

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

1.

U navedenim zadacima zaokruži jedan točan odgovor.

1.a) Koji od navedenih atoma ima najmanji Paulingov koeficijent elektronegativnosti?

- A) nikal
B) krom
 C) arsen
 D) željezo

1.b) Atom kojega od navedenih elemenata ima najveću prvu energije ionizacije?

- A) jod
 B) telurij
C) ksenon
 D) antimon

1.c) U kojemu su nizu navedeni ioni poredani prema smanjenju ionskoga polumjera?

- A) $V^{4+} > V^{3+} > V^{+} > V^{2+}$
 B) $V^{3+} > V^{4+} > V^{2+} > V^{+}$
 C) $V^{4+} > V^{3+} > V^{2+} > V^{+}$
D) $V^{+} > V^{2+} > V^{3+} > V^{4+}$

1.d) U kojemu su od navedenih spojeva svi atomi povezani kovalentnim vezama?

- A) K_2O
B) AsH_3
 C) Na_2S
 D) $CaCl_2$

bodovanje:

4 × 0,5 = 2 boda

ostv.	maks.
	2

2.

Napiši elektronske konfiguracije navedenih kemijskih vrsta slijedom popunjavanja podljuska.

Čestica	Elektronska konfiguracija slijedom popunjavanja podljuska
S^{2-}	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
Zn	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$
Ag^{+}	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 4d^{10}$

za svaku točnu elektronsku konfiguraciju 1 bod:

3 × 1 = 3 boda

ostv.	maks.
	3

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

3.

Radioaktivni raspad kalija-40 važan je za radiometrijsko određivanje starosti mnogih vrsta stijena.

3.a) Kalij-40 radioaktivno se raspada na dva produkta koji nastaju dvama tipovima raspada: β^+ i β^- . Navedi cjelovite simbole nuklida koji nastaju tim raspadima.

β^+ raspad: ${}^{40}_{18}\text{Ar}$

β^- raspad: ${}^{40}_{20}\text{Ca}$

2 x 1 = 2 boda

3.b) Kalij se pojavljuje u prirodi u obliku tri izotopa: kalij-39, kalij-40 i kalij-41. Na temelju podataka zadanih u tablici izračunaj brojne udjele radioaktivnih izotopa kalija-40 i kalija-41. Prosječna relativna atomska masa kalija iznosi 39,098.

A	A_r	x / %
39	38,9637	93,2581
40	39,9640	?
41	40,9618	?

$$A_r(\text{K}) = A_r({}^{39}_{19}\text{K}) \times x({}^{39}_{19}\text{K}) + A_r({}^{40}_{19}\text{K}) \times x({}^{40}_{19}\text{K}) + A_r({}^{41}_{19}\text{K}) \times x({}^{41}_{19}\text{K})$$

$$A_r(\text{K}) = 38,9637 \times 0,932581 + 39,9640 \times x({}^{40}_{19}\text{K}) + 40,9618 \times x({}^{41}_{19}\text{K})$$

$$x({}^{39}_{19}\text{K}) + x({}^{40}_{19}\text{K}) + x({}^{41}_{19}\text{K}) = 1$$

$$x({}^{40}_{19}\text{K}) + x({}^{41}_{19}\text{K}) = 1 - 0,932581 = 0,067419$$

$$39,098 = 38,9637 + 39,9640 \times x({}^{40}_{19}\text{K}) + 40,9618 \times x({}^{41}_{19}\text{K})$$

$$2,76119 = 39,9640 \times (0,067419 - x({}^{41}_{19}\text{K})) + 40,9618 \times x({}^{41}_{19}\text{K})$$

$$0,06686 = 0,9978 \times x({}^{41}_{19}\text{K})$$

$$x({}^{41}_{19}\text{K}) = 0,067007 = 6,7007 \%$$

$$x({}^{40}_{19}\text{K}) = 4,12 \times 10^{-4} = 0,0412 \%$$

za točan početni izraz

0,5 bodova

za točno uvrštavanje vrijednosti u početni izraz

0,5 bodova

za izraz zbroja brojnih udjela izotopa

0,5 bodova

za točne brojne udjele ${}^{40}_{19}\text{K}$ i ${}^{41}_{19}\text{K}$ po 0,5 bodova

2 x 0,5 = 1 bod

Napomena: Priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnoga rješenja.

