

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

1. Produkt topljivosti srebrova sulfata u vodi pri 25 °C iznosi $1,1 \times 10^{-5} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}$.

1.a) Napiši jednadžbu reakcije za otapanje srebrova sulfata u vodi.

$$\text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$$

za sve navedene reaktante i produkte 0,5 bodova
 za zapis izjednačen po masi i naboju 0,5 bodova
 za pravilno pripisana agregacijska stanja svih reaktanata i produkata 0,5 bodova
 za uporabu oznake ravnotežnih pretvorba 0,5 bodova

1.b) Ako pri 25 °C u odmjernu tikvicu od 500 mililitara stavimo 3,22 g srebrova sulfata i napunimo vodom do oznake, hoće li se sav srebrov sulfat otopiti. Odgovor potkrijepi računom.

$$c(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = m(\text{Ag}_2\text{SO}_4) / (M(\text{Ag}_2\text{SO}_4) \times V(\text{Ag}_2\text{SO}_4)) = 0,0207 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{Ag}^+) = 2 \times 0,0207 \text{ mol dm}^{-3} = 0,0414 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = 0,0207 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_c = K_{\text{sol}} = c^2(\text{Ag}^+) \times c(\text{SO}_4^{2-}) = (0,0414 \text{ mol / dm}^3)^2 \times 0,0207 \text{ mol / dm}^3 = 3,55 \times 10^{-5} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}$$

Odgovor: Dodana masa neće se u potpunosti otopiti.

točna koncentracija Ag_2SO_4 0,5 bodova
 točne ravnotežne koncentracije Ag^+ i SO_4^{2-} 2 × 0,5 = 1 bod
 točan izraz za konstantu ravnoteže 0,5 bodova
 točan izračun konstante ravnoteže 0,5 bodova
 dodana masa srebrova sulfata neće se potpuno otopiti 0,5 bodova
Napomena: Priznati i alternativni način izračuna mase iz K_{sp} .

	ostv.	maks.
		5

2. Zadana je jednadžba ravnotežne reakcije: $\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{B}(\text{g})$. Smjesa u početku sadržava samo tvar **A** pri tlaku od 1,32 atm. Nakon uspostavljanja ravnoteže tlak tvari **A** iznosi 0,25 atm pri stalnome volumenu i temperaturi.

2.a) Izračunaj za koliko se smanjio parcijalni tlak tvari **A**.

	A(g)	B(g)
početni tlak / atm	1,32	0
promjena / atm	$1,32 - 0,25 = 1,07$	$2 \times 1,07 = 2,14$
ravnotežni tlak / atm	0,25	2,14

Odgovor: smanjio se za 1,07 atm 0,5 bodova

2.b) Izračunaj ravnotežni parcijalni tlak tvari **B**

Odgovor: $p(\text{B}) = 2,14 \text{ atm}$ 0,5 bodova

2.c) Izračunaj tlačnu konstantu ravnoteže za zadanu reakciju.

Odgovor: $K_p = p^2(\text{B}) / p(\text{A}) = (2,14 \text{ atm})^2 / 0,25 \text{ atm} = 18 \text{ atm}$ 2 × 0,5 = 1 bod
 točan izraz za konstantu i točan izračun

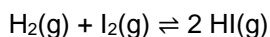
	ostv.	maks.
		2

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

3. Zadana je reakcija:



Konstanta ravnoteže za navedenu reakciju iznosi 53,5 pri temperaturi od 200 °C. Početni parcijalni tlakovi reaktanata i produkata kemijske reakcije iznose 0,100 atm.

3.a) Odredi je li sustav pri danim tlakovima u ravnoteži. Odgovor potkrijepi računom.

$$Q = \frac{p^2(\text{HI})}{p(\text{H}_2) p(\text{I}_2)}$$

$$Q = \frac{(0,100 \text{ atm})^2}{(0,100 \text{ atm})^2} = 1,00$$

Je li sustav pri danim tlakovima u ravnoteži? Zaokruži točan odgovor.

DA



izraz za Q, priznati i K_p

točan izračun Q ili K_p

zaključak je li sustav u ravnoteži

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

3.b) Izračunaj parcijalne tlakove reaktanata i produkata nakon uspostave ravnoteže.

