

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka:

1. Za svaku od navedenih reakcija napiši je li egzotermna ili endotermna.

- 1.a) ionizacija bakra
1.b) sublimacija bakra
1.c) hidratacija iona Cu^{2+}
1.d) nastajanje čvrstog bakrova(II) oksida iz elemenata

- 1.a) **endotermna**
1.b) **endotermna**
1.c) **egzotermna**
1.d) **egzotermna**

Za svaki točan odgovor

4 × 0,5 = 2 boda

ostv.	maks.
	2

2. Elementarna tvar X reagira s elementarnom tvari Y te nastaje spoj XY_2 . Elementarna tvar Y građena je od dvoatomnih molekula. Neka svojstva navedenih elementarnih tvari i nastalog spoja prikazana su u tablici.

Svojstva tvari: X, Y, XY_2	X	Y	XY_2
Talište	visoko	vrlo nisko	srednje visoko
Električna vodljivost u čvrstom stanju	dobra	ne provodi struju	ne provodi struju
Električna vodljivost taline	dobra	ne provodi struju	dobra
Električna vodljivost vodene otopine	----	ne provodi struju	dobra

Na temelju podataka u tablici zaključiti:

2.a) Koja je vrsta kemijske veze u svakoj od navedenih tvari X, Y i XY_2 ?

U tvari X prisutna je **metalna** veza, tvari Y **kovalentna** veza, a u tvari XY_2 je **ionska** veza.

0,5 bodova

2.b) Koje čestice omogućuju protok struje kroz uzorak tvari X, a koje kroz uzorak tvari XY_2 ?

U tvari X struju provode **slobodni elektroni**, a u talini tvari XY_2 **slobodni ioni**.

0,5 bodova

2.c) Objasni zašto tvar XY_2 ne provodi struju u čvrstom stanju.

U kristalu su **ioni stacionarni** (odnosno, samo vibriraju oko ravnotežnih položaja). Pri taljenju ili otapanju ruši se kristalna rešetka, a „oslobođeni“ ioni omogućuju prijenos električne struje.

0,5 bodova

2.d) Objasni zašto tvar Y ne provodi električnu struju.

Tvar Y **nema slobodnih elektrona** ni **slobodnih iona**, pa zbog toga ne provodi struju.

0,5 bodova

Napomena: za svaki potpuno točan odgovor 0,5 bodova.
Priznati i svaki drugi smisleni odgovor u zadatku c) i d).

ostv.	maks.
	2

Ukupno bodova na stranici 1:

ostv.	maks.
	4

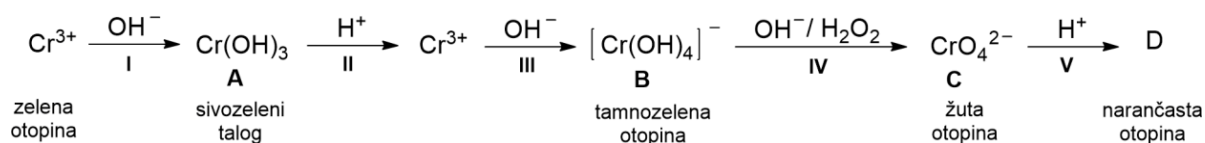
Državna razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 3. razred srednje škole

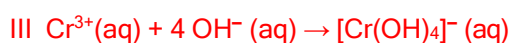
Zaporka:

3.

Shemom su prikazane promjene od trovalentnih iona kroma, Cr^{3+} do iona CrO_4^{2-}



3.a) Svaku od navedenih promjena označenih rimskim brojevima **I – IV** prikaži jednadžbom kemijske reakcije te naznači agregacijska stanja svih sudionika reakcije.



Jednadžba kemijske reakcije izjednačena po masi

4 x 0,5 bodova

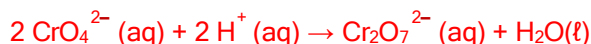
Jednadžba kemijske reakcije izjednačena po naboju

4 x 0,5 bodova

Za točno navedena agregacijska stanja svih sudionika koji su točno napisani u JKR

4 x 0,5 bodova

3.b) Napiši jednadžbu kemijske reakcije kojom nastaje **produkt D**, koji će dati narančastu otopinu.



Jednadžba kemijske reakcije izjednačena po masi i naboju

0,5 + 0,5 bodova

3.c) Navedi imena iona i spojeva kroma označenih slovima **A - D**.