3.c) Vrijeme poluraspada kalija-40 iznosi 1,30 milijarda godina. Izračunaj konstantu radioaktivnoga raspada kalija-40 u god^{-1} .

$$t_{1/2}({}^{40}_{19}\text{K}) = 1,30 \text{ mlrd god} = 1,3 \times 10^9 \text{ god}$$

$$\lambda({}^{40}_{19}\text{K}) = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{1,30 \times 10^9 \text{ god}} = 5,33 \times 10^{-10} \text{ god}^{-1}$$

za točan početni izraz

0,5 bodova

za točan rezultat i točnu jedinicu

1 bod

ostv. maks.

6

4.

Navedene elemente pridruži karakterističnoj boji svjetlosti koju atomi tih elemenata emitiraju u plinovitoj fazi pri visokoj temperaturi upisujući slova navedena uz imena elemenata na crtu ispred pojedine boje svjetlosti.

- | | | |
|-----------|----------|------------|
| a) barij | <u>c</u> | crvena |
| b) natrij | <u>d</u> | ljubičasta |
| c) litij | <u>b</u> | žuta |
| d) kalij | <u>a</u> | zelena |

bodovanje:

4 x 0,5 = 2 boda

ostv. maks.

2

Ukupno bodova na stranici 2:

ostv. maks.

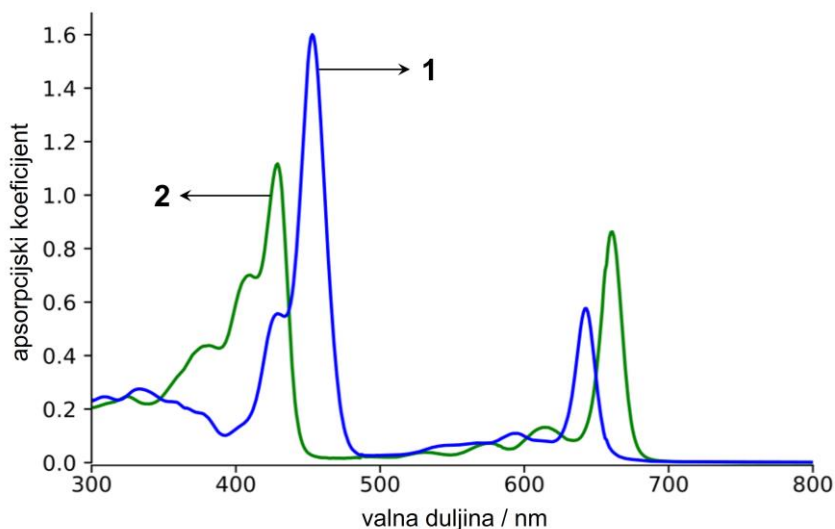
8

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

5. Pozorno promotri sliku koja prikazuje ovisnost apsorpcijskoga koeficijenta dvaju tipova klorofila o valnoj duljini elektromagnetskoga zračenja. Apсорpcijski koeficijent veličina je kojom se opisuje promjena intenziteta elektromagnetskoga zračenja pri prolazu kroz apsorbirajuću tvar.



- 5.a) Klorofil a učinkovitije apsorbira svjetlost niže frekvencije od klorofila b, a klorofil b učinkovitije apsorbira svjetlost više frekvencije od klorofila a. Kojim su brojevima na slici označene apсорpcijske krivulje koje odgovaraju klorofilu a i klorofilu b?

klorofil a: 2

klorofil b: 1

Za oba točna odgovora:

0,5 bodova

- 5.b) Poredaj navedene dijelove vidljivoga spektra svjetlosti prema porastu valne duljine upisujući brojeve ispred pojedinih boja svjetlosti. Poredak započni s brojem 1.

