

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

PISANA ZADAĆA, 4. veljače 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 školskom povjerenstvu:**

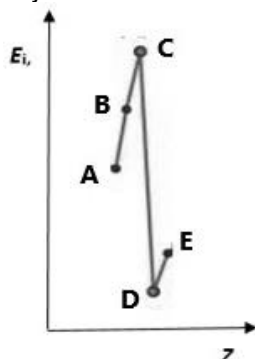
Ovaj dio prijave treba spojiti s pisanom zadaćom svakog učeni(ka)ce nakon bodovanja. Podatci su važni radi računalne obrade podataka o učeni(ku)ci koji će biti pozvani na županijsko natjecanje.

# Periodni sustav elemenata IUPAC 2013.

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

ostv. maks.

1. Graf prikazuje ovisnost prve energije ionizacije o protonskom broju kemijskih elemenata A, B, C, D i E. Ako je element C iz treće periode, odgovorite na pitanja od I. do V.:



- I. Koliki je protonski broj elementa C? \_\_\_\_\_ **18** \_\_\_\_\_ /1
- II. Kojoj skupini elemenata pripada element D? \_\_\_\_\_ **alkalijskim metalima** \_\_\_\_\_ /1
- III. Kojem bloku PSE pripada element B? \_\_\_\_\_ **p - bloku** \_\_\_\_\_ /1
- IV. Pripadaju li elementi C i D istoj periodi? \_\_\_\_\_ **ne** \_\_\_\_\_ /1
- V. Koliko elektrona ima neutralni atom kemijskog elementa A? \_\_\_\_\_ **16** \_\_\_\_\_ /1

5

2. Kemijski elementi X, Y i Z nalaze se u istoj periodi. Za navedene su elemente dane informacije:

- I. Atom elementa Y ima protonski broj 12.  
 II. Atomi elemenata X i Y tvore spoj formule  $YX_2$ .  
 III. Atomi  $Z^{2+}$  i  $X^-$  imaju isti broj elektrona.

Koristeći se danim informacijama, odgovorite na pitanja od A. do D.:

- A. Koji od navedenih neutralnih atoma kemijskih elemenata ima najveći polumjer?

\_\_\_\_\_ **Y (magnezij, Mg)** \_\_\_\_\_ /1

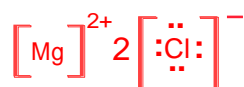
- B. Napišite elektronsku konfiguraciju neutralnog atoma kemijskog elementa Z.

\_\_\_\_\_  **$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$**  \_\_\_\_\_ /1

- C. Koji od navedenih kemijskih elemenata ima najjače izražen nemetalni karakter?

\_\_\_\_\_ **X (klor, Cl)** \_\_\_\_\_ /1

- D. Nacrtajte Lewisovom strukturnom formulom jedinku  $YX_2$ .



/2x1

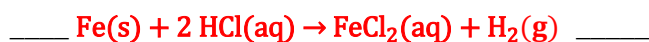
5

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

10

3. U laboratoriju je, pri 25 °C i 101,3 kPa, izvedena reakcija željeza s klorovodičnom kiselinom. Produkti reakcije su željezov(II) klorid i vodik.

A. Napišite jednadžbu opisane kemijske reakcije i naznačite agregacijska stanja svih sudionika.



/1

Za jednadžbu kemijske reakcije 1 bod  
(ako nema agregacijskih stanja ili nisu točna 0,5 bodova)

B. Izračunajte masu preostalog reaktanta, ako je za tu reakciju uzeto 0,400 mol željeza i  $4,517 \cdot 10^{23}$  jedinica kiseline.

Račun:

$$n(\text{Fe}) : n(\text{HCl}) = 1 : 2$$

/1

$$n(\text{HCl}) = \frac{N}{N_A} = \frac{4,517 \times 10^{23}}{6,022 \times 10^{23}} = 0,750 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl}) = 2 n(\text{Fe}); n(\text{HCl})_{\text{reag.}} = 0,800 \text{ mol}; n(\text{Fe})_{\text{reag.}} = 0,375 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe})_{\text{višak}} = 0,400 - 0,375 \text{ mol} = 0,025 \text{ mol}$$

/1

$$m(\text{Fe})_{\text{višak}} = n \times M = 1,396 \text{ g}$$

/1

Priznaje se svaki točan postupak.

Za točne omjere reaktanata 1 bod,  
za točno određen reaktant u suvišku 1 bod,  
za točnu masu preostalog reaktanta 1 bod.