	H_2	I_2	HI
početni tlak / atm	0,100	0,100	0,100
promjena / atm	- x	- x	+ 2x
ravnotežni tlak / atm	0,100 - x	0,100 - x	0,100 + 2x

$$K_p = \frac{p^2(\text{HI})}{p(\text{H}_2) p(\text{I}_2)}$$

$$53,5 = \frac{(0,100 + 2x)^2}{(0,100 - x)^2}$$

$$x = 0,0678$$

$$p(\text{H}_2) = 0,100 \text{ atm} - 0,0678 \text{ atm} = 0,032 \text{ atm}$$

$$p(\text{I}_2) = 0,100 \text{ atm} - 0,0678 \text{ atm} = 0,032 \text{ atm}$$

$$p(\text{HI}) = 0,100 \text{ atm} + 2 \times 0,0678 \text{ atm} = 0,236 \text{ atm}$$

točno postavljen izraz i uvršteni podatci za K_p

točno izračunana promjena tlaka - x

točno izračunani ravnotežni tlakovi H_2 , I_2 i HI

0,5 bodova

0,5 bodova

3 × 0,5 = 1,5 bodova

3.c) Izračunaj ukupan tlak smjese nakon uspostave ravnoteže.

$$p_{\text{uk.}} = 0,032 \text{ atm} + 0,032 \text{ atm} + 0,236 \text{ atm} = 0,300 \text{ atm} \quad \text{ili}$$

$$p_{\text{uk.}} = 3 \times 0,100 \text{ atm} = 0,300 \text{ atm}$$

točno izračunan ukupni tlak smjese u ravnoteži

0,5 bodova

3.d) U smjesu koja je u ravnoteži dodano je 0,10 mol joda. Što će se dogoditi s parcijalnim tlakovima ostalih sudionika kemijske reakcije do uspostave ravnoteže?

Parcijalni će se tlak H_2 smanjiti.

0,5 bodova

Parcijalni će se tlak HI povećati.

0,5 bodova

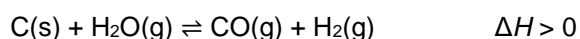
ostv.	maks.
	5,5

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

4. Ugljen se može upotrijebiti za sintezu vodika u reakciji:



Predvidi kako promjena uvjeta utječe na koncentraciju vodika u ravnoteži. Popuni tablicu upisom sljedećih odgovora: povećava, smanjuje, ne utječe.

Promjena uvjeta	Promjena koncentracije vodika
povećanje temperature reakcijske smjese	povećava se
dodavanje katalizatora u smjesu	nema promjene
dodavanje vodene pare u smjesu	povećava se
uklanjanje CO iz ravnotežne smjese	povećava se

4 × 0,5 = 2 boda

ostv.	maks.
	2

5. Odredi za svaku tvrdnju je li promjena unutarnje energije sustava pozitivna ili negativna vrijednost upisujući znak + za pozitivnu, a znak – za negativnu promjenu unutarnje energije sustava.

Tvrdnja	Promjena unutarnje energije sustava
Znoj isparava s kože hladeći kožu. Znoj je sustav.	+
Balon ekspandira. Sadržaj je balona sustav.	–
Jod je kristalizirao.	–
Tijekom reakcije čaša se ugrije. Čaša je okolina.	–
Vodena para prouzročuje opekline kože. Vodena je para sustav.	–

5 × 0,5 = 2,5 bodova

ostv.	maks.
	2,5

Ukupno bodova na stranici 3:

ostv.	maks.
	4,5

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

6. 32,5 grama aluminija pri temperaturi od 45,8 °C uronjeno je u 105,3 grama vode čija je temperatura 15,4 °C. Aluminij i voda toplinski su izolirani od okoline. Specifični je toplinski kapacitet vode 4,18 J K⁻¹ g⁻¹, a specifični toplinski kapacitet aluminija 0,903 J K⁻¹ g⁻¹.