3 zelena 2 plava 6 crvena 4 žuta 1 ljubičasta 5 narančasta

za potpuno točan poredak (bez parcijalnoga bodovanja)

1 bod

- 5.c) Izračunaj frekvenciju svjetlosti valne duljine 660 nm. Brzina svjetlosti u vakuumu iznosi približno $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{660 \times 10^{-9} \text{ m}} = 4,55 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

za točan izraz i pravilno uvrštene vrijednosti
za točan rezultat

0,5 bodova
0,5 bodova

- 5.d) Molekulska je formula klorofila a $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{MgN}_4\text{O}_5$. Izračunaj maseni udio dušika u molekuli klorofila a.

$$w(\text{N}, \text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{MgN}_4\text{O}_5) = \frac{N(\text{N}) \times A_r(\text{N})}{M_r(\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{MgN}_4\text{O}_5)}$$

$$w(\text{N}, \text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{MgN}_4\text{O}_5) = \frac{4 \times 14,01}{893,476}$$

$$w(\text{N}, \text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{MgN}_4\text{O}_5) = 0,0627 \text{ ili } 6,27 \%$$

za točan izraz
za pravilno uvrštene vrijednosti
za točan rezultat

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

ostv.	maks.
	4

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 6.** Pripremljena je otopina nekoga alkohola masene koncentracije 616 g dm^{-3} čiji osmotski tlak pri temperaturi od 20°C iznosi $24\,980,79 \text{ kPa}$. Izračunaj molarnu masu toga alkohola u g mol^{-1} .

$$i = 1$$

$$\pi = i \times c \times R \times T$$

$$c = \frac{\gamma}{M(\text{alkohol})}$$

$$\pi = \frac{i \times \gamma \times R \times T}{M(\text{alkohol})} \rightarrow M(\text{alkohol}) = \frac{i \times \gamma \times R \times T}{\pi}$$

$$M(\text{alkohol}) = \frac{1 \times 616 \times 10^3 \text{ g m}^{-3} \times 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 293,15 \text{ K}}{24980,79 \times 10^3 \text{ Pa}}$$

$$M(\text{alkohol}) = 60,1 \text{ g mol}^{-1}$$

za točan koeficijent i

0,5 bodova

za točan izraz

0,5 bodova

za izraz koji povezuje c i γ

0,5 bodova

za izraz M

0,5 bodova

za točno uvrštene vrijednosti s mjernim jedinicama

0,5 bodova

za točan rezultat s točnom jedinicom

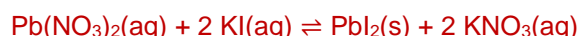
0,5 bodova

Napomena: Priznati bilo koji drugi pravilan postupak s točnim rješenjem.

ostv.	maks.
	3

- 7.** Predvidi produkte navedenih reakcija i prikaži odgovarajuće jednadžbe kemijskih reakcija. Označi agregacijska stanja reaktanata i produkata.

- a) reakcija vodene otopine olovova(II) nitrata i vodene otopine kalijeva jodida



za JKR izjednačenu po masi i naboju

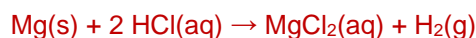
1 bod

za točno navedena agregacijska stanja svih sudionika

0,5 bodova

Napomena: Priznati i ionski oblik JKR.

- b) reakcija magnezijeva praha i vodene otopine klorovodične kiseline



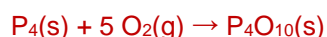
za JKR izjednačenu po masi i naboju

1 bod

za točno navedena agregacijska stanja svih sudionika

0,5 bodova

- c) reakcija gorenja bijeloga fosfora u suvišku kisika



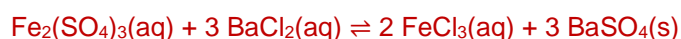
za JKR izjednačenu po masi i naboju

1 bod

za točno navedena agregacijska stanja svih sudionika

0,5 bodova

- d) reakcija vodene otopine željezova(III) sulfata i vodene otopine barijeva klorida



za JKR izjednačenu po masi i naboju

1 bod

za točno navedena agregacijska stanja svih sudionika

0,5 bodova

Napomene: Priznati i ionski oblik JKR. Tip reakcijske strelice ne boduje se.

ostv.	maks.
	6

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

8.