C. Izračunajte volumen nastalog vodika.

$$n(\text{HCl}) : n(\text{H}_2) = 2 : 1$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{n(\text{HCl})}{2} = 0,375 \text{ mol}$$

$$V(\text{H}_2) = \frac{nRT}{p} = 9,17 \text{ L}$$

/1

Priznaje se svaki točan postupak.

Za točan volumen plinovitog produkta 1 bod.

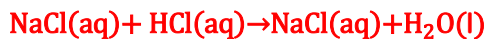
5

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

5

4. U kalorimetru je 50 mL NaOH množinske koncentracije 3,00 mol/L neutralizirano sa 50 mL klorovodične kiseline množinske koncentracije 3,00 mol/L. Temperatura otopine povisila se sa 21 °C na 41 °C.

A. Izračunajte standardnu reakcijsku entalpiju, uz pretpostavku da kalorimetar nije apsorbirao energiju te da je specifični toplinski kapacitet otopine 4,2 J/gK, a gustoće obju otopina 1 g/mL. Račun:



/1

$$n(\text{NaCl}) = c \times V = 0,15 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl}) = c \times V = 0,15 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaCl}) : n(\text{HCl}) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 1 : 1; n(\text{H}_2\text{O}) = 0,15 \text{ mol}$$

$$m(\text{smjesa}) = m(\text{NaOH}) + m(\text{HCl}) = \rho \times V(\text{NaOH}) + \rho \times V(\text{HCl}) = 100 \text{ g}$$

/1

$$Q = mc\Delta T = 100 \text{ g} \times 4,2 \frac{\text{J}}{\text{gK}} \times 20 \text{ K} = 8,40 \text{ kJ}$$

$$Q = \Delta_r H (p = \text{konst.}); \Delta H = -8,40 \text{ kJ}$$

/1

$$\Delta_r H = \Delta_r H^\circ \times \frac{n}{\nu}; \Delta_r H^\circ = \frac{\Delta_r H \times \nu}{n} = \frac{-8,40 \text{ kJ}}{0,15 \text{ mol}} = -56,0 \text{ kJ/mol}$$

/1

Priznaje se svaki točan postupak.

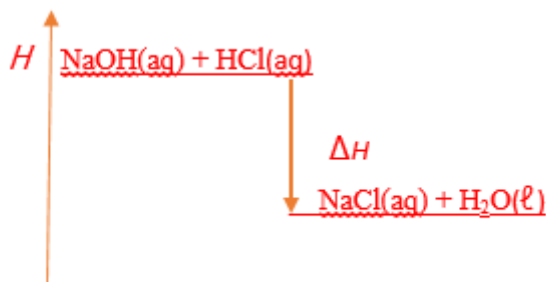
Za jednadžbu reakcije (sa ili bez agregacijskih stanja) 1 bod,

za točno izračunatu masu reakcijske smjese 1 bod,

za točno izračunatu toplinu 1 bod,

za točno izračunatu standardnu reakcijsku entalpiju 1 bod.

B. Nacrtajte entalpijski dijagram temeljem rješenja iz zadatka 4.A.



/1

Za točan entalpijski dijagram 1 bod. Priznati svaki drugačiji dijagram iz kojeg je vidljiva egzotermna reakcija.

Formule reaktanata i produkata ne moraju biti napisane, dovoljno je R za reaktante i P za produkte.

Ako nije označena ordinata, a naznačen je  $\Delta H$ , ili obrnuto, priznaje se dijagram. Ako nema navedenih oznaka, dijagram se ne priznaje.

5

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

5

5. Tablica sadrži podatke o topljivosti bezvodnog bakrova(II) sulfata pri različitim temperaturama:

$m(\text{sol})/100 \text{ g H}_2\text{O}$	$t/^\circ\text{C}$
20	20
50	70
70	90

Prema tabličnim podatcima, odgovorite na sljedeća potpitanja.

- A. Što možete zaključiti o odnosu između  $\Delta_{\text{kr}}H$  i  $\Delta_{\text{h}}H$  navedene soli?

\_\_\_\_\_  $\Delta_{\text{kr}}H > \Delta_{\text{h}}H$  \_\_\_\_\_

Priznaje se bilo koji drugačije formuliran točan odgovor.

/1

- B. Izračunajte masu soli i masu vode u 250 g zasićene otopine pri 70 °C.

