

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

1.	U označenim laboratorijskim čašama nalaze se otopine natrijeva klorida (A), kalijeva jodida (B), kalijeva sulfata (C) i natrijeva karbonata (D). Dodatkom otopine srebrova nitrata u otopinu u čaši A nastaje bijeli talog. Dodatkom otopine olovova(II) nitrata u otopinu u čaši B nastaje žuti talog. U otopinu u čaši C dodana je otopina barijeva klorida i nastao je bijeli talog, a dodatkom otopine klorovodične kiseline otopini u čaši D nastaju mjehurići plina.		
	1.a) Imenuj taloge koji nastaju u čašama A, B i C nakon dodatka odgovarajućega reagensa.		
	talog u čaši A	<u>srebrov klorid</u>	0,5 bodova
	talog u čaši B	<u>olovov(II) jodid</u>	0,5 bodova
	talog u čaši C	<u>barijev sulfat</u>	0,5 bodova
	1.b) Napiši jednadžbe kemijskih reakcija koje se odvijaju u čašama A, B, C i D nakon dodatka navedenih otopina. U jednadžbama naznači agregacijska stanja tvari.		
	čaša A	<u>$\text{NaCl(aq)} + \text{AgNO}_3\text{(aq)} \rightarrow \text{AgCl(s)} + \text{NaNO}_3\text{(aq)}$ ili $\text{Ag}^+\text{(aq)} + \text{Cl}^-\text{(aq)} \rightarrow \text{AgCl(s)}$</u>	1 bod
	JKR izjednačena po masi i naboju:		0,5 bodova
	Točno navedena agregacijska stanja svih sudionika:		
	čaša B	<u>$\text{KI(aq)} + \text{Pb(NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbI}_2\text{(s)} + \text{KNO}_3\text{(aq)}$ ili $\text{Pb}^{2+}\text{(aq)} + 2 \text{I}^-\text{(aq)} \rightarrow \text{PbI}_2\text{(s)}$</u>	1 bod
JKR izjednačena po masi i naboju:		0,5 bodova	
Točno navedena agregacijska stanja svih sudionika:			
čaša C	<u>$\text{K}_2\text{SO}_4\text{(aq)} + \text{BaCl}_2\text{(aq)} \rightarrow \text{BaSO}_4\text{(s)} + 2\text{KCl(aq)}$ ili $\text{Ba}^{2+}\text{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}\text{(aq)} \rightarrow \text{BaSO}_4\text{(s)}$</u>	1 bod	
JKR izjednačena po masi i naboju:		0,5 bodova	
Točno navedena agregacijska stanja svih sudionika:			
čaša D	<u>$\text{Na}_2\text{CO}_3\text{(aq)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow 2 \text{NaCl(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} + \text{CO}_2\text{(g)}$</u>	1 bod	
<u>$\text{CO}_3^{2-}\text{(aq)} + 2\text{H}^+\text{(aq)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(l)}$ ili drugi smisleni oblik jednadžbe kemijske reakcije</u>			
JKR izjednačena po masi i naboju:			
Točno navedena agregacijska stanja svih sudionika:		0,5 bodova	

2.	Napiši raspodjelu elektrona po ljuskama za sljedeće elemente:		
	bakar <u>2, 8, 18, 1</u>		
	barij <u>2, 8, 18, 18, 8, 2</u>		
	mangan <u>2, 8, 13, 2</u>		
	sumpor <u>2, 8, 6</u>		
	Bodovanje:	4 × 0,5 = 2 boda	
		ostv.	maks. 2

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 3.** 3.a) Didušikov tetroksid zagrijavanjem se raspada na dušikov dioksid. Napiši jednadžbu kemijske reakcije.



JKR izjednačena po masi i naboju

1 bod

- 3.b) Koja je od navedenih tvari crvenosmeđe boje? dušikov dioksid ili NO₂

0,5 bodova

- 3.c) Konstanta ravnoteže za navedenu reakciju pri 25 °C iznosi $4,59 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$. Izračunaj ravnotežnu koncentraciju didušikova tetroksida ako je ravnotežna koncentracija dušikova dioksida $0,0161 \text{ mol/dm}^3$.

$$K_c = c^2(\text{NO}_2) / c(\text{N}_2\text{O}_4)$$

$$c(\text{N}_2\text{O}_4) = c^2(\text{NO}_2) / K_c$$

$$c(\text{N}_2\text{O}_4) = (0,0161 \text{ mol/dm}^3)^2 / 4,59 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,0565 \text{ mol/dm}^3$$

izraz za konstantu ravnoteže

0,5 bodova

postupak

0,5 bodova

točno rješenje

0,5 bodova

- 3.d) Što možeš zaključiti iz podatka o sastavu ravnotežne smjese?

