

ŠKOLSKO NATJECANJE IZ KEMIJE
učeni(ka)ca osnovnih i srednjih škola 2015.

PISANA ZADAĆA, 12. veljače 2015.

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. 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

1

17 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1.00797	2 He 4.0026																
3 Li 6.939	4 Be 9.0122											5 B 10.811	6 C 12.0112	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 20.183
11 Na 22.9898	12 Mg 24.312											13 Al 26.9815	14 Si 28.086	15 P 30.9738	16 S 32.064	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.102	20 Ca 40.08	21 Sc 44.956	22 Ti 47.90	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.9380	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.909	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.905	40 Zr 91.22	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.905	46 Pd 106.4	47 Ag 107.870	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.30
55 Cs 132.905	56 Ba 137.34	*57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.980	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	†89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 ? (271)	111 ? (272)	112 ? (277)						

Lantanidi

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

Aktinidi

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

		ostv	max															
<p>1. Napišite odgovarajuće jednadžbe kemijskih reakcija za opisane promjene. Navedite agregacijska stanja tvari u reakciji.</p> <p>a) Grijanjem čvrstoga olovova(II) nitrata dolazi do njegova razlaganja na olovo(II) oksid, dušikov(IV) oksid i kisik</p> <p>b) Miješanjem otopina kalcijeva hidroksida i fosforne kiseline osim istaloženoga kalcijeva fosfata nastaje i voda.</p> <p>c) Reakcijom željezova(III) oksida s vodikom nastaju elementarno željezo i voda.</p> <p>d) Reakcijom vodenih otopina željezova(II) klorida i natrijeva hidroksida dolazi do taloženja željezova(II) hidroksida.</p> <p>e) Uvođenjem plina sumporovodika u vodenu otopinu srebrova nitrata dolazi do taloženja srebrova sulfida.</p> <p>Rješenje:</p> <p>a) $2 \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \longrightarrow 2 \text{PbO}(\text{s}) + 4 \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ $1 + 0,5 + 0,5$</p> <p>b) $3 \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\ell)$ $1 + 0,5 + 0,5$</p> <p>c) $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{Fe}(\text{s}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\ell)$ $1 + 0,5 + 0,5$</p> <p>d) $\text{FeCl}_2(\text{aq}) + 2 \text{NaOH}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2 \text{NaCl}(\text{aq})$ $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$ $1 + 0,5 + 0,5$</p> <p>e) $\text{H}_2\text{S}(\text{aq}) + 2 \text{AgNO}_3(\text{aq}) \longrightarrow \text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) + 2 \text{HNO}_3(\text{aq})$ $\text{S}^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Ag}_2\text{S}(\text{s})$ $\text{H}_2\text{S}(\text{aq}) + 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) + 2 \text{H}^+(\text{aq})$ $1 + 0,5 + 0,5$</p> <p>(Napomena: 1 bod za točno napisane kemijske formule reaktanata i produkata, 0,5 boda za izjednačenu jednadžbu i 0,5 boda za točno navedena sva agregacijska stanja.)</p>		/2																
			/2															
			/2															
			/2															
			/2															
			/2															
			10															
<p>2. T znači točnu, a N netočnu tvrdnju. Zaokružite točnu tvrdnju.</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Maseni udio od 1 ppm neke tvari u otopini znači da je 1 mg te tvari otopljen u 1 kg otopine.</td> <td>T</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>Mjerna jedinica za molalnost je mol.</td> <td>T</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>Množina otopljene tvari nakon razrjeđenja otopine ostaje nepromijenjena.</td> <td>T</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>Otapanje modre galice je endoterman proces pa se zagrijavanjem otopine topljivost soli smanjuje.</td> <td>T</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>Vrelišta vodene otopine šećera molalnosti 0,60 mol/kg, vodene otopine kuhinjske soli molalnosti 0,30 mol/kg i vodene otopine kalcijeva klorida molalnosti 0,2 mol/kg su jednaka.</td> <td>T</td> <td>N</td> </tr> </tbody> </table>	Maseni udio od 1 ppm neke tvari u otopini znači da je 1 mg te tvari otopljen u 1 kg otopine.	T	N	Mjerna jedinica za molalnost je mol.	T	N	Množina otopljene tvari nakon razrjeđenja otopine ostaje nepromijenjena.	T	N	Otapanje modre galice je endoterman proces pa se zagrijavanjem otopine topljivost soli smanjuje.	T	N	Vrelišta vodene otopine šećera molalnosti 0,60 mol/kg, vodene otopine kuhinjske soli molalnosti 0,30 mol/kg i vodene otopine kalcijeva klorida molalnosti 0,2 mol/kg su jednaka.	T	N		/5x1	
	Maseni udio od 1 ppm neke tvari u otopini znači da je 1 mg te tvari otopljen u 1 kg otopine.	T	N															
	Mjerna jedinica za molalnost je mol.	T	N															
	Množina otopljene tvari nakon razrjeđenja otopine ostaje nepromijenjena.	T	N															
	Otapanje modre galice je endoterman proces pa se zagrijavanjem otopine topljivost soli smanjuje.	T	N															
	Vrelišta vodene otopine šećera molalnosti 0,60 mol/kg, vodene otopine kuhinjske soli molalnosti 0,30 mol/kg i vodene otopine kalcijeva klorida molalnosti 0,2 mol/kg su jednaka.	T	N															
			5															

3. U 100,0 g vode temperature 17,0 °C unese se uzorak metala X mase 100,0 g i temperature 85,0 °C. Nakon nekog vremena temperatura vode se više ne mijenja i iznosi 22,7 °C. Izračunajte vrijednost specifičnog toplinskog kapaciteta metala. Specifični toplinski kapacitet vode iznosi 4,2 J g⁻¹ K⁻¹.