Račun:

$$w(\text{CuSO}_4, 70^\circ\text{C}) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{otopina})} = \frac{50 \text{ g}}{150 \text{ g}} = 0,33;$$

$$m(\text{CuSO}_4) = w \times m(\text{otopina}) = 0,33 \times 250 \text{ g} = 83,33 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{otopina}) - m(\text{CuSO}_4) = 250 \text{ g} - 83,33 \text{ g} = 166,67 \text{ g}$$

Priznaje se svaki točan postupak.

Za masu soli 1 bod, za masu vode 1 bod, ukupno 2 boda.

/1

/1

- C. Kolika se masa soli istaloži hlađenjem 250 g zasićene otopine sa 90 °C na 20 °C?

Račun:

$$w(\text{CuSO}_4, 90^\circ\text{C}) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{otopina})} = \frac{70 \text{ g}}{170 \text{ g}} = 0,412$$

$$m(\text{CuSO}_4, 90^\circ\text{C}) = w \times m(\text{otopina}) = 0,412 \times 250 \text{ g} = 102,94 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{otopina}) - m(\text{CuSO}_4) = 250 \text{ g} - 102,94 \text{ g} = 147,06 \text{ g}$$

$$w(\text{CuSO}_4, 20^\circ\text{C}) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{otopina})} = \frac{20 \text{ g}}{120 \text{ g}} = 0,167$$

$$w(\text{H}_2\text{O}, 20^\circ\text{C}) = 1 - 0,167 = 0,833$$

$$m(\text{otopina}, 20^\circ\text{C}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{w(\text{H}_2\text{O}, 20^\circ\text{C})} = \frac{147,06 \text{ g}}{0,833} = 176,54 \text{ g}$$

$$m(\text{CuSO}_4, 20^\circ\text{C}) = m(\text{otopina}, 20^\circ\text{C}) - m(\text{H}_2\text{O}) = 176,54 \text{ g} - 147,06 \text{ g} = 29,48 \text{ g}$$

$$\Delta m(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4, 90^\circ\text{C}) - m(\text{CuSO}_4, 20^\circ\text{C}) = 102,94 \text{ g} - 29,48 \text{ g} = 73,46 \text{ g}$$

Priznati svaki točan postupak.

Za točno izračunatu masu soli na 90 °C 1 bod,

za točnu masu vode 1 bod,

za točnu masu otopine pri 20 °C 1 bod,

za točnu masu soli pri 20 °C 1 bod,

za točnu masu taloga 1 bod.

/1

/1

/1

/1

/1

8

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

8

6. Zaokružite T za točno, ili N za netočno napisanu svaku od sljedećih tvrdnji o alkalijskim metalima ili njihovim spojevima.

- A. Litij boji plamen crveno.  
 B. Vodena otopina sode je kisela.  
 C. Natrij je u reakciji s vodom reducens.  
 D. Žarenjem sode bikarbonate oslobađa se ugljikov(IV) oksid.  
 E. Cezij je reaktivniji od natrija.

<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N
<input type="radio"/> T	<input checked="" type="radio"/> N
<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N
<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N
<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N

/5x1

5

7. A. Žarenjem kalcijeva karbonata dolazi do njegova raspadanja. Na temperaturi višoj od 800 °C nastali plinoviti produkt je u ravnoteži s kalcijevim karbonatom. Napišite jednadžbu opisane reakcije i obavezno naznačite agregacijska stanja.

Odgovor:  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

Ne priznati jednadžbu bez agregacijskih stanja  
 ili ako sva agregacijska stanja nisu točna.

/1

B. Kako će se promijeniti ravnoteža iz zadatka 7.A., ako se (na crte upiši smjer pomaka ravnoteže):

- |      |                                  |                     |
|------|----------------------------------|---------------------|
| I.   | doda $\text{CaCO}_3(\text{s})$   | <u>nema utjecaj</u> |
| II.  | doda $\text{CO}_2(\text{g})$     | <u>u lijevo</u>     |
| III. | doda $\text{CaO}(\text{s})$      | <u>nema utjecaj</u> |
| IV.  | povisi temperatura               | <u>u desno</u>      |
| V.   | poveća volumen reakcijske posude | <u>u desno</u>      |

/5x1

Priznati bilo koji drugačije formuliran točan odgovor.

6

8. Morska voda sadrži otopljene različite soli, čiji udio u smjesi iskazujemo salinitetom. Najvećim dijelom morska voda sadrži otopljeni natrijev klorid. Izračunajte masu natrijeva klorida u 1 L morske vode, ako je gustoća morske vode 1,05 g/mL, a maseni udio natrijevih iona u vodi je 1,08 %.

