

Republika Hrvatska - Ministarstvo znanosti i obrazovanja
Agencija za odgoj i obrazovanje - Hrvatsko kemijsko društvo

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ki) osnovnih i srednjih škola 2019.

12–13. studenoga 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. Ispravljani odgovori se ne vrjednuju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Prijava za: **I. dio natjecanja: pisana zadaća**

Razred:

Zaporka:

POSTIGNUTI BODOVI :

(pet brojeva i do sedam velikih slova)

(potpisi članova povjerenstva):

1. _____

2. _____

3. _____

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

Prijava za: **I. dio natjecanja: pisana zadaća**

Razred:

Zaporka: (pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učenici(ki)ce: _____ OIB: _____

Datum rođenja:

Mjesto rođenja:

Spol: 1. muški 2. ženski (zaokružiti!)

Telefon/mobitel: _____

e-mail: _____

Puni naziv škole:

Šifra škole:

Adresa škole (ulica i broj):

Grad u kojem je škola:

Županija:

Ime i prezime mentor(a)ice:

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 lanthanoidi	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.

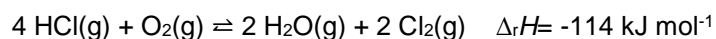
1. Na temelju jednadžbe $\text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq}) + \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq})$ odaberi točan odgovor.

- A) PO_4^{3-} je oksidans.
 B) H_3PO_4 je proton akceptor.
 C) PO_4^{3-} je kiselina.
 D) PO_4^{3-} i H_3PO_4 čine konjugirani par baze i kiseline.
 E) H_3PO_4 i H_2PO_4^- čine konjugirani par kiseline i baze.

/1

1

2. Prouči termokemijsku jednadžbu reakcije:



Kakav će utjecaj promjena navedena u prvom stupcu imati na veličinu u drugom stupcu?

Odgovore upiši u treći stupac koristeći sljedeće znakove: ↑ za povećanje, ↓ za smanjenje i 0 ako promjena nema utjecaja.

Promjena	Veličina	Utjecaj
1. dodatak O_2	koncentracija Cl_2	↑
2. dodatak O_2	koncentracija HCl	↓
3. smanjenje volumena posude	množinski udio H_2O	↑
4. povećanje volumena posude	množina HCl	↑
5. povećanje volumena posude	K_c	0
6. povišenje temperature	K_c	↓
7. povišenje temperature	koncentracija O_2	↑
8. sniženje temperature	koncentracija Cl_2	↑

/8x
0,5

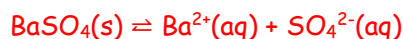
4

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

5

3. Otopini koja sadrži ione barija i ione stroncija čije su množinske koncentracije $c(\text{Ba}^{2+}) = 1 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ i $c(\text{Sr}^{2+}) = 0,75 \text{ mol dm}^{-3}$ dodan je čvrsti natrijev sulfat. Koja će sulfatna sol prva taložiti iz otopine ako su konstante produkta topljivosti $K_{sp}(\text{BaSO}_4) = 1,7 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$ i $K_{sp}(\text{SrSO}_4) = 3,5 \times 10^{-7} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$? Napiši izraz za konstantu produkta topljivosti obje soli.

Račun:

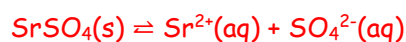


$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$$

/1

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{K_{sp}(\text{BaSO}_4)}{c(\text{Ba}^{2+})} = \frac{1,7 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}}{10^{-5} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}} = 1,7 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

/1



$$K_{sp} = [\text{Sr}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$$

/1

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{K_{sp}(\text{SrSO}_4)}{c(\text{Sr}^{2+})} = \frac{3,5 \times 10^{-7} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}}{0,75 \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}} = 4,7 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$$

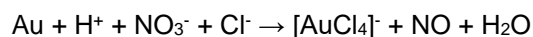
/1

Iz zadane otopine stroncijev sulfat će taložiti prije barijevog sulfata.