A kromov(III) hidroksid

B tetrahidroksokromatni(III) ion ili tetrahidroksidokromatni(-1) ion ili tetrahidroksidokromatni(III) ion

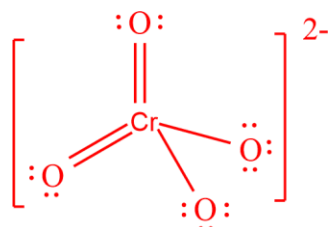
C kromatni ion

D dikromatni ion

Za točno napisano ime

4 x 0,5 bodova

3.d) Nacrtaj Lewisovu strukturu iona označenog slovom **C**.



Za točno prikazanu strukturnu formulu iona

1 bod

ostv.	maks.
	10

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka:

4.

U otopinama natrijeva i kalcijeva hidroksida iste množinske koncentracije $0,001 \text{ mol dm}^{-3}$, odredi koja je od sljedećih tvrdnji točna (zaokruži slovo **T**) ili netočna (zaokruži slovo **N**).

A. Vrijednost pOH u otopini kalcijeva hidroksida je 2,7, a u otopini natrijeva hidroksida 3,0.

T **N**

B. Vrijednost pOH u otopini natrijeva hidroksida je 3,0, a u otopini kalcijeva hidroksida 6,0.

T **N**

C. Vrijednost pH u otopini NaOH iznosi 3,0, a pOH 11,0.

T **N**

D. Koncentracija iona OH^- u otopini kalcijeva hidroksida iznosi $2 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

(T) **N**

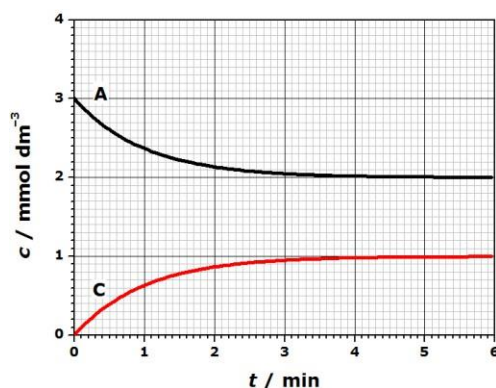
bodovanje:

$4 \times 0,5 = 2 \text{ boda}$

ostv.	maks.
	2

5.

Dijagram prikazuje promjenu množinskih koncentracija dviju tvari u reakcijskoj smjesi stalnoga volumena u ovisnosti o vremenu t .



5.a) Napiši odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije.



Za točno napisanu ravnotežnu jednadžbu reakcije
0,5 bodova

5.b) Nakon 5 minuta trajanja reakcije u reakcijsku je smjesu dodana tvar C pri čemu se njezina koncentracija udvostručila. Izračunaj množinske koncentracije sudionika reakcije nakon ponovnog uspostavljanja ravnotežnog stanja.

$$K_c = \frac{[C]}{[A]} = \frac{1 \text{ mmol dm}^{-3}}{2 \text{ mmol dm}^{-3}} = 0,5$$

$$\begin{aligned} 2 \text{ mmol dm}^{-3} - x &= 0,5 \cdot (2 \text{ mmol dm}^{-3} + x) \\ 2 \text{ mmol dm}^{-3} - x &= 1 \text{ mmol dm}^{-3} + 0,5 \cdot x \\ 2 \text{ mmol dm}^{-3} - 1 \text{ mmol dm}^{-3} &= 1,5 \cdot x \\ x &= \frac{1 \text{ mmol dm}^{-3}}{1,5} = 0,67 \text{ mmol dm}^{-3} \end{aligned}$$

$$K_c = \frac{[C]}{[A]} = \frac{([C] - x)}{([A] + x)} = \frac{(2 \text{ mmol dm}^{-3} - x)}{(2 \text{ mmol dm}^{-3} + x)}$$

$$0,5 = \frac{(2 \text{ mmol dm}^{-3} - x)}{(2 \text{ mmol dm}^{-3} + x)}$$

$$\begin{aligned} [A] &= 2 \text{ mmol dm}^{-3} + x = 2 \text{ mmol dm}^{-3} + 0,67 \text{ mmol dm}^{-3} = 2,67 \text{ mmol dm}^{-3} \\ [C] &= 2 \text{ mmol dm}^{-3} - x = 2 \text{ mmol dm}^{-3} - 0,67 \text{ mmol dm}^{-3} = 1,33 \text{ mmol dm}^{-3} \end{aligned}$$

