

ŠKOLSKO NATJECANJE IZ KEMIJE  
učeni(ka)ca osnovnih i srednjih škola 2018.

RJEŠENJA, 7. veljače 2018.

---

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 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.



	ostv.	maks.
<p><b>1.</b> Napišite kemijske formule sljedećih spojeva ili ih imenujte:</p> <p>klorna kiselina _____ <b>HClO<sub>3</sub></b> _____</p> <p>kalijev oktacijanovolfram(IV) _____ <b>K<sub>4</sub>[W(CN)<sub>8</sub>]</b> _____</p> <p>Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> × 10 H<sub>2</sub>O _____ <b>natrijev kromat dekahidrat</b> _____</p> <p>Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> _____ <b>natrijev tiosulfat</b> _____</p>		/4x1
		4
<p><b>2.</b> U potpunosti i uravnotežite jednadžbe kemijskih reakcija uz oznake agregacijskih stanja:</p> <p>A) Cl<sub>2</sub>(g) + <b>2</b> NaOH(aq) → <b>NaCl(aq)</b> + <b>NaClO(aq)</b> + <b>H<sub>2</sub>O(l)</b> _____</p> <p>(ili <b>3</b> Cl<sub>2</sub>(g) + <b>6</b> NaOH(aq) → <b>NaClO<sub>3</sub>(aq)</b> + <b>5 NaCl(aq)</b> + <b>3 H<sub>2</sub>O(l)</b>) _____</p> <p>B) <b>3</b> Cu(s) + <b>8</b> HNO<sub>3</sub>(aq) → <b>3 Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(aq)</b> + <b>2 NO(g)</b> + <b>4 H<sub>2</sub>O(l)</b> _____</p> <p>C) Ca(OH)<sub>2</sub>(aq) + <b>2 NH<sub>4</sub>Cl(aq)</b> → CaCl<sub>2</sub>(aq) + 2 NH<sub>3</sub>(g) + <b>2 H<sub>2</sub>O(l)</b> _____</p> <p>D) CaCO<sub>3</sub>(s) + <b>CO<sub>2</sub>(g)</b> + <b>H<sub>2</sub>O(g)</b> → Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(aq) _____</p> <p>(Za svaku točno napisanu jednadžbu uz oznaku agregacijskog stanja 1 bod, nema parcijalnog bodovanja.)</p>		/4x1
		4
<p><b>3.</b> Što se opaža kad se pomiješaju jednaki volumeni otopine HCl koncentracije 0,1 mol dm<sup>-3</sup> i otopine Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> koncentracije 0,01 mol dm<sup>-3</sup> (zaokružite točan odgovor)?</p> <p>A) Bezbojna otopina i bijeli talog.</p> <p>B) Otopina u boji i bijeli talog .</p> <p>C) Bezbojna otopina i obojeni talog.</p> <p><b>D) Bezbojna otopina, nema taloga i mjehurići plina.</b></p> <p>Napišite jednadžbu kemijske reakcije:</p> <p>_____ <b>Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>(aq) + 2 HCl(aq) → 2 NaCl(aq) + SO<sub>2</sub>(g) + H<sub>2</sub>O(l)</b> _____</p>		/1
		/1
		2
<p><b>4.</b> U galvanskom članku:</p> <p>Al(s)   Al<sup>3+</sup>(aq, 1 mol dm<sup>-3</sup>)    Cu<sup>2+</sup>(aq, 1 mol dm<sup>-3</sup>)   Cu(s)</p> <p>koja će od sljedećih promjena povećati napon članka?</p> <p>I. Razrjeđivanje otopine Al<sup>3+</sup>(aq) na 0,001 mol dm<sup>-3</sup></p> <p>II. Razrjeđivanje otopine Cu<sup>2+</sup>(aq) na 0,001 mol dm<sup>-3</sup></p> <p>III. Povećanje površine Al(s) elektrode.</p> <p>(Zaokruži slovo ispred točnog odgovora.)</p> <p><b>A) samo I</b>      B) samo II      C) samo III      D) samo I i III</p>		
		2

5. Koja od sljedećih tvrdnji najbolje opisuje utjecaj povišenja temperature na egzotermnu reakciju (i unaprijednu i unazadnu). (Zaokruži točan odgovor.)