Rješenje:

$$Q_1 = m(\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta T(\text{H}_2\text{O})$$

$$Q_2 = m(\text{X}) \cdot c(\text{X}) \cdot \Delta T(\text{X})$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$c(\text{X}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O}) \times c(\text{H}_2\text{O}) \times \Delta T(\text{H}_2\text{O})}{m(\text{X}) \times \Delta T(\text{X})}$$

$$c(\text{X}) = \frac{100,0 \text{ g} \times 4,2 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 5,7 \text{ K}}{100,0 \text{ g} \times 62,3 \text{ K}} = 0,384 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

/1

/1

/1

3

4. Izračunajte standardnu reakcijsku entalpiju za reakciju oksidacije amonijaka.
 $4 \text{ NH}_3(\text{g}) + 5 \text{ O}_2(\text{g}) \longrightarrow 4 \text{ NO}(\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O}(\ell)$

Vrijednosti standardnih entalpija stvaranja su: $\Delta_f H^\circ(\text{NH}_3, \text{g}) = -46,11 \text{ kJ mol}^{-1}$,
 $\Delta_f H^\circ(\text{NO}, \text{g}) = 90,25 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}, \ell) = -285,83 \text{ kJ mol}^{-1}$

Rješenje:

$$\Delta_r H^\circ = H^\circ_P - H^\circ_R$$

$$\Delta_r H^\circ = [4 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{NO}, \text{g}) + 6 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}, \ell)] - [4 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{NH}_3, \text{g})]$$

$$\Delta_r H^\circ = [4 \cdot 90,25 + 6 \cdot (-285,83)] \text{ kJ mol}^{-1} - [4 \cdot (-46,11)] \text{ kJ mol}^{-1}$$

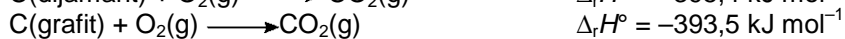
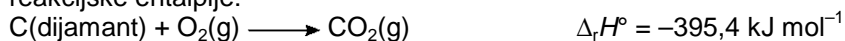
$$\Delta_r H^\circ = -1169,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

/1

/2

3

5. Uz reakcije izgaranja grafita i dijamanta navedene su odgovarajuće standardne reakcijske entalpije:



Izračunajte standardnu reakcijsku entalpiju prijelaza grafita u dijamant.

Rješenje:



/2

2

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 2:

8

6. Izgaranje magnezija opisano je navedenom termokemijskom jednačbom:
 $2 \text{Mg(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{MgO(s)} \quad \Delta_r H^\circ = -1203,7 \text{ kJ mol}^{-1}$

a) Nacrtajte entalpijski dijagram za navedenu reakciju.

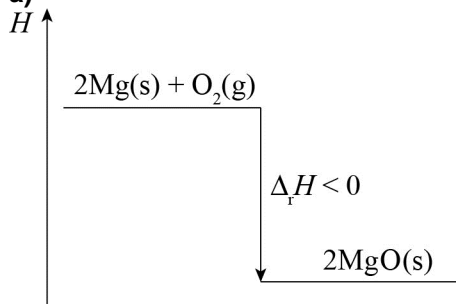
b) Izračunajte standardnu entalpiju stvaranja magnezijeva oksida.

c) Izračunajte masu čistog magnezijeva oksida koji nastaje u reakciji 10,0 g magnezija s 10,0 L kisika pri normalnim okolnostima.

d) Magnezijev oksid kristalizira u kubičnom sustavu, a jedinična ćelija mu je plošno centrirana kocka. Izračunajte gustoću magnezijeva oksida ako je polumjer magnezijeva iona 72 pm, a oksidnog iona 140 pm ($u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$).

Rješenje:

a)



/1



$\Delta_f H^\circ(\text{MgO}) = -601,8 \text{ kJ mol}^{-1}$

/1

c) $n(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{10,0 \text{ g}}{24,31 \text{ g mol}^{-1}} = 0,411 \text{ mol}$

/0,5

$n(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m} = \frac{10,0 \text{ L}}{22,4 \text{ L mol}^{-1}} = 0,446 \text{ mol}$

/0,5

Mjerodavni reaktant je magnezij.