/1

5

4. Zlato je otporno na djelovanje kiselina i baza. Topljivo je samo u „carskoj vodi“ (smjesi koncentrirane dušične i kloridne kiseline u volumnom omjeru 1:3). Izjednači zadanu jednadžbu kemijske reakcije otapanja zlata u „carskoj vodi“ tako da pomoću parcijalnih jednadžbi oksidacije i redukcije riješiš redoks.



Rješenje:



/0,5



/0,5



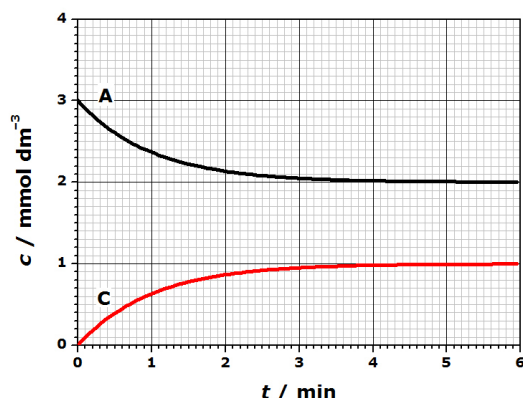
/1

2

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

7

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



a) Napiši odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije. _____ $A \rightleftharpoons C$ /1

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.

Postupak:

Rješenje:

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

$$K_c = \frac{[C]}{[A]} = \frac{([C] - x)}{([A] + x)} = \frac{(2 - x)}{(2 + x)} \quad 0,5 = \frac{(2 - x)}{(2 + x)} \quad x = \frac{1}{1,5} = \underline{0,67 \text{ mmol dm}^{-3}} \quad /1$$

$$[A] = 2 + x = 2 + 0,67 \text{ mmol dm}^{-3} = \underline{2,67 \text{ mmol dm}^{-3}} \quad /1$$

$$[C] = 2 - x = 2 - 0,67 \text{ mmol dm}^{-3} = \underline{1,33 \text{ mmol dm}^{-3}} \quad /1$$

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

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

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

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

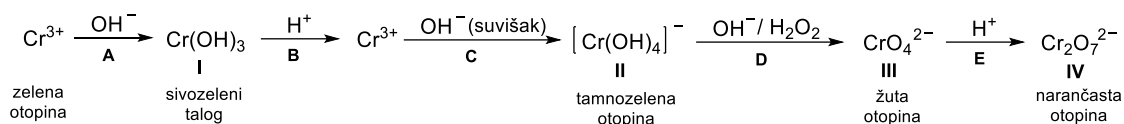
$$v = \frac{\Delta c(A)}{v(A) \times \Delta t} = \frac{-0,85 \text{ mmol dm}^{-3}}{(-1) \times 2 \text{ min}} = \underline{0,42 \text{ mmol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}} \quad /1$$

7

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

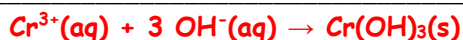
7

6. Shemom su prikazane promjene od trovalentnih iona kroma, Cr^{3+} do iona $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.

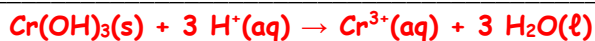


a) Svaku od navedenih promjena označenih slovima **A-E** prikaži jednažbom kemijske reakcije te naznači agregacijska stanja svih sudionika reakcije.

A) _____



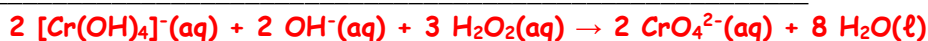
B) _____



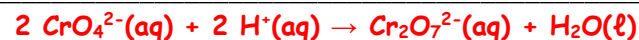
C) _____



D) _____



E) _____



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

b) Navedi imena iona i spojeva kroma označenih brojevima I-IV.

