

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ KEMIJE  
učeni(ka)ca osnovnih i srednjih škola 2020.

PISANA ZADAĆA, 23. rujna 2020.

---

NAPOMENA:

1. Zadatci se rješavaju 120 minuta.
2. Dopušteno je koristiti samo dobivenu tablicu periodnog sustava elemenata.
3. Zadatci se moraju rješavati na mjestu predviđenom za taj zadatak (**ne** koristiti dodatne papire). Ako nema dovoljno mjesta za rješavanje zadatka, može se koristiti poledina prethodne stranice.
4. Odgovori na postavljena pitanja ili račun (kompletan) **moraju** biti pisani kemijskom olovkom ili tintom plave boje, jer se u protivnom neće uzimati u obzir pri bodovanju. Ispravljeni odgovori se ne vrjednuju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

---

Zaporka:  
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

POSTIGNUTI BODOVI :

Vrsta škole:      1. osnovna      5. srednja      (Zaokruži 1. ili 5.)

---

Razred (napisati arapskim brojem):

Nadnevak:

---

OTKINUTI OVAJ DIO PRIJAVE I STAVITI GA U OMOTNICU S NAPISANOM ZAPORKOM  
PRIJAVU ISPUNITI TISKANIM SLOVIMA

Zaporka:  
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

POSTIGNUTI BODOVI :

Ime i prezime učeni(ka)ce:

OIB:

---

Puni naziv škole:

---

Adresa škole:

---

Grad u kojem je škola:

Županija:

---

Vrsta škole:      1. osnovna      5. srednja  
(Zaokruži 1. ili 5.)

Razred (napisati arapskim brojem):

---

Ime i prezime mentor(a)ice:

---

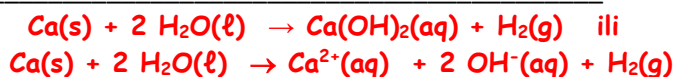
**Naputak županijskom povjerenstvu:**

Ovaj dio prijave treba spojiti s pisanom zadaćom svakog učeni(ka)ce nakon bodovanja. Podatci su važni radi računalne obrade podataka o učeni(ku)ci koji će biti pozvani na državno natjecanje.



ostv. maks.

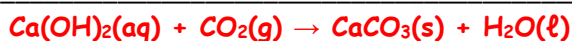
1. a) Komadić kalcija ubačen u toplu vodu uz dodatak nekoliko kapi fenolftaleina promjeni boju nastale otopine u crvenoljubičastu (purpurnu). Zamijećeno je nastajanje bezbojnoga plina. Napiši odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije, te naznači agregacijska stanja svih sudionika u reakciji.



/0,5

/0,5

- b) Kada se u otopinu nastalu tijekom navedene reakcije uvodi bezbojni i neotrovni plin, nastaje bijeli talog i smanjuje se njezina lužnatost. Napiši odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije, te naznači agregacijska stanja svih sudionika u reakciji.



/0,5

Za ispravno napisane jednadžbe kemijskih reakcija 0,5 boda i 0,5 boda za ispravno napisana agregacijska stanja.

/0,5

2

2. Polumjer jezgre atoma aluminija,  $^{27}\text{Al}$  je  $3,6 \times 10^{-15} \text{ m}$ . Masa protona je  $1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$  a neutrona  $1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$ . Izračunaj kolika je približna vrijednost gustoće jezgre atoma aluminija. Rezultat iskaži u  $\text{g cm}^{-3}$ .

Račun:

$$r(\text{jezgre}) = 3,6 \times 10^{-15} \text{ m}$$

$$m(p^+) = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m(n^0) = 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\rho(\text{jezgre } ^{27}\text{Al}) = ?$$

$$V = \frac{4}{3} r^3 \pi$$

$$V = \frac{4}{3} \times (3,6 \times 10^{-15} \text{ m})^3 \times 3,142$$

$$V = \frac{4}{3} \times 46,66 \times 10^{-45} \text{ m}^3 \times 3,142$$

$$V = 195,46 \times 10^{-45} \text{ m}^3$$

$$V = 1,955 \times 10^{-37} \text{ cm}^3$$

$$\rho(\text{jezgre } ^{27}\text{Al}) = \frac{m}{V}$$

$$\rho(\text{jezgre } ^{27}\text{Al}) = \frac{13 \times 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg} + 14 \times 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}}{195,46 \times 10^{-45} \text{ m}^3}$$

/1

/1

$$\rho(\text{jezgre } ^{27}\text{Al}) = \frac{45,199 \times 10^{-27} \text{ kg}}{195,46 \times 10^{-45} \text{ m}^3}$$

$$\rho(\text{jezgre } ^{27}\text{Al}) = 0,231 \times 10^{18} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2,31 \times 10^{17} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

/1

$$\rho(\text{jezgre } ^{27}\text{Al}) = 2,31 + 0,01 \times 10^{14} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

/1

Napomena: Učenik dobiva jedan bod ako je točno izračunao masu jezgre.

