 \text{ g} - 8,06 \text{ g} = 62,00 \text{ g}$$

za točnu numeričku vrijednost mase vode

0,5 bodova

$$w(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{8,06 \text{ g}}{8,06 \text{ g} + 62,00 \text{ g}} = 0,115$$

točno napisan izraz za računanje masenoga udjela

0,5 bodova

za točnu numeričku vrijednost masenoga udjela

0,5 bodova

2.b) Ako je pri 20 °C u 75 grama vode otopljeno 5 grama kalijeva dikromata, odgovori je li otopina zasićena, nezasićena ili prezasićena? Odgovor potkrijepi računom.

Otopina je nezasićena

$$\frac{x \text{ g}}{75 \text{ g}} = \frac{8,06 \text{ g}}{62 \text{ g}} \quad x = 9,75 \text{ g} \quad 5 \text{ g} < 9,75 \text{ g}$$

za točan odgovor

0,5 bodova

za točan račun

0,5 bodova

ostv.	maks.
	3,5

3. Zaokruži slovo **T** ako je tvrdnja točna ili slovo **N** ako tvrdnja nije točna.

Što je doseg reakcije u jedinici vremena manji, to je i reakcija sporija.

☒ T ☐ N

Ukapljivanje vodene pare endotermna je reakcija.

☐ T ☒ N

U reakciji 2-brombutana s kalijevom lužinom glavni je produkt eliminacije but-1-en.

☐ T ☒ N

U usporedbi *trans*-but-2-en i *cis*-but-2-en više vrelište ima *cis*-but-2-en.

☒ T ☐ N

Idealni je plin plin među čijim jedinkama ne postoje međusobne interakcije.

☒ T ☐ N

za svaki točan odgovor 0,5 bodova

5 × 0,5 = 2,5 bodova

ostv.	maks.
	2,5

Ukupno bodova na stranici 1:

ostv.	maks.
	8

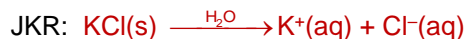
Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

4. Entalpija kristalne strukture kalijeva klorida iznosi 717 kJ mol^{-1} , a entalpija hidratacije -685 kJ mol^{-1} .

4.a) Jednadžbom kemijske reakcije prikaži reakciju otapanja kalijeva klorida u vodi, uz navedena agregacijska stanja svih sudionika reakcije.



JKR: točno navedeni svi reaktanti i produkti, zapis izjednačen po masi i naboju
agregacijska stanja

1 bod
0,5 bodova

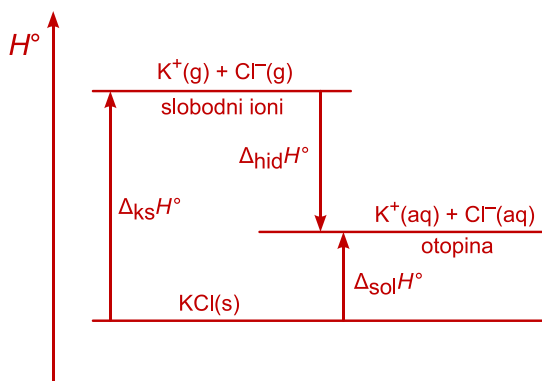
4.b) Izračunaj entalpiju otapanja kalijeva klorida u vodi.

$$\Delta_{\text{sol}}H(\text{KCl}) = \Delta_{\text{ks}}H + \Delta_{\text{hid}}H = (717 - 685) \text{ kJ mol}^{-1} = 32 \text{ kJ mol}^{-1}$$

točno napisan izraz za računanje entalpije otapanja
za točnu numeričku vrijednost entalpije otapanja

0,5 bodova
0,5 bodova

4.c) Nacrtaj entalpijski dijagram otapanja kalijeva klorida



za točno nacrtan entalpijski dijagram otapanja
za točno opisan entalpijski dijagram otapanja

0,5 bodova
0,5 bodova

ostv.	maks.
	3,5

5. **5.a)** Koliki volumen 67 % otopine dušične kiseline gustoće $1,4 \text{ g cm}^{-3}$ treba uzeti za pripremu 250 cm^3 otopine dušične kiseline koncentracije $2,500 \text{ mol dm}^{-3}$?

$$V_1 = \frac{c_2 \cdot V_2}{c_1}$$

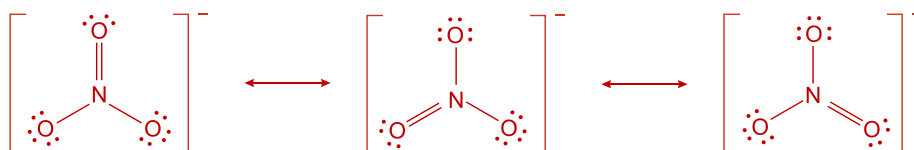
$$c_1 = \frac{\rho(\text{HNO}_3) \cdot w(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = 14,885 \text{ mol L}^{-1}$$

$$V_1 = \frac{2,5 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 250 \text{ dm}^3}{14,885 \text{ mol L}^{-1}} = 0,042 \text{ dm}^3$$

točno napisan izraz za računanje volumena 67 % dušične kiseline
točno napisan izraz za računanje koncentracije 67 % dušične kiseline
za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu koncentracije
za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu volumena dušične kiseline