I _____

kromov(III) hidroksid

II _____

tetrahidroksokromat(III)-ion

III _____

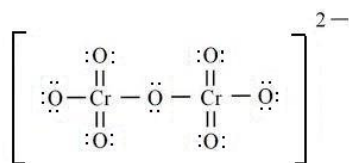
kromatni ion

IV _____

dikromatni ion

c) Nacrtaj Lewisovu strukturu iona označenog brojkom IV.

Rješenje:



/2x

0,5

/2x

0,5

/2x

0,5

/2x

0,5

/2x

0,5

/4x

0,5

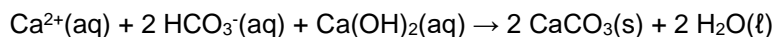
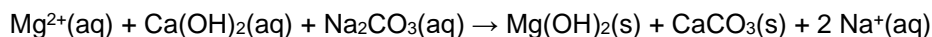
/1

8

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

8

7. Analizom vode iz rijeke Korane ustanovljeno je da je masena koncentracija kalcijevih iona 34 mg L^{-1} , a magnezijevih iona $7,6 \text{ mg L}^{-1}$.
 Odredi masu natrijeva karbonata i kalcijeva hidroksida koje treba utrošiti za uklanjanje kalcijevih i magnezijevih iona iz 1 m^3 riječne vode. Postupak uklanjanja opisan je sljedećim jednažbama kemijskih reakcija:



Rješenje:

$$\gamma(\text{Ca}^{2+}) = 34 \text{ mg L}^{-1}$$

$$\gamma(\text{Mg}^{2+}) = 7,6 \text{ mg L}^{-1}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Mg}^{2+})$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Mg}^{2+}) \times M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Mg}^{2+})}$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = ?$$

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

$$m(\text{Mg}^{2+}) = \gamma(\text{Mg}^{2+}) \times V = 7,6 \text{ mg L}^{-1} \times 1000 \text{ L} = \underline{7,6 \text{ g}}$$

/0,5

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{7,6 \text{ g} \times 106 \text{ g mol}^{-1}}{24,3 \text{ g mol}^{-1}} = \underline{33,15 \text{ g}}$$

/1

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n(\text{Mg}^{2+})$$

$$m_1(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{m(\text{Mg}^{2+}) \times M(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{M(\text{Mg}^{2+})} = \frac{7,6 \text{ g} \times 74 \text{ g mol}^{-1}}{24,3 \text{ g mol}^{-1}} = \underline{23,14 \text{ g}}$$

/1

$$m(\text{Ca}^{2+}) = \gamma(\text{Ca}^{2+}) \times V = 34 \text{ mg L}^{-1} \times 1000 \text{ L} = \underline{34 \text{ g}}$$

/0,5

$$n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{Ca}(\text{OH})_2)$$

$$m_2(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{m(\text{Ca}^{2+}) \times M(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{M(\text{Ca}^{2+})} = \frac{34 \text{ g} \times 74 \text{ g mol}^{-1}}{40,1 \text{ g mol}^{-1}} = \underline{62,74 \text{ g}}$$

/1

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = m_1 + m_2$$

$$= 23,14 \text{ g} + 62,74 \text{ g} = \underline{85,88 \text{ g}}$$

/1

5

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

5

8. Prema podacima navedenim u tablici u sedam odmjernih tikvica A-G priređene su otopine iste tvari u vodi različitih koncentracija.

	A	B	C	D	E	F	G
$V(\text{H}_2\text{O}) / \text{mL}$	100	250	250	500	500	1000	1000
$m(\text{tvari}) / \text{g}$	6,5	10	13,5	25	40	56	60

Na temelju podataka u tablici odgovori na sljedeća pitanja:

a) Koja tikvica sadrži otopinu najmanje koncentracije?

b) Koliki volumen vode bi trebao dodati otopini iz tikvice E da se dobije otopina iste koncentracije kao ona u tikvici B?

c) Koja otopina ima jednaku koncentraciju kao otopina koja nastane miješanjem otopina iz tikvice D i tikvice F?

d) U otopinu iz koje tikvice bi trebalo dodati dvostruki volumen otopine iz tikvice B da bi se priredila otopina iste koncentracije kao u tikvici G?