Očitavanje iz grafa ravnotežnih koncentracija reaktanta A i produkta C

0,5 bodova

Točno postavljen izraz za promjenu koncentracija reaktanta A i produkta C

0,5 bodova

Za točno izračunatu promjenu koncentracije sudionika reakcije

0,5 bodova

Za izračun množinske koncentracije reaktanta A nakon ponovnog uspostavljanja ravnotežnog stanja

0,5 bodova

Za izračun množinske koncentracije produkta C nakon ponovnog uspostavljanja ravnotežnog stanja

0,5 bodova

5.c) Izračunaj prosječnu brzinu kemijske reakcije tijekom prvih dviju minuta trajanja kemijske reakcije koristeći se gornjim dijagramom.

iz grafa: $\Delta c(A) = -0,85 \text{ mmol dm}^{-3}$

Očitavanje iz grafa promjena koncentracije reaktanta A

0,5 bodova

Napomena: priznaje se odstupanje u očitavanju promjene koncentracije reaktanta A od $\pm 0,05 \text{ mmol dm}^{-3}$.

$$v = \frac{\Delta c(A)}{v(A) \times \Delta t} = \frac{-0,85 \text{ mmol dm}^{-3}}{(-1) \times 2 \text{ min}} = 0,42 \text{ mmol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$$

Za izračun prosječne brzine kemijske reakcije

0,5 bodova

ostv.	maks.
	4

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

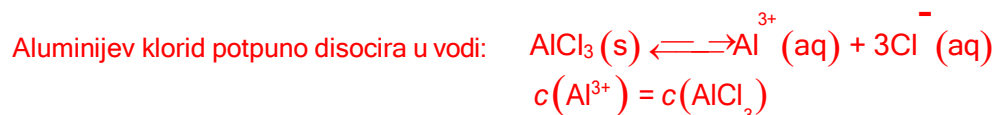
Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka:

6.

Pripremljena je otopina aluminijskoga klorida množinske koncentracije $0,560 \text{ mol dm}^{-3}$. Konstanta hidrolize aluminijskih iona jest $1,48 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.

6.a) Prikaži jednadžbu reakcije hidrolize te izračunaj koncentraciju vodikovih iona u otopini.



Za točno napisanu jednadžbu reakcije hidrolize

0,5 bodova

početna	$0,560 \text{ mol dm}^{-3}$	0	0
promjena	$-x$	$+x$	$+x$
u ravnoteži	$0,560 \text{ mol dm}^{-3} - x$	x	x

$$K_h = \frac{x \cdot x}{c - x}$$

$$x^2 = (0,560 \text{ mol dm}^{-3} - x) \cdot 1,48 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$x^2 = (0,560 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 1,48 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} - 1,48 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \cdot x$$

$$x^2 + 1,48 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \cdot x - 0,560 \cdot 1,48 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6} = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-1,48 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \pm \sqrt{(1,48 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3})^2 - 4 \cdot 1 \cdot 8,288 \cdot 10^{-6} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}}}{2}$$

$$x_1 = 0,0028715 \text{ mol dm}^{-3} = 2,8715 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$x_2 = -0,0028863 \text{ mol dm}^{-3} = -2,8863 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{H}^{+}) = x_1 = 2,87 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

Za točan izraz konstante hidrolize

0,5 bodova

Za točno izračunatu množinsku koncentraciju vodikovih iona

0,5 bodova

6.b) Odredi vrijednost pH otopine.

$$c(\text{H}^{+}) = 2,87 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}^{+}) / \text{mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log(2,87 \times 10^{-3}) = 2,54$$

Za točno izračunatu vrijednost pH otopine

0,5 bodova

ostv.	maks.
	2

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka:

- 7.** Benzo[a]piren je policiklički aromatski ugljikovodik. Nalazi se u katranu, sastojak je duhanskog dima i pržene hrane. Kancerogen je i iznimno štetan za ljudsko zdravlje. Maseni je udio ugljika u tome spoju 95,21 %, a relativna molekulska masa 252,3.