0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova

5.b) Lewisovom simbolikom prikaži jedinku nitratnoga iona. U strukturnoj formuli aniona pravilno prikaži prostornu građu prema VSEPR modelu.



za točnu Lewisovu simboliku nitratnoga iona (točni svi elementi simbolike)
za točan prostorni raspored veznih i neveznih elektronskih parova

0,5 bodova
0,5 bodova

ostv.	maks.
	3

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

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 6.** Octena (etanska) kiselina koja sadržava malu količinu vode tali se pri 13,5 °C. Talište čiste octene kiseline iznosi 16,6 °C. Krioskopska je konstanta octene kiseline 3,90 K kg mol⁻¹. Izračunaj maseni udio vode u octenoj kiselini.

$$\Delta T = 3,1 \text{ K}$$

$$b = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{m(\text{CH}_3\text{COOH})}$$

$$\Delta T = i \cdot K_f \cdot b \quad i = 1$$

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

$$\Delta T = K_f \cdot \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{m(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\Delta T \cdot m(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})}{K_f}$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\frac{\Delta T \cdot m(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})}{K_f}}{\frac{\Delta T \cdot m(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})}{K_f} + m(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{\Delta T \cdot M(\text{H}_2\text{O})}{\Delta T \cdot M(\text{H}_2\text{O}) + K_f} = 0,014$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu prirasta temperature

0,5 bodova

za točnu numeričku vrijednost za *i*

0,5 bodova

točno napisan izraz za računanje molalnosti

0,5 bodova

točno napisan izraz za računanje prirasta temperature

0,5 bodova

točno napisan izraz za računanje mase vode

0,5 bodova

točno napisan izraz za računanje masenoga udjela vode

0,5 bodova

za točnu numeričku vrijednost mase vode

0,5 bodova

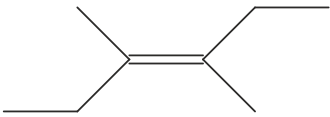
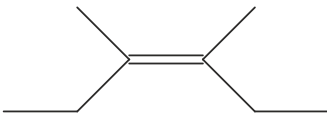
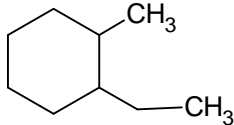
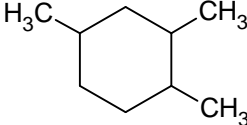
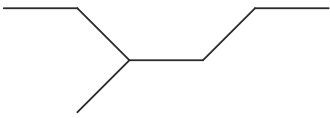
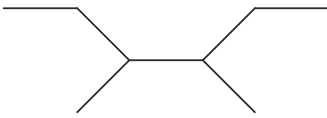
za točnu numeričku vrijednost masenoga udjela vode

0,5 bodova

ostv. maks.

4

- 7.** Za molekule prikazane u tablici odredi jesu li parovi konstitucijski izomeri, *cis-trans* izomeri, spojevi različitih molekulskih formula ili isti spojevi. (napomena ponuđeni pojmovi mogu se ponoviti)

Parovi prikazanih molekula		Odabrani pojam
		<i>cis-trans</i> izomeri
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	isti spoj
$\text{H}_2\text{C}=\text{C} \begin{matrix} \nearrow \text{CH}_3 \\ \searrow \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{matrix}$	$\text{H}_2\text{C}=\text{C} \begin{matrix} \nearrow \text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \searrow \text{CH}_3 \end{matrix}$	isti spoj
		konstitucijski izomeri
		spojevi različitih molekulskih formula

5 × 0,5 = 2,5 bodova

ostv. maks.

2,5

Ukupno bodova na stranici 3:

ostv. maks.

6,5

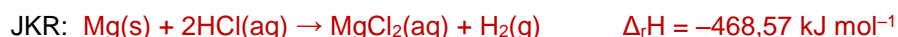
Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

8. Praškasti magnezij grijan je u čistome dušiku. Nastali produkt smjesa je magnezija i magnezijeva nitrida, koja sadržava 27,34 % dušika. 262,5 mg smjese preneseno je u kalorimetar s razrijeđenim HCl. Amonijak nije zaostao u otopini nakon reakcije smjese magnezija i magnezijeva nitrida. Temperatura kalorimetra porasla je za 1,1365 °C. Toplinski kapacitet kalorimetra iznosi 2751,8 J K⁻¹. Ako se 1 mol magnezija otopi u razrijeđenoj klorovodičnoj kiselini, koja je u suvišku, oslobodi se 468,57 kJ topline. Kad se 1 mol plinovitoga amonijaka otapa u višku razrijeđene klorovodične kiseline, oslobodi se 87,95 kJ topline.