Ravnoteža je pomaknuta na stranu reaktanta, nastaje manje produkta te je pri 25 °C dušikov dioksid dominantno u obliku didušikova tetroksida. Priznati i sličan smislen odgovor.

0,5 bodova

- 3.e) Koliko iznosi tlačna konstanta za navedenu reakciju? Obvezan je postupak.

$$K_p = K_c (R T)^{\Delta \nu}$$

$$K_p = 4,59 \text{ mol m}^{-3} (8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} 298,15 \text{ K})^1$$

$$K_p = 11,38 \text{ kPa}$$

formula koja povezuje tlačnu i koncentracijsku konstantu
za točan račun (+/- 0,1 kPa)

0,5 bodova

0,5 bodova

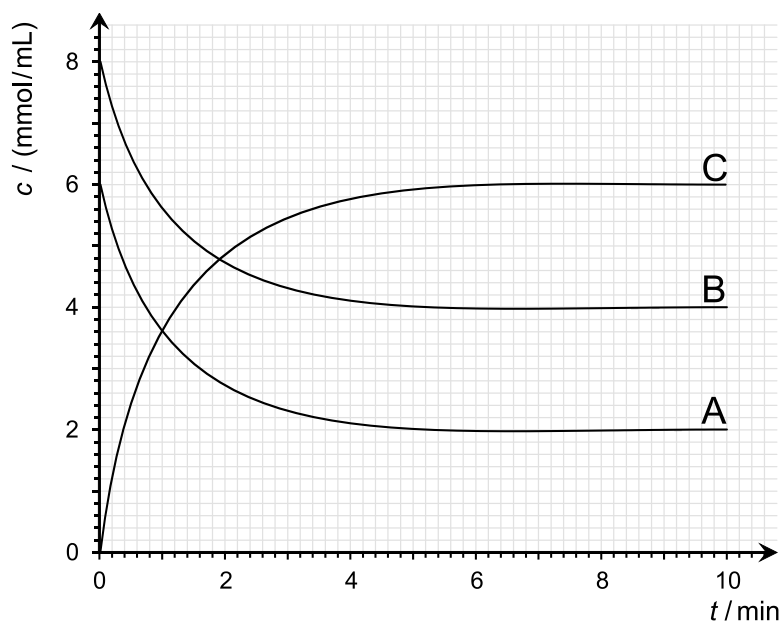
ostv.	maks.
	4,5

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

4. Dijagram prikazuje ovisnost množinskih koncentracija sudionika reakcije o vremenu. Svi su sudionici reakcije u plinovitoj agregacijskom stanju.



- 4.a) Na temelju dijagrama napiši odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije i naznači agregacijska stanja tvari.



JKR izjednačena po masi i naboju

1 bod

- 4.b) Izračunaj koncentracijsku konstantu kemijske ravnoteže za navedenu reakciju.

$$\begin{aligned} K_c &= c^3(C) / [c^2(A) c^2(B)] \\ &= (6 \text{ mmol/mL})^3 / [(2 \text{ mmol/mL})^2 (4 \text{ mmol/mL})^2] \\ &= 3,375 \text{ mmol/mL} \end{aligned}$$

točan izraz/formula za koncentracijsku konstantu kemijske ravnoteže

0,5 bodova

točno uvrštene ravnotežne koncentracije produkta i reaktanata

0,5 bodova

točan rezultat koncentracijske konstante kemijske ravnoteže

0,5 bodova

ostv.	maks.
	2,5

5. Predvidi pomak kemijske ravnoteže i popuni tablicu upisom sljedećih odgovora: **prema reaktantima, prema produktima, nema promjene.**

	Povećanje tlaka	Povišenje temperature
$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g) \quad \Delta H < 0$	nema promjene	prema reaktantima
$C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons H_2(g) + CO(g) \quad \Delta H > 0$	prema reaktantima	prema produktima

4 × 0,5 = 2 boda

ostv.	maks.
	2

ukupno bodova na stranici 3:

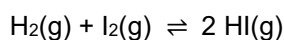
ostv.	maks.
	4,5

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 6.** U čeličnu je posudu volumena 1,00 L stavljeno 0,50 mola vodika i 0,50 mola joda pri temperaturi od 430 °C. Konstanta ravnoteže za navedenu reakciju pri toj temperaturi iznosi 54,3.