7.1. Odredi empirijsku i molekulsku formulu benzo[a]pirena.

$$\begin{aligned} n(\text{C}) : n(\text{H}) &= \frac{0,9521\text{g}}{12,01\text{g mol}^{-1}} : \frac{0,0479\text{g}}{1,008\text{g mol}^{-1}} \\ &= 0,07927 : 0,04752 \\ &= 1,67 : 1 \quad / \times 3 \\ &= 5 : 3 \end{aligned}$$

empirijska formula: C_5H_3

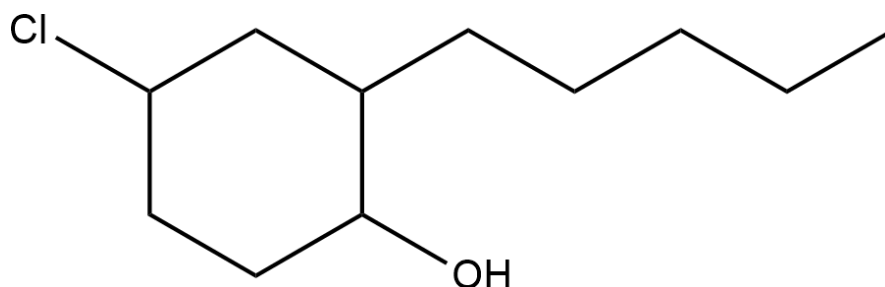
$$\frac{Mr(\text{spoja})}{Mr(\text{emp. jed.})} = \frac{252,3}{63,074} = 4,0$$

molekulska formula: $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$

Za točno određenu empirijsku formulu
Za točno određenu molekulsku formulu

1 bod
1 bod

7.2. Strukturna formula spoja prikazana je na slici. Imenuj spoj prema IUPAC-ovoj nomenklaturi i odredi broj primarnih, sekundarnih, tercijarnih i kvarternih ugljikovih atoma.



Ime spoja prema IUPAC-ovoj nomenklaturi: 4-klor-2-pentilcikloheksan-1-ol

Vrsta C-atoma	Broj C-atoma
primarni	1
sekundarni	9
tercijarni	1
kvarterni	0

Za točno napisano ime
Za točno određen broj pojedinih vrsta C-atoma u strukturnoj formuli spoja

1 bod
1 bod

ostv.	maks.
	4

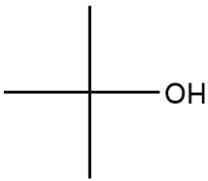
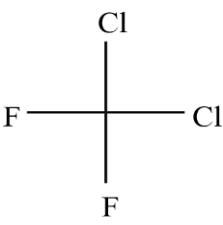
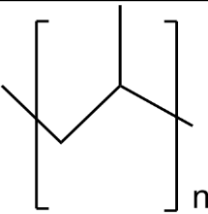
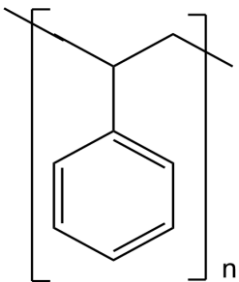
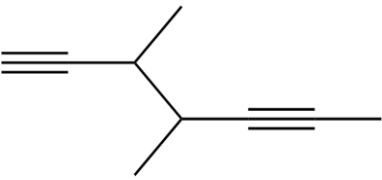
Državna razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka:

8.

U tablici su formulama s veznim crticama prikazane molekule različitih organskih spojeva. Imenuj prema IUPAC-ovoj nomenklaturi zadane spojeve.

Formula s veznim crticama	Naziv spoja prema IUPAC-ovoj nomenklaturi
	2-metilpropan-2-ol (<i>tert</i> -butanol)
	diklordifluorometan
	polipropen (polipropilen)
	poli(etenilbenzen) poli(feniletan) polistiren
	3,4-dimetilhepta-1,5-diin

za točno napisano ime

5 × 1 bod

ostv.	maks.
	5

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

Zaporka:

- 9.** Vodena otopina amonijeva nitrata upotrebljava se u medicini za ublažavanje boli pri ozljedama. Otapanjem 30 g te soli u 250 g vode, pri 25 °C, dolazi do promjene temperature otopine. Molarna je entalpija otapanja amonijeva nitrata 26,2 kJ mol⁻¹. Specifični toplinski kapacitet vode pri 25 °C iznosi 4,18 J g⁻¹ K⁻¹.