Račun:

$$m(\text{otopina}) = \rho \times V = 1,05 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 1000 \text{ mL} = 1050 \text{ g}$$

$$w(\text{Na}^+) = \frac{m(\text{Na}^+)}{m(\text{otopina})}; m(\text{Na}^+) = w(\text{Na}^+) \times m(\text{otopina})$$

$$= 1,08 \times 10^{-2} \times 1050 \text{ g} = 11,34 \text{ g}$$

$$n(\text{Na}^+) = \frac{m}{M} = \frac{11,34 \text{ g}}{23 \text{ g mol}^{-1}} = 0,493 \text{ mol}$$

$$\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-; n(\text{NaCl}) = n(\text{Na}^+) = 0,493 \text{ mol}$$

$$m(\text{NaCl}) = n \times M = 0,493 \text{ mol} \times 58,5 \text{ g mol}^{-1} = 28,84 \text{ g}$$

/1

/1

/1

Priznati bilo koji drugačiji točan postupak.

Za točnu masu natrijevih iona 1 bod,  
 za omjer množina soli i natrijevih iona 1 bod,  
 za točnu masu natrijeva klorida 1 bod.

3

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

14

9. A. Napišite jednadžbe polureakcija oksidacije i redukcije koje se odvijaju na elektrodama tijekom elektrolize vodene otopine natrijeve lužine te ukupnu jednadžbu elektrolize. Standardni redukcijski potencijali pri 25 °C su:  $E_{\text{Na}^+(\text{aq})|\text{Na}(\text{s})}^\circ = -2,71\text{V}$ ;  $E_{\text{H}_2\text{O}(\text{l})|\text{H}_2(\text{g})}^\circ = -0,83\text{V}$ ;  $E_{\text{O}_2(\text{g})|\text{OH}^-(\text{g})}^\circ = +0,40\text{V}$ ;  $E_{\text{O}_2(\text{g})|\text{H}_2\text{O}(\text{l})}^\circ = +1,23\text{V}$ .

Odgovor:

Katoda:  $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})/2$  \_\_\_\_\_ /1Anoda:  $4\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^-$  \_\_\_\_\_ /1Ukupno:  $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  \_\_\_\_\_ /1**Priznati točno napisane polureakcije i ukupnu reakciju i bez agregacijskih stanja.**

- B. Je li reakcija u zadatku 9.A. spontana? Odgovor potkrijepite računom.

Račun:

$$E_{\text{el}}^\circ = E_{\text{K}}^\circ - E_{\text{A}}^\circ = -0,83\text{V} - (+0,4\text{V}) = -1,23\text{V}$$

Odgovor: **Iz negativnog potencijala članka vidljivo je da reakcija nije spontana.** \_\_\_\_\_ /1**Priznati svaki drugačije formuliran točan odgovor. Ako je napisan točan odgovor bez pripadajućeg računa, priznati 0,5 boda.**

- C. Koliki je minimalni napon potreban da se reakcija iz zadatka 9.A. pokrene, ako zanemarimo prenapon koji bi se mogao pojaviti na pojedinoj elektrodi sustava?

Odgovor: **Potreban je vanjski potencijal minimalno 1,23 V (ili viši).** \_\_\_\_\_ /1**Priznati svaki drugačije formuliran točan odgovor.**

6

10. A. Koji će par čestica spontano reagirati, s obzirom na dane standardne redukcijske potencijale?

$$E_{\text{Na}^+(\text{aq})|\text{Na}(\text{s})}^\circ = -2,71\text{V}; E_{\text{Pb}^{2+}(\text{aq})|\text{Pb}(\text{s})}^\circ = -0,126\text{V}; E_{\text{Co}^{2+}(\text{aq})|\text{Co}(\text{s})}^\circ = -0,28\text{V}.$$

- A. Pb sa  $\text{Co}^{2+}$   
 B.  $\text{Co}^{2+}$  sa  $\text{Pb}^{2+}$   
 C. Co sa  $\text{Na}^+$   
☒ D. Na sa  $\text{Pb}^{2+}$ .

- B. Napišite shemu galvanskog članka u kojem se spontano odvija reakcija odabranih čestica.

Odgovor:  **$\text{Na}(\text{s})|\text{Na}^+(\text{aq})||\text{Pb}^{2+}(\text{aq})|\text{Pb}(\text{s})$**  \_\_\_\_\_ /1**Priznati i shemu članka bez naznačenih agregacijskih stanja s 0,5 boda.**

2

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

Ukupni bodovi

 +  +  =  50

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

8