A) Rastu brzine i unaprijedne i unazadne reakcije, ali brzina unaprijedne reakcije povećava se više od unazadne.

☒ B) Rastu brzine i unaprijedne i unazadne reakcije, ali brzina unazadne reakcije povećava se više od unaprijedne.

C) Brzina unaprijedne reakcije se povećava, dok se brzina unazadne reakcije smanjuje.

D) Brzina unazadne reakcije se poveća, a brzina unaprijedne reakcije se smanjuje.

/2

2

6. Kada permanganatni ion,  $\text{MnO}_4^-$ , djeluje kao oksidacijsko sredstvo, tvori različite produkte ovisno o pH otopine.

I) Koje vrste čestica odgovaraju navedenim uvjetima?

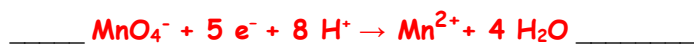
	Kiseli	Bazični	Neutralni
A	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	$\text{MnO}_2$
B	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{MnO}_4^{2-}$	$\text{MnO}_2$
C	$\text{MnO}_2$	$\text{MnO}_4^{2-}$	$\text{Mn}(\text{OH})_2$
D	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	$\text{MnO}_4^{2-}$

Zaokružite točan odgovor: A ☒ B C D

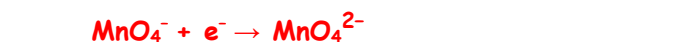
/1

II) Napišite uravnoteženu parcijalnu jednadžbu za permanganatni ion

- u kiselom mediju ( $\text{pH} < 7$ )



- u bazičnom mediju ( $\text{pH} > 7$ )



- u neutralnom mediju ( $\text{pH} = 7$  ili vrlo slabo bazičan)



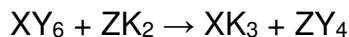
/3x1

4

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

6

7. Napisana je nepotpuna jednačba neke kemijske reakcije i molekulska masa za tri spoja koji sudjeluju u danoj reakciji. Slova X, Y, Z i K predstavljaju nepoznate elemente. Slovo X označava plemeniti plin, a slovo Y halogeni element.



$$M(XY_6) = 245 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(XK_3) = 179 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(ZY_4) = 104 \text{ g mol}^{-1}$$

Izračun:

Od halogenih elemenata brom i jod ne mogu činiti spoj  $XeF_6$  jer prelaze  $M(XY_6) = 245 \text{ g mol}^{-1}$ .

$A_r(\text{plemenitog plina}) = M(XY_6) - 6 \cdot A_r(Cl) = 245 - 212,70 = 32,3$  ne postoji plemeniti plin tog  $A_r$

$A_r(\text{plemenitog plina}) = M(XY_6) - 6 \cdot A_r(F) = 245 - 114 = 131 = A_r(Xe)$  pa je  $XY_6$   $XeF_6$

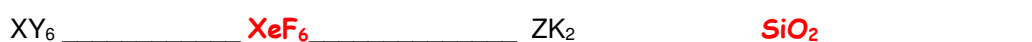
$$3 \cdot A_r(K) = M_r(XK_3) - A_r(X=Xe) = 179 - 131 = 48$$

$$A_r(K) = 48 : 3 = 16 = A_r(O) \text{ pa je } XK_3 \text{ }  $XeO_3$$$

$$A_r(Z) = M_r(ZY_4) - 4 \cdot A_r(Y) = 104 - 4 \cdot A_r(F) = 104 - 76 = 28 = A_r(Si) \text{ pa je } ZY_4$$

$$\text{ }  $SiF_4$  \text{ a } ZK_2 \text{ }  $SiO_2$  .$$

A) Napišite formule oba reaktanta:



/2x1

B) Napišite traženu jednačbu kemijske reakcije koristeći odgovarajuće kemijske formule svih traženih spojeva.