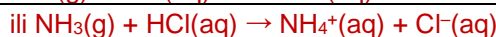
8.a) Termokemijskom jednadžbom prikaži reakciju otapanja 1 mola magnezija u razrijeđenoj klorovodičnoj kiselini uz navedena agregacijska stanja svih sudionika reakcije.



JKR: točno navedeni svi reaktanti i produkti, zapis izjednačen po masi i naboju
agregacijska stanja i navedena reakcijska entalpija

1 bod
0,5 bodova

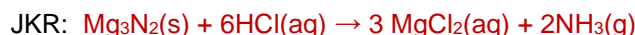
8.b) Termokemijskom jednadžbom prikaži reakciju otapanja 1 mola plinovitoga amonijaka u suvišku razrijeđene klorovodične kiseline uz navedena agregacijska stanja svih sudionika reakcije.



JKR: točno navedeni svi reaktanti i produkti, zapis izjednačen po masi i naboju
agregacijska stanja i navedena reakcijska entalpija

1 bod
0,5 bodova

8.c) Jednadžbom kemijske reakcije prikaži reakciju magnezijeva nitrida s razrijeđenom klorovodičnom kiselinom uz navedena agregacijska stanja svih sudionika reakcije.



JKR: točno navedeni svi reaktanti i produkti, zapis izjednačen po masi i naboju
agregacijska stanja

1 bod
0,5 bodova

Napomena: Priznaje se svaki kemijski smislen odgovor (JKR).

8.d) Izračunaj iznos ukupno oslobođene topline za opisani eksperiment.

$$Q_{\text{ukupno}} = C \cdot \Delta T = 2751,8 \text{ J K}^{-1} \cdot 1,1365 \text{ K} = 3127,4 \text{ J}$$

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

0,5 bodova
0,5 bodova

8.e) Izračunaj reakcijsku entalpiju za reakciju čistoga magnezijeva nitrida s razrijeđenom klorovodičnom kiselinom u kojoj nema plinovitih produkata.

$$w(\text{N}, \text{Mg}_3\text{N}_2) = \frac{28,02}{100,95} = 0,2775 \quad w(\text{Mg}_3\text{N}_2, \text{smjesa}) = \frac{0,2734}{0,2775} = 0,9852$$

$$m(\text{Mg}_3\text{N}_2) = w(\text{Mg}_3\text{N}_2) \cdot m(\text{smjese}) = 0,9852 \cdot 0,2625 \text{ g} = 0,2586 \text{ g} \quad n(\text{Mg}_3\text{N}_2) = 2,562 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{Mg}) = m(\text{smjese}) - m(\text{Mg}_3\text{N}_2) = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ g} \quad n(\text{Mg}) = 1,60 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$Q_1 = \Delta_r H \cdot \frac{n(\text{Mg})}{\nu} = \frac{1,60 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 468570 \text{ J mol}^{-1}}{1} = 75 \text{ J} \quad n(\text{NH}_3) = 2 \cdot n(\text{Mg}_3\text{N}_2)$$

$$Q_2 = \Delta_r H \cdot \frac{n(\text{NH}_3)}{\nu} = \frac{2 \cdot 2,562 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 87950 \text{ J mol}^{-1}}{1} = 450,8 \text{ J}$$

$$Q_{\text{ukupno}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad Q_3 = 3127,4 \text{ J} - (450,8 \text{ J} + 75 \text{ J}) = 2601,6 \text{ J}$$

$$Q_3 = \Delta_r H \cdot \frac{n(\text{Mg}_3\text{N}_2)}{\nu} \quad \Delta_r H = \frac{Q \cdot \nu}{n(\text{Mg}_3\text{N}_2)} = -\frac{2601,6 \text{ J} \cdot 1}{2,562 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = -1015060 \text{ J mol}^{-1}$$

za točnu numeričku vrijednost množine magnezijeva nitrida
za točnu numeričku vrijednost množine magnezija
za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu topline za reakciju 8.a
za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu topline za reakciju 8.b
za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu topline Q₃
točno napisan izraz za računanje reakcijske entalpije
za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu reakcijske entalpije

0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova

ostv.	maks.
	9

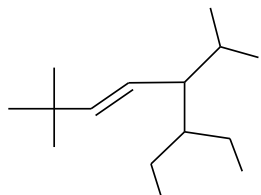
ostv.	maks.
	9

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

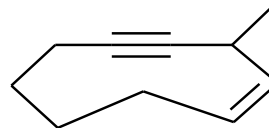
Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

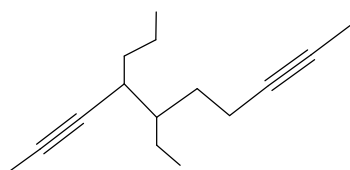
9. Imenuj navedene spojeve prema pravilima IUPAC-ove nomenklature.



