

ŠKOLSKO NATJECANJE IZ KEMIJE  
učeni(ka)ca osnovnih i srednjih škola 2011.

PISANA ZADAĆA, 02. veljače 2011.

---

NAPOMENA:

1. Zadatci se rješavaju 120 minuta.
2. Dopušteno je koristiti samo onu tablicu periodnog sustava elemenata koja je dobivena od gradskoga povjerenstva.
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 vrjednju.

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:

---

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

17 18

1

1	2											17	18				
1	H	2											1	He			
1.00797		4.0026											1.00797	4.0026			
3	Li	Be											9	F	10	Ne	
6.939	9.0122												18.9984	20.183			
11	Na	Mg											17	Cl	18	Ar	
22.9898	24.312												35.453	39.948			
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
39.102	40.08	44.956	47.90	50.942	51.996	54.9380	55.847	58.9332	58.71	63.54	65.37	69.72	72.59	74.9216	78.96	79.909	83.80
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
85.47	87.62	88.905	91.22	92.906	95.94	(99)	101.07	102.905	106.4	107.870	112.40	114.82	118.69	121.75	127.60	126.904	131.30
55	56	*57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
132.905	137.34	138.91	178.49	180.948	183.85	186.2	190.2	192.2	195.09	196.967	200.59	204.37	207.19	208.980	(210)	(210)	(222)
87	88	+89	104	105	106	107	108	109	110	111	112						
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	? (271)	? (272)	? (277)						
(223)	(226)	(227)	(261)	(262)	(266)	(262)	(265)	(266)	(271)	(272)	(277)						

Lantanidi

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.12	140.907	144.24	(147)	150.35	151.96	157.25	158.924	162.50	164.930	167.26	168.934	173.04	174.97

Aktinidi

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
232.038	(231)	238.03	(237)	(242)	(243)	(247)	(247)	(249)	(254)	(253)	(256)	(256)	(257)

	ostv	max
<p><b>1.</b> Ako su sljedeće tvrdnje točne napišite T, a ako su netočne napišite N:</p> <p>a) Entalpija, entropija i Gibbsova energija su funkcije stanja. <u>  T  </u></p> <p>b) Standardna temperatura pri termokemijskim mjerenjima je 273,15 K. <u>  N  </u></p> <p>c) Molarni toplinski kapacitet je količina topline koju je potrebno dovesti 1 kg tvari da se temperatura povisi za 1 K. <u>  N  </u></p> <p>d) Tyndallov efekt je pojava raspršivanja svjetlosti u otopinama na česticama manjim od 1 nm. <u>  N  </u></p> <p>e) Emulzije su koloidni sustavi dviju tekućina koje se ne miješaju. <u>  T  </u></p> <p>f) Gustoća je intenzivno svojstvo tvari. <u>  T  </u></p>	/6x1	6
<p><b>2.</b> Otopina glukoze pri 25 °C izotonična je s otopinom magnezijeva klorida koncentracije 0,6 mol/L, a stupanj disocijacije soli je 0,8. Izračunajte koncentraciju otopine glukoze.</p> <p><math>c(\text{MgCl}_2) = 0,6 \text{ mol/L}</math>  <math>\alpha = 0,8</math>  <math>c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = ?</math></p> <p><math>\Pi = c \times R \times T \times i</math>  <math>\Pi = 0,6 \text{ mol/L} \times 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 298 \text{ K} \times 3 \times 0,8 = 3567,7 \text{ kPa}</math></p> <p><math>c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \Pi / R \times T = 3567,7 \text{ kPa} / (8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 298 \text{ K}) = 1,44 \text{ mol/L}</math></p>	/1 /1	2
<p><b>3.</b> Koliki je volumen koncentrirane sumporne kiseline, gustoće 1,84 g/cm<sup>3</sup> i masenog udjela 0,96 potreban za pripravu 1,8 dm<sup>3</sup> razrijeđene kiseline koncentracije 0,5 mol/dm<sup>3</sup>?</p> <p><math>\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,84 \text{ g/cm}^3</math>  <math>\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,96</math>  <math>V_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,8 \text{ dm}^3</math>  <math>c_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ mol/dm}^3</math>  <math>V_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?</math></p> <p><math>c_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = (\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) \times \rho(\text{H}_2\text{SO}_4)) / M(\text{H}_2\text{SO}_4)</math>  <math>c_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = (0,96 \times 1840 \text{ g/dm}^3) / (98 \text{ g/mol})</math>  <math>c_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 18,02 \text{ mol/dm}^3</math></p> <p><math>c_1 \times V_1 = c_2 \times V_2</math>  <math>V_1 = (0,5 \text{ mol/dm}^3 \times 1,8 \text{ dm}^3) / 18,02 \text{ mol/dm}^3</math>  <math>V_1 = 50 \text{ cm}^3</math></p>	/2 /1	3

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 1:

11

4. Entalpija kristalne strukture kalijeva klorida iznosi 717 kJ/mol, a entalpija hidratacije -685 kJ/mol.

a) Napišite jednačbe za razaranje kristalne strukture i hidrataciju te otapanje kalijeva klorida (navedite agregacijska stanja).