4

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

6

3. Milica je dobila zadatak prirediti 3,0 L otopine kalijeve lužine množinske koncentracije  $0,8 \text{ mol dm}^{-3}$  iz dviju otopina lužina množinskih koncentracija  $2,0 \text{ mol dm}^{-3}$  i  $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$ . Kolike volumene pojedinih otopina je Milica trebala izmjeriti da bi njihovim miješanjem dobila otopinu tražene koncentracije?

**Račun:**

$$c_1(\text{KOH}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_2(\text{KOH}) = 0,5 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_3(\text{KOH}) = 0,8 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$V_3(\text{otopina}) = 3,0 \text{ L}$$

$$V_1(\text{otopina}) = ?$$

$$V_2(\text{otopina}) = ?$$

$$n_1 + n_2 = n_3$$

$$c_1 \times V_1 + c_2 \times V_2 = c_3 \times V_3$$

$$V_1 + V_2 = V_3 = 3,0 \text{ dm}^3$$

/1

$$V_2 = V_3 - V_1 = 3,0 \text{ dm}^3 - V_1$$

$$c_1 \times V_1 + c_2 \times (V_3 - V_1) = c_3 \times V_3$$

/1

$$2,0 \text{ mol dm}^{-3} \times V_1 + 0,5 \text{ mol dm}^{-3} \times (3,0 \text{ dm}^3 - V_1) = 0,8 \text{ mol dm}^{-3} \times 3 \text{ dm}^3$$

$$(2,0 \times V_1 - 0,5 \times V_1) \text{ mol dm}^{-3} = (0,8 \times 3 - 0,5 \times 3) \text{ mol}$$

$$1,3 \times V_1 \text{ mol dm}^{-3} = (2,4 - 1,5) \text{ mol}$$

$$V_1 = \frac{0,9 \text{ mol}}{1,3 \text{ mol dm}^{-3}} = 0,6 \text{ dm}^3$$

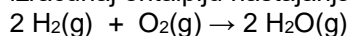
/1

$$V_2 = V_3 - V_1 = 3,0 \text{ dm}^3 - 0,6 \text{ dm}^3 = 2,4 \text{ dm}^3$$

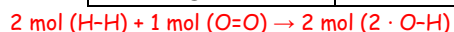
/1

4

4. Koristeći se podacima standardnih molarnih entalpija veza koji se nalaze u priloženoj tablici, izračunaj entalpiju nastajanja vode prema sljedećoj jednačbi:



Veza	$\Delta_b H^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
H-H	432
O=O	497
O-H	463



/1

$$\text{Za reaktante: } 2 \text{ mol} \cdot 432 \text{ kJ mol}^{-1} + 1 \text{ mol} \cdot 497 \text{ kJ mol}^{-1} = 1361 \text{ kJ}$$

/1

$$\text{Za produkte: } 2 \text{ mol} \cdot (2 \cdot (-463 \text{ kJ mol}^{-1})) = -1852 \text{ kJ}$$

/1

Energija (entalpija) potrebna za cijepanje veza je 1361 kJ i Energija (entalpija) koja se oslobodi pri nastajanju veza je -1852 kJ

/1

$$\Delta H^\circ = 1361 \text{ kJ} - 1852 \text{ kJ} = -491 \text{ kJ}$$

Pri nastajanju 2 mol vode oslobodi se toplina od 491 kJ. Izračunana vrijednost približno je jednaka reakcijskoj entalpiji,  $\Delta_r H^\circ$ , jer se odnosi na napisanu jednačbu.