6.a) Izračunaj temperaturu aluminija i vode nakon postizanja ravnoteže.

$$Q(\text{H}_2\text{O}) = -Q(\text{Al})$$

$$\Delta t(\text{H}_2\text{O}) = t_{\text{kon.}} - 15,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t(\text{Al}) = t_{\text{kon.}} - 45,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) \times c(\text{H}_2\text{O}) \times \Delta t(\text{H}_2\text{O}) = -m(\text{Al}) \times c(\text{Al}) \times \Delta t(\text{Al})$$

$$\Delta t(\text{Al}) = -14,998 \Delta t(\text{H}_2\text{O})$$

$$t_{\text{kon.}} - 45,8 \text{ }^\circ\text{C} = -14,998 (t_{\text{kon.}} - 15,4 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$t_{\text{kon.}} = 17,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{kon.}} = 290,45 \text{ K}$$

za jednakost primljene i otpuštene topline
za izraz promjene temperature vode i aluminija
za postupak i točno izračunanu temperaturu u K ili °C

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

6.b) Navedi dva razloga zašto je konačna temperatura smjese bliža po vrijednosti početnoj temperaturi vode.

Prvi razlog voda ima veći specifični toplinski kapacitet od aluminija.

Drugi razlog veća je masa vode od aluminija, ima više vode od aluminija.

za oba točno navedena razloga

2 × 0,5 = 1 bod

ostv.	maks.
	3,5

7. Popuni tablicu.

Naziv kemijskoga spoja	Formula kemijskoga spoja
kalcijev hipoklorit	Ca(OCl) ₂
amonijev kromat	(NH ₄) ₂ CrO ₄
kalijev heksacijanoferat(III)	K ₃ [Fe(CN) ₆]
natrijev tiosulfat pentahidrat	Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O

bodovanje:

4 × 0,5 = 2 boda

ostv.	maks.
	2

8. Soda bikarbona bijela je kristalna tvar koja se nalazi u prašku za pecivo. Pri pečenju tijesta u pećnici dolazi do raspada sode bikarbone, a tijesto bubri. Napiši jednadžbu kemijske reakcije termičkoga raspada sode bikarbone. Obvezno naznači agregacijska stanja reaktanata i produkata.



JKR izjednačen po masi i naboju:
točno navedena agregacijska stanja svih sudionika:

1 bod
0,5 bodova

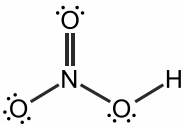
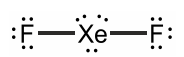
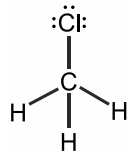
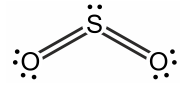
ostv.	maks.
	1,5

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

9. Popuni tablicu.

	Lewisova strukturna formula	Oblik molekule	Polarnost
dušična kiselina		trokutna	polarna molekula
ksenonov difluorid		linearna	nepolarna molekula
klormetan		tetraedar	polarna molekula
sumporov dioksid		V-oblik	polarna molekula

bodovanje:

za svaki oblik molekule po 1 bod:

za svaku polarnost molekule po 0,5 bodova:

4 × 1 = 4 boda

4 × 0,5 = 2 boda

ostv. maks.

6

10. Napiši raspodjelu elektrona po ljuskama za sljedeće kemijske vrste:

Cr 2, 8, 13, 1

Hg 2, 8, 18, 32, 18, 2

Cu⁺ 2, 8, 18

Si 2, 8, 4

bodovanje:

4 × 0,5 = 2 boda

ostv. maks.

2

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

11. Nepoznati metal ima gustoću $7,8748 \text{ g cm}^{-3}$. Jedinična ćelija kristalne rešetke prostorno je centrirana kocka s duljinom brida $0,28664 \text{ nm}$.

11.a) O kojemu je metalu riječ?

$$A_r = \frac{m_a}{u} = \frac{\rho \times V}{2 \times u} = 55,843$$

Metal je željezo

točno izračunana relativna atomska masa 0,5 bodova
 točno odgovoreno da je riječ o željezu 0,5 bodova

11.b) Izračunaj koeficijent slaganja.

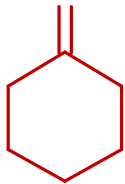
$$r = \frac{a\sqrt{3}}{4} = 0,12412 \text{ nm}$$

$$K_s = \frac{2V_a}{V_{\text{ćelije}}} = 2 \times \frac{4r^3\pi}{3 \times a^3} = 0,68$$

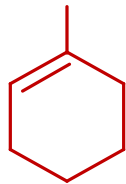
točno izračunani polumjer 0,5 bodova
 točno izračunani koeficijent slaganja 0,5 bodova

	ostv.	maks.
		2

12. **12.a)** Nacrtaј s pomoću veznih crtica strukturne formule dvaju mogućih produkata reakcije 1-brom-1-metilcikloheksana s kalijevom lužinom uz zagrijavanje.