/3x1

b) Izračunajte entalpiju otapanja kalijeva klorida u vodi.

$$\Delta_{\text{ks}}H(\text{KCl(s)}) = 717 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_{\text{hid}}H(\text{KCl}) = -685 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_{\text{sol}}H(\text{KCl}) = ?$$

$$\Delta_{\text{sol}}H = \Delta_{\text{ks}}H + \Delta_{\text{hid}}H = 717 - 685 = 32 \text{ kJ/mol}$$

/1

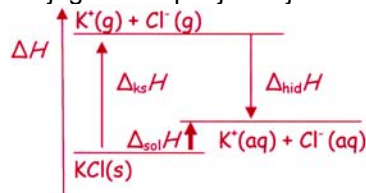
c) Kakav je proces otapanja KCl? ENDOTERMAN

/0,5

d) Hoće li topljivosti kalijeva klorida pogodovati sniženje ili povišenje temperature? POVIŠENJE TEMPERATURE

/0,5

e) Nacrtajte entalpijski dijagram otapanja kalijeva klorida.



/1

6

5. Izračunajte ukupnu energiju koju treba dovesti da bi od 250 g leda, kojemu je temperatura -5 °C, dobili vodenu paru zagrijanu na 115 °C. Ta se promjena zbiva uz stalan tlak.

$$c(\text{H}_2\text{O, s}) = 2,020 \text{ JK}^{-1}\text{g}^{-1}$$

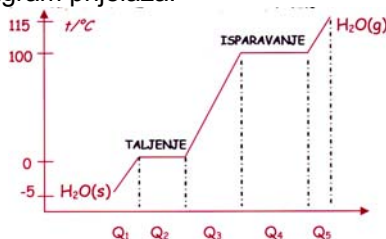
$$c(\text{H}_2\text{O, l}) = 4,19 \text{ JK}^{-1}\text{g}^{-1}$$

$$c(\text{H}_2\text{O, g}) = 2,0 \text{ JK}^{-1}\text{g}^{-1}$$

$$\Delta_{\text{f}}^{\text{H}}(\text{H}_2\text{O, 0 °C}) = 6,01 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_{\text{f}}^{\text{H}}(\text{H}_2\text{O, 100 °C}) = 40,7 \text{ kJ/mol}$$

Nacrtajte entalpijski dijagram prijelaza!



/1

$$Q_u = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

$$Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta T = 250 \text{ g} \times 2,02 \text{ J K}^{-1}\text{g}^{-1} \times 5 \text{ K} = 2525 \text{ J} = 2,5 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = \Delta_{\text{f}}H \cdot n = 6,01 \text{ kJ/mol} \times 250 \text{ g} / (18 \text{ g/mol}) = 83,5 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = m \cdot c \cdot \Delta T = 250 \text{ g} \times 4,19 \text{ J K}^{-1}\text{g}^{-1} \times 100 \text{ K} = 104 750 \text{ J} = 104,75 \text{ kJ}$$

$$Q_4 = \Delta_{\text{f}}H \cdot n = 40,7 \text{ kJ/mol} \times 250 \text{ g} / (18 \text{ g/mol}) = 565,3 \text{ kJ}$$

$$Q_5 = m \cdot c \cdot \Delta T = 250 \text{ g} \times 2 \text{ J K}^{-1}\text{g}^{-1} \times 15 \text{ K} = 7500 \text{ J} = 7,5 \text{ kJ}$$

$$Q_u = 763,5 \text{ kJ}$$

/6x

0,5

4

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 2:

10

6. Osmotski tlak krvi pri 37 °C iznosi 775,1 kPa.  
 a) Kako biste priredili 2 L vodene otopine glukoze izotonične s krvi?  
 b) Kolika je masena i množinska koncentracija glukoze u toj otopini?

$$\begin{aligned}
 t &= 37\text{ }^\circ\text{C} & m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) &= \pi \times M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \times V / R \times T \\
 \pi &= 775,1\text{ kPa} & &= (775,1\text{ kPa} \times 180\text{ g/mol} \times 2\text{ L}) / (8,314\text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1} \times 310\text{ K}) \\
 V(\text{otopine}) &= 2\text{ L} & &= 108,27\text{ g} \\
 m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) &= ? & \chi(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) &= m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) / V = 54\text{ g/L} \\
 \chi(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) &= ? & & \\
 c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) &= ? & c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) &= m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) / M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \times V \\
 & & &= 108,27\text{ g} / (180\text{ g/mol} \times 2\text{ L}) \\
 & & &= 0,300\text{ mol/L}
 \end{aligned}$$

