

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. Dopusšteno 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:**

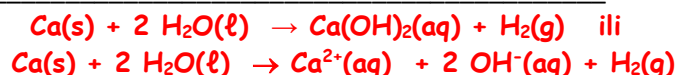
Ovaj dio prijave treba spojiti s pisanom zadaćom svakog učeni(ka)ce nakon bodovanja. Podatci su važni radi računalne obrade podataka o učeni(ku)ci koji će biti pozvani na državno natjecanje.

## Periodni sustav elemenata IUPAC 2013.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 <b>H</b> 1,008																	2 <b>He</b> 4,003
3 <b>Li</b> 6,941	4 <b>Be</b> 9,012															9 <b>F</b> 19,00	10 <b>Ne</b> 20,18
11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31															17 <b>Cl</b> 35,45	18 <b>Ar</b> 39,95
19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96	22 <b>Ti</b> 47,87	23 <b>V</b> 50,94	24 <b>Cr</b> 52,00	25 <b>Mn</b> 54,94	26 <b>Fe</b> 55,85	27 <b>Co</b> 58,93	28 <b>Ni</b> 58,69	29 <b>Cu</b> 63,55	30 <b>Zn</b> 65,38	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,63	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,98	35 <b>Br</b> 79,90	36 <b>Kr</b> 83,80
37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,95	43 <b>Tc</b> [98]	44 <b>Ru</b> 101,1	45 <b>Rh</b> 102,9	46 <b>Pd</b> 106,4	47 <b>Ag</b> 107,9	48 <b>Cd</b> 112,4	49 <b>In</b> 114,8	50 <b>Sn</b> 118,7	51 <b>Sb</b> 121,8	52 <b>Te</b> 127,6	53 <b>I</b> 126,9	54 <b>Xe</b> 131,3
55 <b>Cs</b> 132,9	56 <b>Ba</b> 137,3	57-71 lantanoidi	72 <b>Hf</b> 178,5	73 <b>Ta</b> 180,9	74 <b>W</b> 183,8	75 <b>Re</b> 186,2	76 <b>Os</b> 190,2	77 <b>Ir</b> 192,2	78 <b>Pt</b> 195,1	79 <b>Au</b> 197,0	80 <b>Hg</b> 200,6	81 <b>Tl</b> 204,4	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 209,0	84 <b>Po</b> [209]	85 <b>At</b> [210]	86 <b>Rn</b> [222]
87 <b>Fr</b> [223]	88 <b>Ra</b> [226]	89-103 aktinoidi	104 <b>Rf</b> [267]	105 <b>Db</b> [268]	106 <b>Sg</b> [271]	107 <b>Bh</b> [270]	108 <b>Hs</b> [277]	109 <b>Mt</b> [276]	110 <b>Ds</b> [281]	111 <b>Rg</b> [282]	112 <b>Cn</b> [285]	113 <b>Uut</b> [285]	114 <b>Ff</b> [289]	115 <b>Uup</b> [289]	116 <b>Lv</b> [293]	117 <b>Uus</b> [294]	118 <b>Uuo</b> [294]
57 <b>La</b> 138,9	58 <b>Ce</b> 140,1	59 <b>Pr</b> 140,9	60 <b>Nd</b> 144,2	61 <b>Pm</b> [145]	62 <b>Sm</b> 150,4	63 <b>Eu</b> 152,0	64 <b>Gd</b> 157,3	65 <b>Tb</b> 158,9	66 <b>Dy</b> 162,5	67 <b>Ho</b> 164,9	68 <b>Er</b> 167,3	69 <b>Tm</b> 168,9	70 <b>Yb</b> 173,1	71 <b>Lu</b> 175,0			
89 <b>Ac</b> [227]	90 <b>Th</b> 232,0	91 <b>Pa</b> 231,0	92 <b>U</b> 238,0	93 <b>Np</b> [237]	94 <b>Pu</b> [244]	95 <b>Am</b> [243]	96 <b>Cm</b> [247]	97 <b>Bk</b> [247]	98 <b>Cf</b> [251]	99 <b>Es</b> [252]	100 <b>Fm</b> [257]	101 <b>Md</b> [258]	102 <b>No</b> [259]	103 <b>Lr</b> [262]			

ostv. maks.

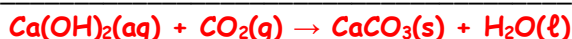
1. a) Komadić kalcija ubačen u toplu vodu uz dodatak nekoliko kapi fenolftaleina promjeni boju nastale otopine u crvenoljubičastu (purpurnu). Zamiječeno je nastajanje bezbojnoga plina. Napiši odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije, te naznači agregacijska stanja svih sudionika u reakciji.