Izračunaj ravnotežne koncentracije sudionika reakcije.

$$K_c = \frac{c^2(\text{HI})}{c(\text{H}_2) c(\text{I}_2)}$$



	$\text{H}_2(\text{g})$	+	$\text{I}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons	2HI
početna koncentracija / mol/dm ³	0,5		0,5		0
promjena / mol/dm ³	- x		- x		+ 2x
ravnotežna koncentracija / mol/dm ³	0,5 - x		0,5 - x		2x

$$54,3 = \frac{4x^2}{(0,5 - x)(0,5 - x)}$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = 0,393$$

$$a = K_c - 4; \quad b = -K_c c_0(\text{H}_2) = -K_c c_0(\text{I}_2); \quad c = K_c c_0(\text{H}_2)^2 = K_c c_0(\text{I}_2)^2$$

$$c(\text{H}_2) = 0,107 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{I}_2) = 0,107 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{HI}) = 0,786 \text{ mol/dm}^3$$

izraz za konstantu ravnoteže
točne ravnotežne koncentracije H_2 , I_2 i HI

0,5 bodova
3 × 0,5 = 1,5 bodova

ostv.	maks.
	2

- 7.** Fosfin se raspada na elementarni fosfor i vodik prema sljedećoj jednadžbi kemijske reakcije.



Izračunaj brzinu nastajanja fosfora ako je brzina nastajanja vodika 0,078 mol/dm³ s.

$$v(\text{P}_4) : v(\text{H}_2) = 1 : 6; \quad v(\text{H}_2) / 6 = 0,078 \text{ mol/dm}^3 \text{ s} / 6 = 0,013 \text{ mol/dm}^3 \text{ s}$$

postupak
točno rješenje

0,5 bodova
0,5 bodova

ostv.	maks.
	1

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

10. Prikaži Lewisove strukturne formule spojeva navedenih u tablici, imenuj oblike molekula predviđene modelom VSEPR i navedi je li pojedina molekula polarna ili nepolarna.

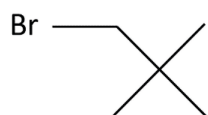
	Lewisova strukturna formula	Oblik molekule	Polarnost
NCl ₃		trostrana piramida (trigonska piramida)	polarna molekula
OCS		linearna	polarna molekula
H ₂ S		kutna molekula V – oblik	polarna molekula
CCl ₄		tetraedar	nepolarna molekula

Bodovanje:

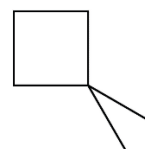
12 × 0,5 = 6 bodova

ostv.	maks.
	6

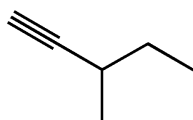
11. Odredi sustavna imena spojeva prikazanih strukturnim formulama.



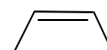
1-brom-2,2-dimetilpropan



1,1-dimetilciklobutan



3-metilpent-1-in



cis-but-2-en ili Z-but-2-en

Bodovanje:

4 × 0,5 = 2 boda

ostv.	maks.
	2

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

12.	Dovrši zadane jednadžbe kemijskih reakcija i odgovori na pitanja.		
	12.a) $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	0,5 bodova	
	Kojoj vrsti reakcija organskih spojeva pripada navedena reakcija? <u>adicija</u>	0,5 bodova	
	12.b) $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + \text{Zn} \rightarrow \triangle + \text{ZnCl}_2$	0,5 bodova	
	Kojoj vrsti reakcija organskih spojeva pripada navedena reakcija? <u>eliminacija</u>	0,5 bodova	
		ostv.	maks.
			2