/1

C) Napišite sustavni naziv spoja  $XK_3$  i oblik molekule po VSEPR teoriji.

\text{ }  $\text{ksenonov(VI) oksid}$

\text{ }  $\text{trostrana piramida}$

/2x1

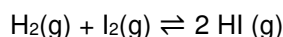
5

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

5

	ostv.	maks.
<p><b>8.</b> Pri kojoj će se temperaturi smrzavati vodena otopina kojoj je vrelište pri normalnom tlaku 102,68°C? (<math>K_b(\text{H}_2\text{O})=0,512 \text{ K kg mol}^{-1}</math>; <math>K_f(\text{H}_2\text{O})=1,853 \text{ K kg mol}^{-1}</math>).</p> <p>Postupak:</p> $\Delta t = t_v (\text{otopina}) - t_v (\text{otapalo}) = 102,68 \text{ }^\circ\text{C} - 100 \text{ }^\circ\text{C} = 2,68 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta T_v = i \cdot K_b \cdot b$ $\Delta T_i = i \cdot K_f \cdot b$ $\frac{\Delta T_i}{\Delta T_v} = \frac{K_f}{K_b}$ $\Delta T_i = \Delta T_v \cdot \frac{K_f}{K_b}$ $\Delta T_i = 2,68 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \frac{1,853 \text{ K kg mol}^{-1}}{0,512 \text{ K kg mol}^{-1}} = 2,68 \text{ }^\circ\text{C} \cdot 3,619 = 9,699 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta t = t_i (\text{otapala}) - t_i (\text{otopine})$ $\Delta t = 0 - 9,7 \text{ }^\circ\text{C} = -9,7 \text{ }^\circ\text{C}$ <p>Otopina će se smrzavati na _____ -9,7 °C _____ °C.</p>	<p>/1</p> <p>/1</p> <p>/1</p>	<p>3</p>
<p><b>9.</b> Za koliko se promijeni osmotski tlak otopine glukoze ako se temperatura povisi s 20°C na 50°C.</p> <p>Postupak:</p> $\pi_1 = i \cdot c \cdot R \cdot T_1$ $\pi_2 = i \cdot c \cdot R \cdot T_2$ $\frac{\pi_2}{\pi_1} = \frac{T_2}{T_1}$ $\frac{\pi_2}{\pi_1} = \frac{(273+50) \text{ K}}{(273+20) \text{ K}} = 1,1$ <p>Osmotski tlak se: (zaokruži)  <b>A.</b> Smanji 1,1 put      <b>B.</b> Smanji 3,3 puta      <b>C.</b> Poveća 1,1 put      <b>D.</b> Poveća 3,3 puta </p>	<p>/1</p> <p>/1</p>	<p>2</p>

10. Reakciju vodika i joda prikazuje jednačba:



A) Napišite izraz za konstantu ravnoteže  $K_p$ .

$$K_p = \frac{p^2(\text{HI})}{p(\text{H}_2) \cdot p(\text{I}_2)}$$

/1

B) Pri nekoj temperaturi ravnotežni parcijalni tlakovi plinova u plinskoj smjesi su: vodika 0,25 bara, joda 0,16 bara i jodovodika 0,40 bara. Iz navedenih podataka izračunajte  $K_p$ .

$$K_p = \frac{0,40^2 \text{ bar}^2}{0,25 \text{ bar} \cdot 0,16 \text{ bar}} = 4$$

/1

C) U drugom pokusu pri istoj temperaturi pomiješani su jod i jodovodik, a njihovi parcijalni tlakovi su 0,3 bara. Koliki je parcijalni tlak vodika, joda i jodovodika u ravnoteži?