9.1. Odredi promjenu entalpije pri otapanju zadane mase soli.

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{m(\text{NH}_4\text{NO}_3)}{M(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{30 \text{ g}}{80 \text{ g mol}^{-1}} = 0,375 \text{ mol}$$

$$\Delta_r H^\circ = \frac{\Delta H^\circ}{n}$$

$$\Delta H^\circ = \Delta_r H^\circ \cdot n$$

$$= 26,2 \text{ kJ mol}^{-1} \cdot 0,375 \text{ mol}$$

$$= \mathbf{9,83 \text{ kJ}}$$

Za točno izračunatu množinu soli

0,5 bodova

Za točno izračunatu promjenu entalpije pri otapanju zadane mase soli

0,5 bodova

9.2. Izračunaj konačnu temperaturu otopine. Toplinski kapacitet otopine približno je jednak toplinskom kapacitetu vode.

$$Q = m(\text{H}_2\text{O}) \times c(\text{H}_2\text{O}) \times \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q}{m(\text{H}_2\text{O}) \times c(\text{H}_2\text{O})} = \frac{9830 \text{ J}}{280 \text{ g} \cdot 4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}}$$

$$= 8,4 \text{ K} = \mathbf{8,4^\circ \text{C}}$$

$$t_2 (\text{otopina}) = t_1 - \Delta t = 25^\circ \text{C} - 8,4^\circ \text{C} = \mathbf{16,6^\circ \text{C}}$$

Za izraz za izračun topline

0,5 bodova

Za točno izračunatu promjenu temperature

0,5 bodova

Za točno izračunatu konačnu temperaturu otopine

0,5 bodova

9.3. Je li proces otapanja soli egzoterman ili endoterman?

endoterman

Za točan odgovor

0,5 bodova

ostv. maks.

3

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

Zadatci za 3. razred srednje škole

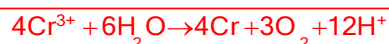
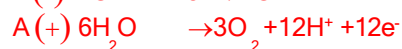
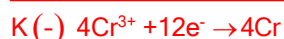
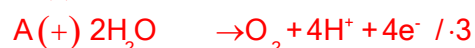
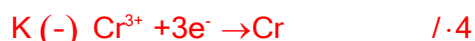
Zaporka:

10.

U dva serijski spojena elektrolizera nalaze se otopine cinkova nitrata i kromova(III) klorida.

10.1. Izračunaj masu kroma koji se izluči na katodi drugog elektrolizera, ako se u prvom elektrolizeru u istom vremenu razvije 0,15 m³ kisika pri 28 °C i 800 mbar?

$$n(\text{O}_2) = \frac{p \times V}{R \times T} = \frac{0,8 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 0,15 \text{ m}^3}{8,314 \times \text{NmK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 301,15 \text{ K}} = 4,8 \text{ mol}$$



$$\frac{n(\text{Cr})}{n(\text{O}_2)} = \frac{4}{3} \quad / \times n(\text{O}_2)$$

$$n(\text{Cr}) = \frac{4}{3} \times n(\text{O}_2)$$

$$\frac{m(\text{Cr})}{M(\text{Cr})} = \frac{4}{3} \times n(\text{O}_2) \quad / \times M(\text{Cr})$$

$$m(\text{Cr}) = \frac{4 \times n(\text{O}_2) \times M(\text{Cr})}{3} = \frac{4 \times 4,8 \text{ mol} \times 52,0 \text{ g mol}^{-1}}{3} = 332,8 \text{ g}$$

Za točno izračunatu množinu kisika pomoću opće plinske jednadžbe

Za točno napisane jednadžbe koje prikazuju procese na elektrodama

Za iskazan omjer množina kroma i kisika

Za točno izračunatu masu kroma koja se izlučila u drugom elektrolizeru

1 bod

2 x 1 bod

0,5 bodova

0,5 bodova

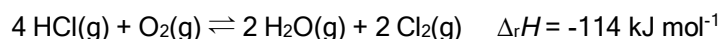
ostv.

maks.

4

11.

Prouči termokemijsku jednadžbu reakcije:



Kakav će utjecaj promjena navedena u prvom stupcu imati na veličinu u drugom stupcu? Odgovore upiši u treći stupac koristeći se sljedećim riječima: 'poveća se', 'smanji se' ili 'ne mijenja se'

Promjena	Veličina	Utjecaj
dodatak O ₂	koncentracija HCl	smanji se
smanjenje volumena posude	množinski udio H ₂ O	poveća se
povećanje volumena posude	K _c	ne mijenja se
povišenje temperature	K _c	smanji se

Za svaki točno napisan odgovor

4 x 0,5 = 2 boda

ostv.

maks.

2