Natrijev karbonat važna je sirovina u kemijskoj industriji.

8.a) Uzorak hidratnoga oblika natrijeva karbonata mase 150,0 grama zagrijavan je na temperaturi od 200 °C do stalne mase koja je iznosila 55,56 g. Izračunaj i navedi empirijsku formulu hidratne soli te navedi puno ime te soli.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{hid. sol})_{\text{početna}} - m(\text{sol})_{\text{konačna}}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 150,0 \text{ g} - 55,56 \text{ g} = 94,44 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = 5,242 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{55,56 \text{ g}}{105,99 \text{ g mol}^{-1}} = 0,5242 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{5,242 \text{ mol}}{0,5242 \text{ mol}} = 10$$



za točan $m(\text{H}_2\text{O})$

0,5 bodova

za točan $n(\text{H}_2\text{O})$

0,5 bodova

za točan $m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$

0,5 bodova

za točan omjer množina

0,5 bodova

za točnu formulu

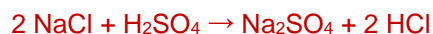
0,5 bodova

za točan naziv

0,5 bodova

8.b) Krajem 18. st. francuski kemičar N. Leblanc patentirao je proces proizvodnje natrijeva karbonata u tri stupnja iz natrijeva klorida, sumporne kiseline, vapnenca i ugljena. Navedi cjelovite jednadžbe kemijskih reakcija opisanih stupnjeva proizvodnje.

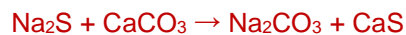
1. stupanj: reakcija natrijeva klorida i sumporne kiseline (Mannheimov proces).



2. stupanj: zagrijavanje smjese dobivene u 1. stupnju uz dodatak ugljena kao redukcijskoga sredstva koji reagira s natrijevim sulfatom. Ukupno nastaju dva produkta od kojih je jedan produkt sulfidna sol, dok je drugi produkt jedan od stakleničkih plinova.



3. stupanj: reakcija sulfidne soli, jednoga od produkata reakcije u 2. stupnju, s kalcijevim karbonatom iz vapnenca.



za svaku JKR izjednačenu po masi i naboju 1 bod:

3 × 1 = 3 boda

Napomena: Agregacijska stanja i tip reakcijske strelice ne boduju se.

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

8.c) Standardna entalpija kristalne rešetke natrijeva karbonata iznosi 205 kJ mol^{-1} , a standardna entalpija hidratacije iznosi $-231,7 \text{ kJ mol}^{-1}$.

- Izračunaj standardnu entalpiju otapanja natrijeva karbonata.

$$\Delta_{\text{sol}}H^\circ = \Delta_{\text{ks}}H^\circ + \Delta_{\text{hid}}H^\circ$$

$$\Delta_{\text{sol}}H^\circ = 205 \text{ kJ mol}^{-1} - 231,7 \text{ kJ mol}^{-1} = -26,7 \text{ kJ mol}^{-1}$$

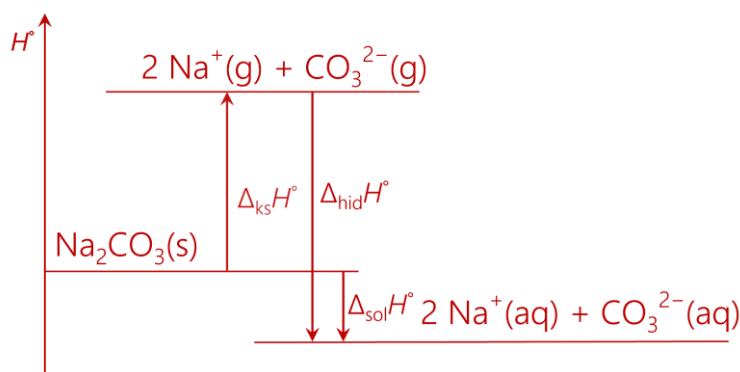
za točan početni izraz

0,5 bodova

za točno rješenje s mjernom jedinicom

0,5 bodova

- Prikaži cjeloviti entalpijski dijagram otapanja natrijeva karbonata.