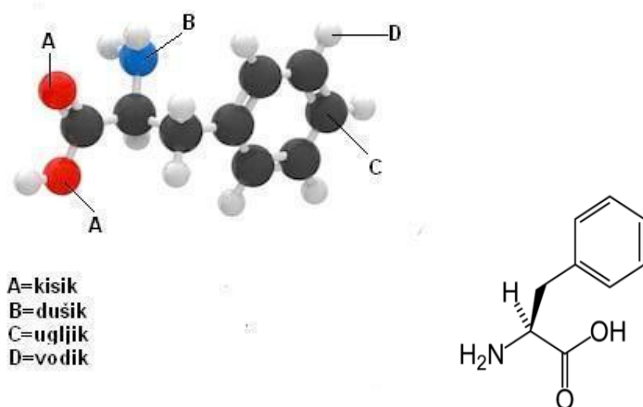
**Napomena:** Učenik dobiva maksimalan broj bodova ako je zadatak točno riješio na drugi način.

4

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

8

5. Fenilalanin (Phe) je esencijalna aminokiselina koju tijelo ne proizvodi, već je u organizam unosimo hranom. Među namirnicama bogatim fenilalaninom posebno se ističu sir i meso. Ova je aminokiselina vrlo važna za stvaranje neurotransmitera, što znači da može poboljšati pamćenje, povećati mentalni kapacitet i poboljšati raspoloženje. Slika prikazuje model i strukturnu formulu molekule fenilalanina.



a) Napiši molekulsku formulu fenilalanina.

/0,5



b) Izračunaj maseni udio ugljika u spoju.

$$w(C, C_9H_{11}NO_2) = \frac{9 \times Ar(C)}{Mr(spoja)} = \frac{9 \times 12,01}{165,19} = \frac{108,09}{165,19} = 0,6543 = \mathbf{65,43\%}$$

/1

c) Izračunaj broj atoma kisika u 5,00 mg fenilalanina.

$$m(C_9H_{11}NO_2) = 5,00 \text{ mg} = 5,00 \pm 0,003 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$n(C_9H_{11}NO_2) = \frac{m}{M} = \frac{0,005 \text{ g}}{165,19 \text{ g/mol}} = 3,027 \pm 0,003 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

/0,5

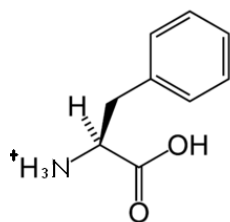
$$N(C_9H_{11}NO_2) = N_A \times n = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 3,027 \times 10^{-5} \text{ mol} = 1,823 \times 10^{19} \times 2 = 3,646 \times 10^{19}$$

/1

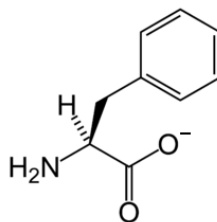
d) Strukturnom formulom prikaži oblik molekule Phe koji prevladava pri: 1) jako niskom pH i 2) jako visokom pH

**Rješenja:**

**1) jako niskom pH**



**2) jako visokom pH**



/2x  
0,5

4

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

4

6. Za točnu tvrdnju zaokruži **T**, a za netočnu **N**.
- A) Standardna entalpija stvaranja tvari je toplina koja se utroši pri nastajanju 1 mol tvari u standardnom stanju.
- B) Molarna entalpija kondenzacije ima negativnu vrijednost.
- C) Entalpija hidratacije ima negativnu vrijednost.
- D) Toplinski kapacitet (C) predstavlja toplinu koju neka tvar primi uz povišenje temperature za 1 K i pritom se tvar kemijski promijeni.

T N  
T N  
T N  
T N

/4x1

4

7. Napiši kemijske nazive navedenih spojeva.

a)  $\text{Mg}(\text{IO}_3)_2$  \_\_\_\_\_

**magnezijev jodat**

b)  $\text{NH}_4\text{I}$  \_\_\_\_\_

**amonijev jodid**

c)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  \_\_\_\_\_

**propil-butanoat**

d)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_3$  \_\_\_\_\_

**okt-3-in**

/4x1

4

8. Slova E, F i G označeni su atomi triju različitih elemenata čiji su koeficijenti elektronegativnosti redom:  $\chi(\text{E}) = 3,5$ ;  $\chi(\text{F}) = 2,5$  i  $\chi(\text{G}) = 2,1$ . Atomi tih elemenata povezuju se u molekule FE, GE i GF.

a) Zaokruži slovo (ili slova) uz formulu (ili formule) za koju smatrate da označava kovalentni spoj.

**(A)** FE      **(B)** GE      **(C)** GF

/1

**Sva tri točna zaokružena slova nose 1 bod. Nema parcijalnog bodovanja.**

b) Obrazloži svoj odgovor.