13.	Reakcijom 1,5 grama kalija i 5,0 grama vode nastaju plinoviti vodik i kalijeva lužina. Reakcija se odvija pri temperaturi od 20 °C i tlaku od 101,3 hPa.	
	13.a) Napiši jednadžbu opisane kemijske reakcije s naznačenim agregacijskim stanjima.	
	$2 \text{ K(s)} + 2 \text{ H}_2\text{O(aq)} \rightarrow 2 \text{ KOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$	
	JKR izjednačena po masi i naboju točno navedena agregacijska stanja svih sudionika	1 bod 0,5 bodova
	13.b) Odredi koji je reaktant u suvišku.	
	$n(\text{K}) = m(\text{K}) / M(\text{K}) = 1,5 \text{ g} / 39,10 \text{ g/mol} = 0,038 \text{ mol}$ $n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 5,0 \text{ g} / 18,02 \text{ g/mol} = 0,28 \text{ mol}$ $\Delta n(\text{K}) / \nu(\text{K}) = 0,038 \text{ mol} / 2 = 0,019 \text{ mol}$ $\Delta n(\text{H}_2\text{O}) / \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,28 \text{ mol} / 2 = 0,14 \text{ mol}$ $\Delta n(\text{K}) / \nu(\text{K}) < \Delta n(\text{H}_2\text{O}) / \nu(\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow \xi = \Delta n(\text{K}) / \nu(\text{K}) = 0,019 \text{ mol} \Rightarrow \text{voda je u suvišku}$	
	točno izračunan doseg kalija točno izračunan doseg vode reaktant je u suvišku voda <u>Napomena:</u> ako je učenik izračunao suvišak preko omjera i za to ima odgovarajući postupak, priznati 1,5 bod	0,5 bodova 0,5 bodova 0,5 bodova
	13.c) Izračunaj volumen vodika i množinu reaktanta u suvišku nakon završetka kemijske reakcije.	
	$n(\text{H}_2) = \xi = 1/2 n(\text{K}) = 0,019 \text{ mol}$ $pV = nRT$ $V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2)RT / p$ $V(\text{H}_2) = 0,019 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J / K mol} \cdot 293,15 \text{ K} / 101300 \text{ Pa} = 4,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ točno izračunan volumen vodika	0,5 bodova
	$n(\text{H}_2\text{O})_{\text{suvišak}} = n(\text{H}_2\text{O})_{\text{početna}} - n(\text{H}_2\text{O})_{\text{potrošena}} = 0,28 \text{ mol} - 0,038 \text{ mol} = 0,24 \text{ mol}$ točno izračunana množina preostale vode nakon kemijske reakcije	0,5 bodova
		ostv. maks. 4

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

14. Vrelište benzena (C_6H_6) pri normalnom tlaku iznosi 353,250 K. U 10,0 grama benzena otopljeno je 0,334 grama kamfora (organski spoj koji ne disocira). Vrelište je otopine 80,655 °C. Ebulioskopska je konstanta benzena 2,53 K kg mol⁻¹. Kolika je relativna molekulska masa kamfora?

$\Delta T = i K_b b(\text{kamfor})$
točna formula za račun promjene temperature 0,5 bodova

$\Delta T = T_2 - T_1 = 353,805 \text{ K} - 353,250 \text{ K} = 0,555 \text{ K}$ ili $0,555 \text{ °C}$
točna promjena temperature 0,5 bodova

$\Delta T = K_b m(\text{kamfor}) / [m(\text{benzen}) M(\text{kamfor})]$
 $M(\text{kamfor}) = K_b m(\text{kamfor}) / [\Delta T m(\text{benzen})]$
 $M(\text{kamfor}) = 2,53 \cdot 10^3 \text{ K g / mol} \cdot 0,334 \text{ g} / (0,555 \text{ K} \cdot 10,0 \text{ g})$
postupak 0,5 bodova

$M(\text{kamfor}) = 152,256 \text{ g/mol}$
točna vrijednost molarne mase 0,5 bodova

$M_r(\text{kamfor}) = 152,256$
točna vrijednost relativne molekulske mase 0,5 bodova

ostv.	maks.
	2,5

15. Iridij ima dva stabilna izotopa, iridij-191 i iridij-193. Izračunaj množinske udjele iridija-191 i iridija-193 ako je poznata relativna atomska masa ¹⁹¹Ir 190,96058 i ¹⁹³Ir 192,96292. Prosječna je relativna atomska masa iridija 192,217.