Rješenja:

	A	B	C	D	E	F	G
$V(\text{H}_2\text{O}) / \text{mL}$	100	250	250	500	500	1000	1000
$m(\text{tvari}) / \text{g}$	6,5	10	13,5	25	40	56	60
$\gamma / \text{g mL}^{-1}$	0,061	0,038	0,051	0,048	0,074	0,053	0,057

a) _____
B

b) _____
500 mL

c) _____
C

d) _____
E

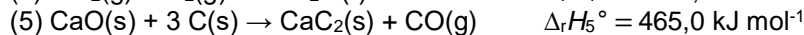
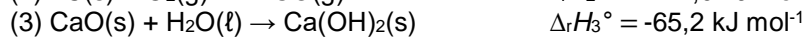
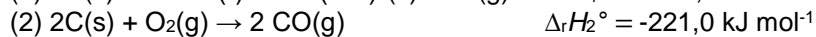
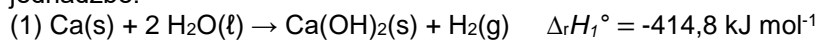
/4x
0,5

2

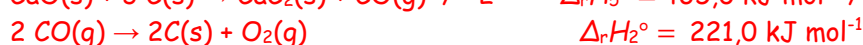
UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

2

9. Izračunaj entalpiju nastajanja kalcijeva karbida, CaC_2 , koristeći sljedeće termokemijske jednačbe:



Rješenje:



/1



$$\begin{aligned} \Delta_r H_{\text{uk}}^\circ &= 2 \cdot \Delta_r H_1^\circ + 2 \cdot \Delta_r H_3^\circ + 2 \cdot \Delta_r H_5^\circ + \Delta_r H_2^\circ + \Delta_r H_4^\circ = \\ &= [2 \times (-414,8) + 2 \times 65,2 + 2 \times 465 + 221,0 + (-571,6)] \text{ kJ mol}^{-1} \\ &= -119,8 \text{ kJ mol}^{-1} / : 2 \end{aligned}$$

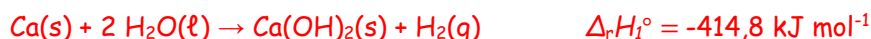
/1

$$= -59,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$



/1

ili drugi postupak:



$$\begin{aligned} \Delta_r H_{\text{uk}}^\circ &= [\Delta_r H_1^\circ + \Delta_r H_2^\circ : 2 + \Delta_r H_3^\circ + \Delta_r H_4^\circ : 2 + \Delta_r H_5^\circ] \text{ kJ mol}^{-1} = \\ &= [-414,8 + 221,0 : 2 + 65,2 + (-571,6) : 2 + 465,0] \text{ kJ mol}^{-1} = \\ &= -59,9 \text{ kJ mol}^{-1} \end{aligned}$$

3

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

3

10. Napišite kemijske nazive navedenih spojeva ili iona.

a) $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ _____

b) $[\text{CrOH}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ _____

c) $[\text{PtCl}_3(\text{NH}_3)_3]^+$ _____

Rješenja:

a) $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ _____

pentakalcijev hidroksid trifosfat (ili hidroksiapatit)

b) $[\text{CrOH}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ _____

triakvadiaminohidroksokromov(II) nitrat

c) $[\text{PtCl}_3(\text{NH}_3)_3]^+$ _____

triamintrikloroplatinin(IV) ion

/3x1

3

1. stranica	2. stranica	3. stranica	4. stranica	
<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px; display: inline-block;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px; display: inline-block;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px; display: inline-block;"></div>
5. stranica	6. stranica	7. stranica	8. stranica	Ukupni bodovi
<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px; display: inline-block;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px; display: inline-block;"></div>	+	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px; display: inline-block;"></div>
				=
				<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px; display: inline-block;"></div>
				<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 40px; display: inline-block;"></div>

40

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

3