$p$ / bar	$\text{I}_2(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$
početna	0,3 bar	0	0,3 bar
promjena	+ $x$	+ $x$	- 2 $x$
ravnotežni	0,3 bar + $x$	$x$	0,3 bar - 2 $x$

/1

$$K_p = \frac{(0,3 - 2x)^2}{(0,3 + x) \cdot x} = \frac{0,09 - 1,2x + 4x^2}{0,3x + x^2} = 4$$

$$4 \cdot (0,3x + x^2) = 0,09 - 1,2x + 4x^2$$

$$1,2x + 4x^2 = 0,09 - 1,2x + 4x^2 = 0$$

$$2,4x = 0,09 \quad x = 0,0375$$

/2

Parcijalni tlakovi u ravnoteži su:

$$p(\text{I}_2) = 0,3 \text{ bar} + x = 0,3 \text{ bar} + 0,0375 \text{ bar} = 0,3375 \text{ bar}$$

$$p(\text{H}_2) = x = 0,0375 \text{ bar}$$

$$p(\text{HI}) = 0,3 \text{ bar} - 2x = 0,3 \text{ bar} - (2 \cdot 0,0375) \text{ bar} = 0,225 \text{ bar}$$

/1

(Priznati i druge načine rješavanja zadatka ako su doveli do točnog rješenja.)

6

- 11.** Iz zadanih podataka izračunajte entalpije stvaranja ( $\Delta_f H^\circ$ ) svih spojeva iz jednadžbi kemijskih reakcija.

Reakcija	Jednadžba kemijske reakcije (JKR)	Reakcijska entalpija $\Delta_r H^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
R1	$\text{Ca(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$	-431,2
R2	$2\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO(g)}$	-221,0
R3	$\text{CaO(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(aq)}$	-82,1
R4	$2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(l)}$	-571,6
R5	$\text{CaO(s)} + 3\text{C(s)} \rightarrow \text{CaC}_2\text{(s)} + \text{CO(g)}$	465,0

Postupak:

$$\Delta_f H^\circ(\text{CO, g}) = \Delta_r H^\circ(\text{R2}) : 2$$

$$= -221,0 \text{ kJ mol}^{-1} : 2$$

$$= -110,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

/1

$$\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O, l}) = \Delta_r H^\circ(\text{R4}) : 2$$

$$= -571,6 \text{ kJ mol}^{-1} : 2$$

$$= -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

/1

$$\Delta_r H^\circ(\text{R1}) = [\Delta_f H^\circ[\text{Ca(OH)}_2, \text{aq}] + \Delta_f H^\circ(\text{H}_2, \text{g})] - [\Delta_f H^\circ(\text{Ca, s}) + 2 \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O, l})]$$

$$-431,2 \text{ kJ mol}^{-1} = [\Delta_f H^\circ[\text{Ca(OH)}_2, \text{aq}] + 571,6 \text{ kJ mol}^{-1}]$$

$$\Delta_f H^\circ[\text{Ca(OH)}_2, \text{aq}] = -431,2 \text{ kJ mol}^{-1} - 571,6 \text{ kJ mol}^{-1} = -1002,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

/1

$$\Delta_f H^\circ(\text{CaO, s}) = ?$$

$$\Delta_r H^\circ(\text{R3}) = \Delta_f H^\circ[\text{Ca(OH)}_2, \text{aq}] - [\Delta_f H^\circ(\text{CaO, s}) + \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O, l})]$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{CaO, s}) = \Delta_f H^\circ[\text{Ca(OH)}_2, \text{aq}] - \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O, l}) - \Delta_r H^\circ(\text{R3})$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{CaO, s}) = -1002,8 \text{ kJ mol}^{-1} + 285,8 \text{ kJ mol}^{-1} + 82,1 \text{ kJ mol}^{-1} = -634,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