**U sva tri slučaja razlika koeficijenata elektronegativnosti manja je od 1,9.**

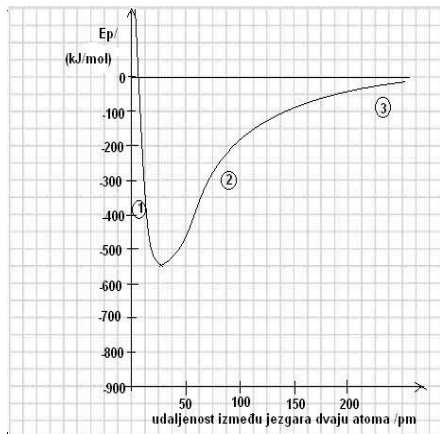
/1

2

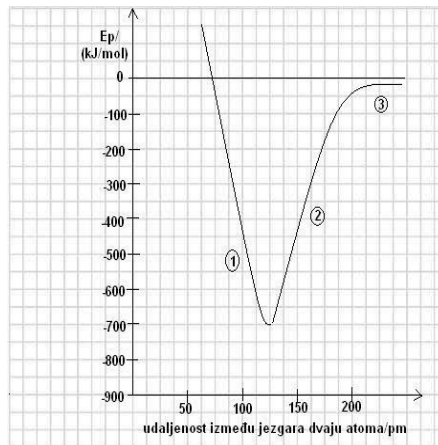
UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

10

9. Na sljedećim grafikonima prikazana je promjena potencijalne energije dvaju dvoatomnih sustava, sustava 1 i sustava 2, u ovisnosti o udaljenosti između jezgara dvaju atoma. Prouči grafikone i odgovori na pitanja.



1. grafikon:  $E_p$  sustava 1



2. grafikon:  $E_p$  sustava 2

- a) Na temelju grafičkih prikaza svakoj tvrdnji pridruži brojčane oznake 1, 2 ili 3.  
 A) Intenzitet privlačnih međudjelovanja dvaju atoma raste. Atomi se približavaju. 2  
 B) Dva su atoma vrlo udaljena. Slaba su međudjelovanja atoma. 3  
 C) Intenzitet odbojnih međudjelovanja dvaju atoma raste. Energija sustava se povećava. 1
- b) Na temelju grafikona odredi duljinu kovalentne veze u molekulama sustava 1 i 2.  
 - duljina kovalentne veze sustava 1: 25 pm  
 - duljina kovalentne veze sustava 2: 125 pm
- c) Na temelju grafikona odredi energiju veze u molekulama sustava 1 i 2.  
 -energija veze u sustavu 1: 550 kJ/mol  
 -energija veze u sustavu 2: 700 kJ/mol
- d) U molekuli kojega je sustava veza jača? Obrazloži odgovor.  
*U molekuli sustava 2. Ta molekula ima nižu potencijalnu energiju, odnosno, u odnosu na sustav 1 potrebno je uložiti više energije da bi se nadvladale privlačne sile između atoma.*
- Napomena: (Za odgovor sustav 2 bodovat 0,5 boda, za odgovor da sustav ima nižu potencijalnu energiju 0,5 boda i ako je učenik naveo da treba nadvladati privlačne sile između atoma 0,5 boda. Ukupno 1,5 boda.)*  
*Priznati odgovor ako je učenik dao točno obrazloženje na drugačiji način.*
- e) Kod kojeg sustava su potrebne veće oscilacije oko ravnotežne udaljenosti da dođe do disocijacije?  
kod sustava 1
- f) Kolika je minimalna energija koju treba uložiti da bi se atomi iz molekule sustava 2 beskonačno udaljili?  
700 kJ/mol

/3x  
0,5

/2x  
0,5

/2x  
0,5

/3x  
0,5

/0,5

/0,5

6

10. a) Prikaži Lewisovim simbolima atome elemenata s protonskim brojem 1, 10, 15 i 30.



/2x  
0,5

Točan prikaz dva ili tri atoma Lewisovim simbolima boduje se s 0,5 boda, a potpuno točan odgovor s 1 bodom.

b) Prikaži Lewisovim simbolima sljedeće ione:  $\text{N}^{3-}$  i  $\text{Ga}^{3+}$ .

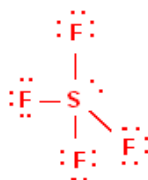


2x  
0,5

Svaki točno napisan ion Lewisovim simbolom boduje se s 0,5 boda.

c) Nacrtaj Lewisovu građu sljedećih molekula:  $\text{SF}_4$ ,  $\text{BeH}_2$ ,  $\text{CO}_2$  i  $\text{BF}_3$ , tako da se na crtežu vidi i njezina prostorna građa.