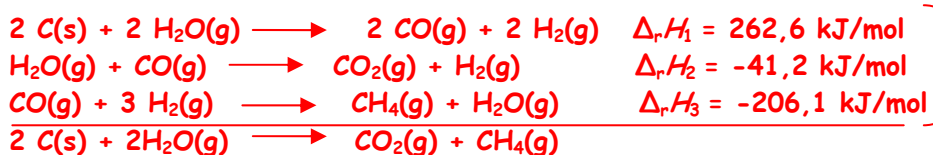
/1

/1

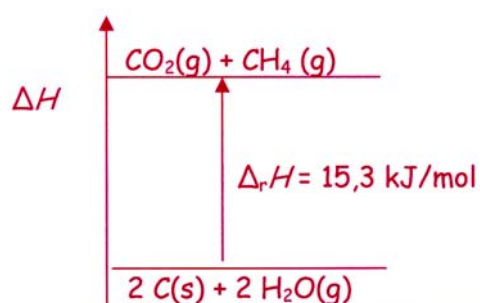
/1

3

7. Na temelju napisanih termokemijskih jednadžbi  
 $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \longrightarrow \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \quad \Delta_r H = 131,3\text{ kJ/mol}$   
 $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta_r H = 41,2\text{ kJ/mol}$   
 $\text{CO(g)} + 3\text{ H}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{CH}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta_r H = -206,1\text{ kJ/mol}$   
 izračunajte  $\Delta_r H$  za reakciju  
 $2\text{ C(s)} + 2\text{ H}_2\text{O(g)} \longrightarrow \text{CH}_4\text{(g)} + \text{CO}_2\text{(g)}$   
 te nacrtajte entalpijski dijagram te reakcije!



$$\Delta_r H = \Delta_r H_1 + \Delta_r H_2 + \Delta_r H_3 = 262,6 - 41,2 - 206,1 = 15,3\text{ kJ/mol}$$



/1

/1

/1

Ukoliko je učenik točno izračunao, a nije napisao  
 kemijske jednadžbe dobiva 2 boda.

3

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 3:

6

8. Na raspolaganju su nam četiri vodene otopine:
1. otopina saharoze,  $c(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,1 \text{ mol/L}$
  2. otopina natrijeva hidroksida,  $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/L}$
  3. otopina mravlje kiseline,  $c(\text{HCOOH}) = 0,1 \text{ mol/L}$
  4. otopina natrijeva sulfata,  $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ mol/L}$

Koja od tih otopina ima:

- a) najviše normalno talište 1.
- b) najviše normalno vrelište 4.
- c) najviši osmotski tlak pri sobnoj temperaturi pri 20 °C 4.
- d) najviši tlak vodene pare pri 20 °C 1.

Definirajte pojmove:

Vrelište ONA TEMPERATURA PRI KOJOJ SE TLAK PARE

TEKUĆINE IZJEDNAČI S ATMOSFERSKIM TLAKOM

Koligativna svojstva otopina SVOJSTVA KOJA OVISE O BROJU

ČESTICA OTOPLJENE TVARI

Osmoza PROLAZAK OTAPALA KROZ POLUPROPUSNU MEMBRANU

IZ PODRUČJA MANJE U PODRUČJE VEĆE KONCENTRACIJE

/4x  
0,5

/3x1

5

9. Spoj X je nezasićeni ugljikovodik empirijske formule  $\text{CH}_2$ . Otapanjem 1,30 g tog ugljikovodika u 300,0 g cikloheksana dobivena je otopina, koja ima za 1,242 °C niže talište od tališta čistog cikloheksana.

Krioskopska konstanta cikloheksana iznosi 20,8 K kg mol<sup>-1</sup>. Izračunajte:

- a) približnu molarnu masu spoja X,
- b) molekulsku formulu tog spoja.

$$m(\text{C}_x\text{H}_y) = 1,3 \text{ g}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 300 \text{ g}$$

$$\Delta T = 1,242 \text{ °C}$$

$$K_f(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 20,8 \text{ K kg mol}^{-1}$$

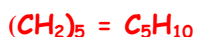
$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = ?$$

$$\Delta T = K_f \times b$$

$$b(\text{C}_x\text{H}_y) = \Delta T / K_f = 1,242 \text{ K} / 20,8 \text{ K kg mol}^{-1} = 0,06 \text{ mol/kg}$$

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = m(\text{C}_x\text{H}_y) / b \times m(\text{otapalo}) = 1,3 \text{ g} / (0,06 \text{ mol/kg} \times 0,3 \text{ kg}) = 72,2 \text{ g/mol}$$

$$M_r / E_r = 72,2 / 14 = 5$$



/1

/1

/1

3

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 4:

8

10. Pored svake reakcije napišite o kakvoj se promjeni radi i je li reakcija endotermna ili egzotermna.

- |   |   |                   |           |
|---|---|-------------------|-----------|
| a) $\text{KCl}(\ell) \longrightarrow \text{KCl}(\text{s})$                  | <u>(OČVRŠĆIVANJE)</u><br><u>KRISTALIZACIJA</u>      | <u>EGZOTERMNA</u> | <u>/1</u> |
| b) $\text{Br}(\text{g}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Br}^-(\text{g})$ | <u>AFINITET PREMA <math>\text{e}^-</math></u>       | <u>EGZOTERMNA</u> | <u>/1</u> |
| c) $\text{K}(\text{g}) \longrightarrow \text{K}^+(\text{g}) + \text{e}^-$   | <u>ENERGIJA IONIZACIJE</u>                          | <u>ENDOTERMNA</u> | <u>/1</u> |
| d) $\text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{Cl}(\text{g})$            | <u>(CIJEPANJE VEZE)</u><br><u>ATOMIZACIJA KLORA</u> | <u>ENDOTERMNA</u> | <u>/1</u> |
| e) $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\ell)$  | <u>KONDENZACIJA</u>                                 | <u>EGZOTERMNA</u> | <u>/1</u> |
| f) $\text{Na}(\text{s}) \longrightarrow \text{Na}(\text{g})$                | <u>SUBLIMACIJA</u>                                  | <u>ENDOTERMNA</u> | <u>/1</u> |

(svaki točan odgovor nosi 0,5 boda)

6

11. Titanij se može dobiti reakcijom titanijeva (IV) klorida i magnezija. Napišite jednadžbu kemijske reakcije:

/1Ako je u reakcijskoj posudi 200,0 g  $\text{TiCl}_4$  i 50,0 g magnezija, izračunajte:

- koja je tvar mjerodavni reaktant?
- kolike su množina i masa titanija koji može nastati reakcijom?
- kolike su množina i masa tvari u suvišku?
- kolike su množina i masa nastalog magnezijeva klorida ako je iskorištenje u reakciji 22,5 %?

$$m(\text{TiCl}_4) = 200,0 \text{ g}$$

$$m(\text{Mg}) = 50,0 \text{ g}$$

$$n(\text{Ti}) = ? \quad m(\text{Ti}) = ? \quad n(\text{tvari u suvišku}) = ? \quad m(\text{tvari u suvišku}) = ?$$

$$n(\text{MgCl}_2) = ? \quad m(\text{MgCl}_2) = ? \quad \eta = 22,5 \%$$

$$\text{a) } n(\text{Mg})/n(\text{TiCl}_4) = 2/1 \longrightarrow n(\text{Mg}) = 2 \quad n(\text{TiCl}_4) = 2 \times 1,054 \text{ mol} = 2,108 \text{ mol}$$

$\longrightarrow$  Mg mjerodavni reaktant

$$n(\text{TiCl}_4) = m(\text{TiCl}_4)/M(\text{TiCl}_4) = 200 \text{ g}/189,7 \text{ g/mol} = 1,054 \text{ mol}$$

$$n(\text{Mg}) = m(\text{Mg})/M(\text{Mg}) = 50 \text{ g}/24,31 \text{ g/mol} = 2,06 \text{ mol}$$

$$\text{b) } n(\text{Ti})/n(\text{Mg}) = 1/2 \longrightarrow n(\text{Ti}) = n(\text{Mg})/2 = 2,056 \text{ mol}/2 = 1,028 \text{ mol}$$

$$m(\text{Ti}) = n(\text{Ti}) \times M(\text{Ti}) = 1,028 \text{ mol} \times 47,9 \text{ g/mol} = 49,3 \text{ g}$$

c) u suvišku  $\text{TiCl}_4$

$$n(\text{TiCl}_4) = n(\text{Mg})/2 = 1,03 \text{ mol}$$

$$n(\text{TiCl}_4 \text{ u suvišku}) = 1,054 \text{ mol} - 1,028 \text{ mol} = 0,026 \text{ mol}$$

$$m(\text{TiCl}_4 \text{ u suvišku}) = 0,026 \text{ mol} \times 189,7 \text{ g/mol} = 4,93 \text{ g}$$

d)  $n(\text{MgCl}_2) = n(\text{Mg})$

$$n(\text{MgCl}_2) = 2,06 \text{ mol} \times \eta = 2,06 \times (22,5/100) = 0,4635 \text{ mol}$$

$$m(\text{MgCl}_2) = 0,4635 \text{ mol} \times 95,21 \text{ g/mol} = 44,13 \text{ g}$$

/1/0,5/1/0,5/1/0,5/1/0,5

7

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 5:

13