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

Račun:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

/1

/1

/1

/1

4

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

6

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

**Račun:**

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

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

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

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

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

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

$$n_1 + n_2 = n_3$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

/1

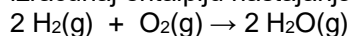
/1

/1

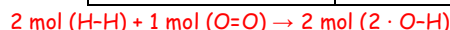
/1

4

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



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



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

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

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

$$\Delta H^\circ = 1361 \text{ kJ} - 1852 \text{ kJ} = -490 \text{ kJ}$$

Pri nastajanju 2 mol vode oslobodi se toplina od 490 kJ. Izračunana vrijednost približno je jednaka reakcijskoj entalpiji,  $\Delta_r H^\circ$ , jer se odnosi na napisanu jednažbu.

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

/1

/1

/1

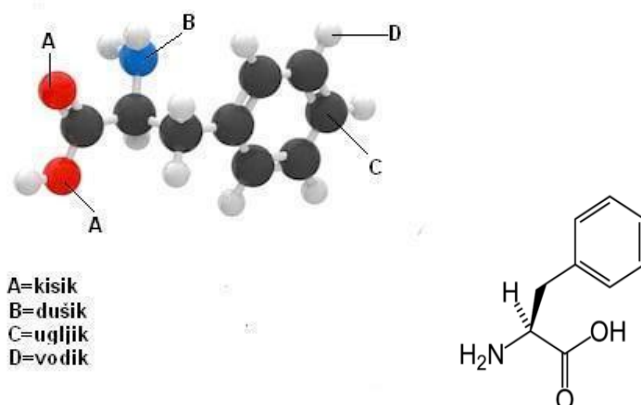
/1

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.

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

/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

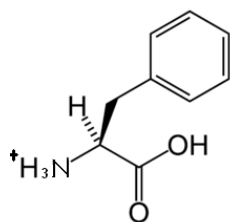
$$N(C_9H_{11}NO_2) = N_A \times n = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 3,027 \times 10^{-5} \text{ mol} = 1,823 \times 10^{19} \times 2 = 3,646 \times 10^{19}$$

/1

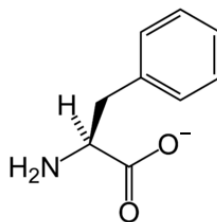
d) Strukturnom formulom prikaži oblik molekule Phe koji prevladava pri: 1) jako niskom pH i 2) jako visokom pH

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)  $Mg(IO_3)_2$  \_\_\_\_\_  
**magnezijev jodat**

b)  $NH_4I$  \_\_\_\_\_  
**amonijev jodid**

c)  $CH_3CH_2CH_2COOCH_2CH_2CH_3$  \_\_\_\_\_  
**propil-propanoat**

d)  $CH_3CH_2CH_2CH_2C\equiv CCH_2CH_3$  \_\_\_\_\_  
**okt-3-in**

/4x1

4

8. Slova E, F i G označeni su atomi triju različitih elemenata čiji su koeficijenti elektronegativnosti redom:  $\chi(E)=3,5$ ;  $\chi(F)=2,5$  i  $\chi(G)=2,1$ . 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



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  $\text{Ga}^{3+}$ .

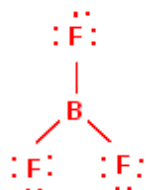


2x  
0,5

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: \_\_\_\_\_

$\text{Ar}$

/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 g - 0,0096 g = 0,9904 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

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

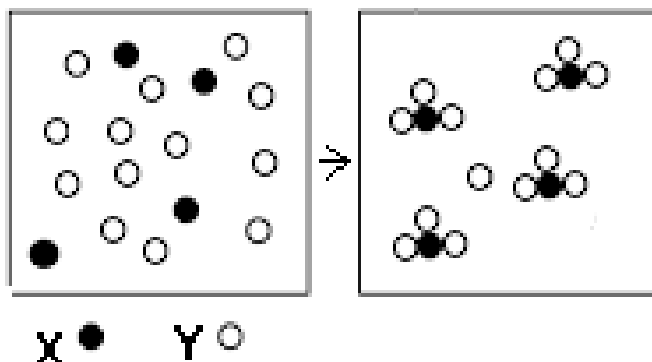
/0,5

5

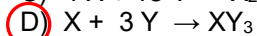
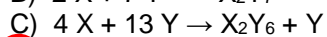
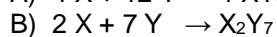
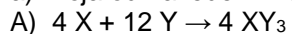
UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

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 +

+  +  +  +

5. stranica + 6. stranica + 7. stranica + 8. stranica

+  +  +  =  **Ukupni bodovi**  50

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

2