Rješenje:



/4x1

d) Među navedenim molekulama odaberi molekulu ili molekule u kojoj:

A) središnji atom ima manje od 8 elektrona \_\_\_\_\_

$\text{BeH}_2$  i  $\text{BF}_3$

/2x1

B) središnji atom ima više od 8 elektrona \_\_\_\_\_

$\text{SF}_4$

Potpuno točni odgovori boduju se s 1 bodom. Nema parcijalnog bodovanja.

e) Koji će od sljedećih izoelektronskih atoma ili iona imati najmanju energiju ionizacije:

$\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{K}^+$  i  $\text{Ca}^{2+}$

Najmanju energiju ionizacije ima: \_\_\_\_\_

$\text{S}^{2-}$

/1

9

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

9



- 11.** U vodenoj otopini maseni je udio natrijeva karbonata 9 600 ppm. Izračunaj molalnost otopine te broj natrijevih i karbonatnih iona u 1 g vodene otopine.

**Račun:**

$$m(\text{otopine}) = 1 \text{ g}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 9\,600 \text{ ppm} \times 10^{-6}$$

$$b(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

$$N(\text{Na}^+) = ?$$

$$N(\text{CO}_3^{2-}) = ?$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m(\text{otopine})}$$

$$\begin{aligned} m(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= w(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times m(\text{otopine}) \\ &= 9\,600 \times 10^{-6} \times 1 \text{ g} \\ &= \underline{9,6 \times 10^{-3} \text{ g}} \end{aligned}$$

/1

$$\begin{aligned} b(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times m(\text{H}_2\text{O})} \\ &= \frac{9,6 \times 10^{-3} \text{ g}}{106 \text{ g mol}^{-1} \times 10^{-3} \text{ kg}} = \underline{0,091 \text{ mol/kg}} \end{aligned}$$

/1

(Napomena: Masa vode je približno 1 g jer je masa  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  vrlo mala.

Točna vrijednost bila bi:  $1 \text{ g} - 0,0096 \text{ g} = 0,9904 \text{ g}$ )

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{9,6 \times 10^{-3} \text{ g}}{106 \text{ g mol}^{-1}} = \underline{0,091 \times 10^{-3} \text{ mol}}$$

/1

$$N(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times N_A = 9,1 \times 10^{-5} \text{ mol} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = \underline{5,48 \times 10^{19}}$$

/1

$$N(\text{Na}^+) = 2 \times N(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \times 5,48 \times 10^{19} = \underline{1,09 \times 10^{20}}$$

/0,5

$$N(\text{CO}_3^{2-}) = N(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \underline{5,48 \times 10^{19}}$$

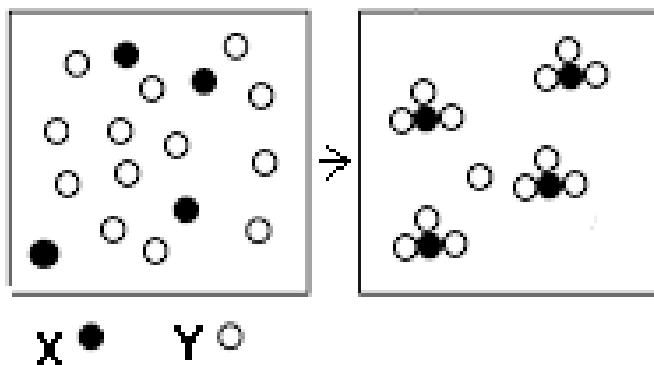
/0,5

5

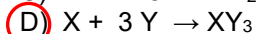
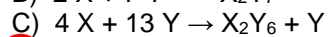
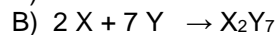
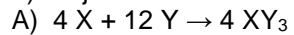
UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

5

**12.** Reakcija atoma kemijskog elementa X s atomima kemijskog elementa Y prikazana je crtežom.



a) Koja od navedenih reakcija opisuje prikazanu promjenu?



b) Odredi koji je element mjerodavni reaktant u prikazanoj reakciji

**Mjerodavni reaktant je X**

/2x1

2

1. stranica	2. stranica	3. stranica	4. stranica	
<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px;"></div>
5. stranica	6. stranica	7. stranica	8. stranica	<b>Ukupni bodovi</b>
<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px;"></div>
				= <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">50</div>

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

2