za točno označenu ordinatu na kojoj se nalazi oznaka H° ili E ako je pravilno naznačen smjer reakcije

0,5 bodova

za pravilno naznačene smjerove pojedinih reakcija

0,5 bodova

za pravilno označene sve $\Delta_{\text{ks}}H^\circ$, $\Delta_{\text{hid}}H^\circ$, $\Delta_{\text{sol}}H^\circ$

0,5 bodova

za pravilno napisane reaktante i produkte s agregacijskim stanjima

0,5 bodova

- Navedi kakvo je otapanje natrijeva karbonata s obzirom na toplinu izmijenjenu između sustava i okoline. Obrazloži na temelju čega to zaključuješ.

Otapanje je egzotermno jer promjena entalpije otapanja ima negativnu vrijednost.

za odgovor egzotermno otapanje

0,5 bodova

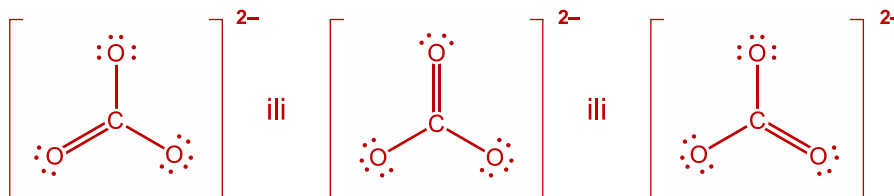
za točno obrazloženje

0,5 bodova

Napomena: Priznati i ako učenik točno uspoređuje vrijednost entalpije hidratacije i entalpije kristalne strukture

– entalpija hidratacije ima veću apsolutnu vrijednost.

8.d) Lewisovom simbolikom prikaži jednu od mogućih struktura karbonatnoga iona. Navedi naziv prostornoga oblika karbonatnoga iona prema teoriji VSEPR.



Odgovor: trigonski oblik

za potpuno točnu Lewisovu strukturu

1 bod

za pravilan naziv prostornoga oblika

0,5 bodova

ostv.	maks.
	11,5

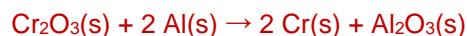
Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

9. Aluminotermija je naziv za postupak dobivanja nekih metala u kojemu se upotrebljava aluminij kao redukcijsko sredstvo. Reakcijom 10,0 kg kromova(III) oksida i 4,00 kg aluminija nastaju dva produkta, od kojih je jedan oksid.

9.a) Prikaži jednadžbu kemijske reakcije kromova(III) oksida i aluminija. Označi agregacijska stanja reaktanata i produkata.



za JKR izjednačenu po masi i naboju
za točno navedena agregacijska stanja svih sudionika

1 bod
0,5 bodova

9.b) Izračunaj masu metala u kilogramima koja se može dobiti navedenom reakcijom ako iskorištenje reakcije iznosi 95,00 %.

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Cr}_2\text{O}_3)}{M(\text{Cr}_2\text{O}_3)} = \frac{10,0 \times 10^3 \text{ g}}{152 \text{ g mol}^{-1}} = 65,79 \text{ mol}$$

$$n(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{4,00 \times 10^3 \text{ g}}{26,98 \text{ g mol}^{-1}} = 148,3 \text{ mol}$$

$$\frac{\Delta n(\text{Cr}_2\text{O}_3)}{v} = \frac{-65,79 \text{ mol}}{-1} = 65,79 \text{ mol} \quad \text{mjerodavni reaktant}$$

$$\frac{\Delta n(\text{Al})}{v} = \frac{-148,3 \text{ mol}}{-2} = 74,15 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cr}) = 2n(\text{Cr}_2\text{O}_3)$$

$$n(\text{Cr})_{\text{teor.}} = 2n(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 131,58 \text{ mol}$$

$$m(\text{Cr})_{\text{teor.}} = n(\text{Cr})_{\text{teor.}} \times M(\text{Cr}) = 6842,16 \text{ g}$$