/1

$$\Delta_f H^\circ(\text{CaC}_2, \text{s}) = ?$$

$$\Delta_r H^\circ(\text{R5}) = [\Delta_f H^\circ(\text{CaC}_2, \text{s}) + \Delta_f H^\circ(\text{CO, g})] - [\Delta_f H^\circ(\text{CaO, s}) + 3\Delta_f H^\circ(\text{C, s})]$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{CaC}_2, \text{s}) = \Delta_r H^\circ(\text{R5}) - \Delta_f H^\circ(\text{CO, g}) + \Delta_f H^\circ(\text{CaO, s})$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{CaC}_2, \text{s}) = 465,0 \text{ kJ mol}^{-1} + 110,5 \text{ kJ mol}^{-1} - 634,9 \text{ kJ mol}^{-1} = -59,4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

/1

(Priznati i druge načine rješavanja zadatka ako su doveli do točnog rješenja.)

5

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

5



- 12.** U 250 cm<sup>3</sup> otopine otopljeno je 10,0 g natrijeva hidrogenkarbonata. Izračunajte pH otopine?  
 $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$

Postupak:



$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n(\text{NaHCO}_3) = \frac{10,0 \text{ g}}{84 \text{ g mol}^{-1}} = 0,119 \text{ mol} = n(\text{HCO}_3^-)$$

$$c(\text{HCO}_3^-) = \frac{n(\text{HCO}_3^-)}{V(\text{HCO}_3^-)} = \frac{0,119 \text{ mol}}{0,250 \text{ dm}^3} = 0,476 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_w = K_a \cdot K_b$$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}}{4,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}} = 2,22 \cdot 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_b = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{HCO}_3^-)} \quad c(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{OH}^-)$$

$$K_b = \frac{c^2(\text{OH}^-)}{c(\text{HCO}_3^-)} \Rightarrow c^2(\text{OH}^-) = K_b \cdot c(\text{HCO}_3^-)$$

$$c(\text{OH}^-) = \sqrt{K_b \cdot c(\text{HCO}_3^-)}$$

$$c(\text{OH}^-) = \sqrt{2,22 \cdot 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,476 \text{ mol dm}^{-3}}$$

$$c(\text{OH}^-) = 1,028 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$pOH = -\log \frac{c(\text{OH}^-)}{\text{mol dm}^{-3}} = -\log 1,028 \cdot 10^{-4}$$

$$pOH = 3,99$$

$$pH = 14 - 4 = 10$$

/1

/1

/1

/1

/2

/1

7

- 13.** Izračunajte volumene otopina dušične kiseline koncentracija  $0,45 \text{ mol dm}^{-3}$  i  $0,95 \text{ mol dm}^{-3}$  koje treba pomiješati za pripremu  $1,2 \text{ dm}^3$  otopine dušične kiseline koncentracije  $0,55 \text{ mol dm}^{-3}$ .

Postupak:

$$n_1 + n_2 = n_3$$

$$V_1 + V_2 = V_3 \rightarrow V_2 = V_3 - V_1$$

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

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

$$V_1 (c_1 - c_2) = V_3 (c_3 - c_2)$$

$$V_1 = \frac{V_3 (c_3 - c_2)}{c_1 - c_2} = \frac{1,2 \text{ dm}^3 (0,55 - 0,95) \text{ mol dm}^{-3}}{0,45 \text{ mol dm}^{-3} - 0,95 \text{ mol dm}^{-3}} = 0,96 \text{ dm}^3$$

$$V_2 = V_3 - V_1 = 1,2 \text{ dm}^3 - 0,96 \text{ dm}^3 = 0,24 \text{ dm}^3$$

(Priznati sve bodove ako je riješeno na drugi način.)

/1

/1

/1

/1

4

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

+

+

+

+

5. stranica

6. stranica

7. stranica

8. stranica

Ukupni bodovi

+

+

+

=

50

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

4