$A_r(\text{Ir}) = x(^{191}\text{Ir}) \cdot A_r(^{191}\text{Ir}) + x(^{193}\text{Ir}) \cdot A_r(^{193}\text{Ir})$ 0,5 bodova

$A_r(\text{Ir}) = x(^{191}\text{Ir}) \cdot A_r(^{191}\text{Ir}) + (1-x(^{191}\text{Ir})) \cdot A_r(^{193}\text{Ir})$ 0,5 bodova

$192,217 = 190,961x(^{191}\text{Ir}) + 192,963 - 192,963x(^{191}\text{Ir})$
 $- 0,746 = - 2,002x(^{191}\text{Ir})$
 $x(^{191}\text{Ir}) = 0,373$ 0,5 bodova
 $x(^{193}\text{Ir}) = 0,627$ 0,5 bodova

ostv.	maks.
	2

16. Kapsaicin je ljuta, aktivna komponenta paprike. Maseni je udio ugljika u kapsaicinu 70,80 %, vodika 8,90 %, dušika 4,60 %, a ostatak čini kisik. Masa jedne molekule kapsaicina iznosi $5,0715 \times 10^{-25}$ kg. Izračunaj relativnu molekulsku masu kapsaicina i odredi molekulsku formulu spoja.

$m_r(\text{kapsaicin}) = M_r(\text{kapsaicin}) \cdot u$ 0,5 bodova

$M_r(\text{kapsaicin}) = m_r(\text{kapsaicin}) / u = 5,0715 \times 10^{-25} \text{ kg} / u = 305,42$ 0,5 bodova

$w(\text{O, kapsaicin}) = 100 \% - 84,30 \% = 15,70 \%$ 0,5 bodova

$N(\text{C}) = w(\text{C}) / A_r(\text{C}) \times M_r(\text{kapsaicin}) = 18$ 0,5 bodova

$N(\text{H}) = w(\text{H}) / A_r(\text{H}) \times M_r(\text{kapsaicin}) = 27$ 0,5 bodova

$N(\text{N}) = w(\text{N}) / A_r(\text{N}) \times M_r(\text{kapsaicin}) = 1$ 0,5 bodova

$N(\text{O}) = w(\text{O}) / A_r(\text{O}) \times M_r(\text{kapsaicin}) = 3$ 0,5 bodova

Napomene:

ako je učenik pisao u obliku omjera i dobio točnu molekulsku formulu spoja, priznati sve bodove

ako je učenik dobro postavio omjere, no nije dobio točnu molekulsku formulu spoja, priznati 2 × 0,5 boda

ostv.	maks.
	3,5

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka: _____

17.	Prouči jednadžbu kemijske reakcije		
	$\text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{HCl}$		
	17.a) Koje su od navedenih molekula polarne? <u>CH₃Cl, CH₂Cl₂, HCl</u>	3 × 0,5 = 1,5 bodova	
	17.b) Kojoj vrsti reakcija organskih spojeva pripada navedena reakcija? <u>supstitucija</u>	0,5 bodova	
	17.c) Na temelju poznatih energija veza pri 25 °C procijeni reakcijsku entalpiju navedene reakcije pri toj temperaturi. D je oznaka za entalpiju veze. $D(\text{C}-\text{H}) = 414 \text{ kJ/mol}$ $D(\text{C}-\text{Cl}) = 339 \text{ kJ/mol}$ $D(\text{Cl}-\text{Cl}) = 243 \text{ kJ/mol}$ $D(\text{H}-\text{Cl}) = 431 \text{ kJ/mol}$ $\Delta_r H^\circ = [3D(\text{C}-\text{H}) + D(\text{C}-\text{Cl}) + D(\text{Cl}-\text{Cl})] - [2 D(\text{C}-\text{H}) + 2 D(\text{C}-\text{Cl}) + D(\text{H}-\text{Cl})] =$ $= [3(414 \text{ kJ/mol}) + 339 \text{ kJ/mol} + 243 \text{ kJ/mol}] - [2(414 \text{ kJ/mol}) + 2(339 \text{ kJ/mol}) + 431 \text{ kJ/mol}] =$ $= -113 \text{ kJ/mol}$		
	rješenje postupak	0,5 bodova 0,5 bodova	
	17.d) Je li navedena reakcija egzotermna ili endotermna? <u>Reakcija je egzotermna.</u>	0,5 bodova	
		ostv.	maks. 3,5

1. stranica	2. stranica	3. stranica	4. stranica	5. stranica	
<div></div>	+	<div></div>	+	<div></div>	+
6. stranica	7. stranica	8. stranica	9. stranica	Ukupni bodovi	
<div></div>	+	<div></div>	+	<div></div>	<div>50</div>