1



2

2 × 0,5 = 1 bod

12.b) Napiši sustavna imena spojeva nastalih reakcijom.

1 metilencikloheksan

2 1-metilcikloheks-1-en

2 × 0,5 = 1 bod

12.c) Koji je glavni produkt reakcije?

1-metilcikloheks-1-en

0,5 bodova

12.d) Kako se zove pravilo prema kojemu određujemo glavni produkt reakcije?

Zajcevljevo pravilo.

0,5 bodova

12.e) Kojoj vrsti reakcija organskih spojeva pripada navedena reakcija?

eliminacija

0,5 bodova

	ostv.	maks.
		3,5

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

13.	<p>Iz pripremljene otopine želimo dobiti otopinu čije bi vrelište bilo pri 104,4 °C . Na raspolaganju nam je: voda, natrijev klorid, i 100,0 mL pripremljene vodene otopine natrijeva klorida masenoga udjela 13,5 % i gustoće 1,12 g mL⁻¹</p> <p>13.a) Izračunaj masu otapala ili otopljene tvari koju treba dodati u navedenih 100,0 mL otopine kako bi vrelište nove otopine bilo 104,4 °C. Van't Hoffov faktor iznosi 1,9. Ebulioskopska konstanta vode iznosi 0,512 K kg mol⁻¹. Odabir otapala ili otopljene tvari potkrijepi računom.</p> <p style="color: red;">$\Delta t_b = 104,4 \text{ °C} - 100,0 \text{ °C} = 4,4 \text{ °C}$ $\Delta T_2 = 4,4 \text{ K}$</p> <p>točno izračunano povišenje vrelišta druge otopine 0,5 bodova</p> <p style="color: red;">$b_2 = \frac{\Delta T}{K_b \times i} = 4,5 \text{ mol kg}^{-1}$</p> <p>točno izračunana molalnost druge otopine 0,5 bodova</p> <p style="color: red;">$b_1 = \frac{w(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl}) \times w(\text{H}_2\text{O})} = 2,67 \text{ mol kg}^{-1}$</p> <p>točno izračunana molalnost prve otopine 0,5 bodova</p> <p style="color: red;">$b_2 > b_1$ potrebno je dodati NaCl.</p> <p>točan zaključak što je potrebno dodati u prvu otopinu 0,5 bodova <u>Napomena:</u> Ako nema zaključka, a izračunano je i b_1 i b_2 i dalje u računu se vidi da treba dodati NaCl, dati 0,5 bodova.</p> <p style="color: red;">$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho \times V \times w(\text{H}_2\text{O}) = 96,9 \text{ g} = 0,0969 \text{ kg}$</p> <p>točno izračunana masa vode u prvoj otopini 0,5 bodova</p> <p style="color: red;">$n(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{\rho \times V \times w(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = 0,259 \text{ mol}$</p> <p>točno izračunana množina NaCl u prvoj otopini 0,5 bodova</p> <p style="color: red;">$4,5 \text{ mol} : 1 \text{ kg} = x : 0,0969$ $x = 0,44 \text{ mol} \quad n(\text{NaCl}) = 0,44 \text{ mol}$</p> <p>točno postavljen omjer i izračunana množina NaCl u drugoj otopini 2 × 0,5 = 1 bod</p> <p style="color: red;">$n_{\text{dodano}}(\text{NaCl}) = 0,44 \text{ mol} - 0,259 \text{ mol} = 0,18 \text{ mol}$</p> <p>točno izračunana množina NaCl koju treba dodati u prvu otopinu 0,5 bodova</p> <p style="color: red;">$m(\text{NaCl}) = 0,18 \text{ mol} \times 58,44 \text{ g mol}^{-1} = 10,5 \text{ g} = 11 \text{ g}$</p> <p>točno izračunana masa NaCl koju treba dodati u prvu otopinu 0,5 bodova</p>				
	<table border="1" style="float: right;"> <tr> <td style="width: 50px;">ostv.</td> <td style="width: 50px;">maks.</td> </tr> <tr> <td></td> <td align="center">5</td> </tr> </table>	ostv.	maks.		5
ostv.	maks.				
	5				