$$\eta = \frac{m(\text{Cr})_{\text{eksp.}}}{m(\text{Cr})_{\text{teor.}}} \Rightarrow m(\text{Cr})_{\text{eksp.}} = \eta \times m(\text{Cr})_{\text{teor.}}$$

$$m(\text{Cr})_{\text{eksp.}} = 0,95 \times 6842,16 \text{ g} = 6500,052 \text{ g} \approx 6,50 \text{ kg}$$

za točne množine reaktanata
za određivanje mjerodavnoga reaktanta
za omjere množina Cr i Cr₂O₃
za točnu m(Cr)_{teor.}
za izraz m(Cr)_{eksp.}
za točan rezultat u kg

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

Napomena: Priznati i ostale pravilne postupke koji dovode do točnoga rješenja.

Pratiti pogrešku u zadatku ako učenik rješava prema pogrešnoj jednadžbi kemijske reakcije iz zadatka 9 a.

9.c) Izračunaj množinu reaktanta u suvišku koji nije reagirao.

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{\text{eksp.}} = \frac{1}{2} n(\text{Cr})_{\text{eksp.}} = 62,50 \text{ mol}$$

$$n(\text{Al})_{\text{utrošeno}} = 2 n(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{\text{eksp.}}$$

$$n(\text{Al})_{\text{utrošeno}} = 2 \times 62,50 \text{ mol} = 125,0 \text{ mol}$$

$$n(\text{Al})_{\text{suvišak}} = n(\text{Al})_{\text{početno}} - n(\text{Al})_{\text{utrošeno}}$$

$$n(\text{Al})_{\text{suvišak}} = 148,3 \text{ mol} - 125,0 \text{ mol} = 23,3 \text{ mol}$$

za točan n(Al)_{utrošeno}
za izraz n(Al)_{suvišak}
za točan rezultat

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

Napomena: Priznati i ostale pravilne postupke koji dovode do točnoga rješenja.

Pratiti pogrešku u zadatku ako učenik rješava prema pogrešnoj jednadžbi kemijske reakcije iz zadatka 9 a.

ostv.	maks.
	6

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

10. Imenuj spojeve čije su molekule prikazane strukturnim formulama.

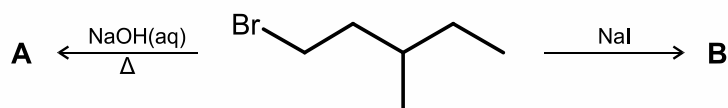
Formula spoja	Sustavni naziv spoja prema IUPAC-u
	4-etil-3,5-dimetilcikloheks-1-en ili 4-etil-3,5-dimetilcikloheksen
	etil-2-metilpropanoat
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	4-etil-3-klor-2-metilheksan
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	heksanska kiselina

bodovanje:

4 × 0,5 = 2 boda

ostv.	maks.
	2

11. Pozorno promotri prikazanu reakcijsku shemu.



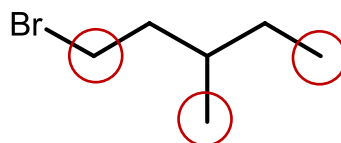
11.a) Prikaži strukturne formule spojeva označenih slovima **A** i **B** na slici te navedi imena organskih reakcija kojima nastaju ti spojevi.

Oznaka spoja	Strukturna formula spoja	Vrsta organske reakcije
A		eliminacija
B		supstitucija

za svaki točan tip kemijske reakcije 0,5 bodova
za svaku točnu strukturnu formulu 1 bod

2 × 0,5 = 1 bod
2 × 1 = 2 boda

11.b) Zaokruži sve primarne C-atome u spoju čija je molekula prikazana strukturnom formulom.



za svaki točno zaokruženi primarni C-atom 0,5 bodova

3 × 0,5 = 1,5 bodova

ostv.	maks.
	4,5

Ukupno bodova na stranici 8:

ostv.	maks.
	6,5

— RJEŠENJA —

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

1. stranica

+

2. stranica

+

3. stranica

+

4. stranica

+

5. stranica

+

6. stranica

+

7. stranica

+

8. stranica

=

Ukupni bodovi

50