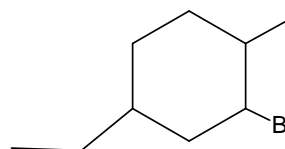
6-etil-5-izopropil-2,2-dimetilokt-3-en



3-metilciklonon-1-en-4-in



5-etil-4-propildeka-2,8-diin



2-brom-4-etil-1-metilcikloheksan

4 × 0,5 = 2 boda

ostv.	maks.
	2

10. **10.a)** Koja je masa reaktanta (nakon reakcije) koji nije u potpunosti izreagirao reakcijom 10 g kalcijeva karbonata i 20 mL 38 % klorovodične kiseline gustoće 1,188 g cm⁻³?



JKR: točno navedeni svi reaktanti i produkti, zapis izjednačen po masi i naboju
agregacijska stanja i navedena reakcijska entalpija

1 bod
0,5 bodova

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{10 \text{ g}}{100,09 \text{ g mol}^{-1}} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{w(\text{HCl}) \cdot \rho(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} \cdot V = 0,248 \text{ mol}$$

$$n(\text{suvišak, HCl}) = 0,048 \text{ mol}$$

$$m(\text{suvišak, HCl}) = 0,048 \text{ mol} \cdot 36,46 \text{ g mol}^{-1} = 1,75 \text{ g}$$

za točnu numeričku vrijednost množine kalcijeva karbonata
za točnu numeričku vrijednost množine klorovodične kiseline
za točnu numeričku vrijednost mase suviška klorovodične kiseline

0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova

10.b) Vapnenac u prirodi nalazimo u obliku minerala kalcita, aragonita i vaterita. Kako nazivamo te tvari koje imaju jednaku kemijsku formulu, ali različit prostorni raspored iona u kristalu?

polimorfi

točan odgovor

0,5 bodova

10.c) Koji je oblik minerala vapnenca najstabilniji, kalcit, aragonit ili vaterit?

kalcit

točan odgovor

0,5 bodova

ostv.	maks.
	4

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

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 11.** U vodenoj otopini etanola s množinskim udjelom vode $x(\text{H}_2\text{O}) = 0,40$ parcijalni molarni volumen vode pri 25 °C iznosi 16,7 mL mol⁻¹, a parcijalni molarni volumen etanola pri 25 °C iznosi 57,2 mL mol⁻¹. Koliki je volumen otopine koja ima masu 1 kg? Pretpostavite da je otopina idealna.

$$\frac{x(\text{H}_2\text{O})}{x(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1,5 \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol (H}_2\text{O)} = 18,016 \text{ g}$$

$$1,5 \text{ mol(C}_2\text{H}_5\text{OH)} = 69,102 \text{ g}$$

$$m(\text{otopine}) = 18,016 \text{ g} + 69,102 \text{ g} = 87,118 \text{ g}$$

$$\frac{1000 \text{ g}}{87,118 \text{ g}} = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{1 \text{ mol}}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 11,48 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1,5 \cdot 11,48 \text{ mol} = 17,22 \text{ mol}$$

$$V(\text{ukupno}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot V_m^o(\text{H}_2\text{O}) + n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot V_m^o(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$$

$$V(\text{ukupno}) = 11,48 \text{ mol} \cdot 16,7 \text{ mL mol}^{-1} + 17,22 \text{ mol} \cdot 57,2 \text{ mL mol}^{-1} = 1176,7 \text{ mL}$$

za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu $V(\text{ukupno})$

0,5 bodova

točno napisan izraz odnosa množinskoga udjela i množine

0,5 bodova

za točnu numeričku vrijednost množine etanola pri pretpostavljenom 1 molu vode

0,5 bodova

za točnu numeričku vrijednost množine etanola u smjesi

0,5 bodova

točno napisan izraz odnosa mase smjese i množine vode

0,5 bodova

za točnu numeričku vrijednost pretpostavljene mase smjese

0,5 bodova

za točnu numeričku vrijednost množine vode u smjesi

0,5 bodova

točno napisan izraz za računanje ukupnoga volumena

0,5 bodova

ostv.

maks.

4

1. stranica

+

2. stranica

+

3. stranica

+

4. stranica

+

5. stranica

+

6. stranica

Ukupni bodovi

<input type="text"/>	40
----------------------	-----------

Ukupno bodova na stranici 6:

ostv.

maks.

4