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

14.	<p>Smjesa propana i etina ima masu 2,0 g. Smjesa je spaljena u suvišku kisika pri čemu su nastali ugljikov dioksid i voda. Množina ugljikovog dioksida je 1,5 puta veća od množine vode.</p> <p>14.a) Napiši jednadžbe reakcija spaljivanja propana i etina navodeći agregacijska stanja reaktanata i produkata.</p> <p align="center">$C_3H_8(g) + 5 O_2(g) \rightarrow 3 CO_2(g) + 4 H_2O(g)$</p> <hr/> <p>JKR spaljivanja propana za sve navedene reaktante i produkte i za zapis izjednačen po masi i naboju točno navedena agregacijska stanja svih sudionika: 2 × 0,5 = 1 bod 0,5 bodova</p> <p align="center">$2 C_2H_2(g) + 5 O_2(g) \rightarrow 4 CO_2(g) + 2 H_2O(g)$</p> <hr/> <p>JKR spaljivanja etina za sve navedene reaktante i produkte i za zapis izjednačen po masi i naboju točno navedena agregacijska stanja svih sudionika 2 × 0,5 = 1 bod 0,5 bodova <u>Napomena:</u> Priznati i H₂O(l).</p> <p>14.b) Izračunaj masu propana i etina u smjesi.</p> <p align="center">$n(CO_2) = 1,5 n(H_2O)$</p> <p>točno povezivanje množina CO₂ i H₂O 0,5 bodova</p> <p align="center"> $n(CO_2) = 3 n(C_3H_8) + 2 n(C_2H_2)$ $n(H_2O) = 4 n(C_3H_8) + n(C_2H_2)$ $3 n(C_3H_8) + 2 n(C_2H_2) = 1,5 \times [4 n(C_3H_8) + n(C_2H_2)]$ $n(C_2H_2) = 6 n(C_3H_8)$ $n(C_3H_8) = n(C_2H_2) / 6$ </p> <p>postupak i izraz za množinu etina iz množine propana ili množinu propana iz množine etina 0,5 bodova</p> <p align="center"> $m(C_2H_2) + m(C_3H_8) = 2,0 g$ $n(C_2H_2) \times M(C_2H_2) + n(C_3H_8) \times M(C_3H_8) = 2,0 g$ $6 n(C_3H_8) \times 26 g mol^{-1} + n(C_3H_8) \times 44 g mol^{-1} = 2,0 g$ $n(C_3H_8) = 0,010 mol$ $n(C_2H_2) = 0,060 mol$ </p> <p>postupak i izračun množine propana ili etina 2 × 0,5 = 1 bod</p> <p align="center"> $m(C_3H_8) = 0,010 mol \times 44 g mol^{-1} = 0,44 g$ $m(C_2H_2) = 2,0 g - 0,44 g = 1,56 g$ </p> <p>postupak i izračun mase propana i etina 2 × 0,5 = 1 bod</p> <p>14.c) Napiši jednadžbu reakcije dobivanja etina iz kalcijeva karbida i vode navodeći agregacijska stanja reaktanata i produkata.</p> <p align="center">$CaC_2(s) + 2 H_2O(g) \rightarrow C_2H_2(g) + Ca(OH)_2(aq)$</p> <hr/> <p>JKR dobivanja etina za sve navedene reaktante i produkte i za zapis izjednačen po masi i naboju točno navedena agregacijska stanja svih sudionika: 2 × 0,5 = 1 bod 0,5 bodova</p>				
	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px;">ostv.</td> <td style="width: 30px;">maks.</td> </tr> <tr> <td align="center"> </td> <td align="center">7,5</td> </tr> </table>	ostv.	maks.		7,5
ostv.	maks.				
	7,5				

1. stranica	2. stranica	3. stranica	4. stranica	+				
<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>	+				
5. stranica	6. stranica	7. stranica	8. stranica	=				
<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td align="center" colspan="2">Ukupni bodovi</td> </tr> <tr> <td align="center" style="width: 50px;"><input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/></td> <td align="center" style="width: 50px;">50</td> </tr> </table>	Ukupni bodovi		<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	50
Ukupni bodovi								
<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	50							