/1

$n(\text{MgO}) = n(\text{Mg})$

$m(\text{MgO}) = n(\text{MgO}) \cdot M(\text{MgO}) = 0,411 \text{ mol} \cdot 40,31 \text{ g mol}^{-1} = 16,6 \text{ g}$

/1

d) $\rho(\text{MgO}) = \frac{4 \times m_f(\text{MgO})}{a^3} = \frac{4 \times M_r(\text{MgO}) \times u}{a^3}$

/1

$a = 2 r(\text{Mg}^{2+}) + 2 r(\text{O}^{2-}) = 2 \cdot 72 \text{ pm} + 2 \cdot 140 \text{ pm}$
 $= 424 \text{ pm} = 4,24 \times 10^{-8} \text{ cm}$

/1

$\rho(\text{MgO}) = \frac{4 \times 40,31 \times 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}}{4,24^3 \times 10^{-24} \text{ cm}^3} = 3,51 \text{ g cm}^{-3}$

/1

8

7. S nekoliko rečenica opišite postupak pripreme 250 mL otopine natrijeva sulfata, Na_2SO_4 , množinske koncentracije $0,150 \text{ mol L}^{-1}$.

Rješenje:

Treba izračunati masu natrijeva sulfata potrebnu za pripremu otopine.

$$\begin{aligned} m(\text{Na}_2\text{SO}_4) &= c(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{otopina}) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4) \\ &= 0,150 \text{ mol L}^{-1} \cdot 0,250 \text{ L} \cdot 142,04 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 5,33 \text{ g} \end{aligned}$$

Odvažte se natrijev sulfat (5,33 g) i kvantitativno prenese u odmjernu tikvicu od 250 mL. Natrijev sulfat se najprije otopi u malo destilirane vode, zatim se vodom dopuni do oznake.

/2

/2

4

8. Kalijev malat je sol jabučne kiseline, sastojak je mnogih namirnica i prirodno sredstvo za reguliranje kiselosti. Maseni udio ugljika u spoju je 22,8 %, vodika 1,91 %, kisika 50,6 % i kalija 24,7 %. Relativna molekulska masa formulske jedinice kalijeva malata je 158,2.

Odredite molekulsku formulu kalijeva malata.

Rješenje:

Zadano je:

$$w(\text{C}) = 22,8 \% = 0,228 \quad w(\text{H}) = 1,91 \% = 0,0191$$

$$w(\text{O}) = 50,6 \% = 0,506 \quad w(\text{K}) = 24,7 \% = 0,247$$

Maseni udio elementa B (Bilo kojeg) je $w_B = \frac{j_B \cdot A_{r,B}}{M_r}$, gdje je j_B broj tih

atoma u formulskoj jedinici. Onda se broj atoma računa prema

$$j_B = \frac{w_B \cdot M_r}{A_{r,B}}$$

$$j_{\text{C}} = \frac{0,228 \cdot 158,2}{12} = 3$$

Iz navedenoga proizlazi: $j_{\text{H}} = \frac{0,0191 \cdot 158,2}{1} = 3$

$$j_{\text{O}} = \frac{0,506 \cdot 158,2}{16} = 5$$

$$j_{\text{K}} = \frac{0,247 \cdot 158,2}{39} = 1$$

Empirijska formula kalijeva malata je $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_5\text{K}$.

$$M_r(\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_5\text{K}) = 3A_r(\text{C}) + 3A_r(\text{H}) + 5A_r(\text{O}) + A_r(\text{K})$$

$$= 3 \times 12,0 + 3 \times 1,01 + 5 \times 16,0 + 39,1 = 158,2$$

Molekulska formula kalijeva malata je jednaka empirijskoj formuli $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_5\text{K}$.

/3

/1

4

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 4:

8

9. Izračunajte volumen 36,00 %-tne otopine klorovodične kiseline gustoće 1,179 g cm⁻³ potreban za pripremu 250,0 mL otopine klorovodične kiseline množinske koncentracije 0,125 mol dm⁻³.

Rješenje:

$$c_1(\text{HCl}) = \frac{w(\text{HCl}) \times \rho(\text{otopina})}{M(\text{HCl})}$$

$$= \frac{1,179 \text{ g cm}^{-3} \times 0,3600}{36,46 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$= 11,64 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$V_1(\text{otopina}) = \frac{c_2(\text{HCl}) \times V_2(\text{otopina})}{c_1(\text{HCl})}$$

$$= \frac{0,125 \text{ mol dm}^{-3} \times 250,0 \text{ mL}}{11,64 \text{ mol dm}^{-3}}$$

$$V_1(\text{otopina}) = 2,68 \text{ mL}$$

/2

/2

4

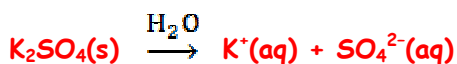
10. Izračunajte osmotski tlak otopine kalijeva sulfata koja je priređena razrjeđivanjem 3,00 mL otopine kalijeva sulfata množinske koncentracije 3,00 mol L⁻¹ do volumena od 3,00 L destiliranom vodom. Temperatura otopine je 20 °C ($R = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$).

Rješenje:

$$c_2(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{c_1(\text{K}_2\text{SO}_4) \times V_1(\text{otopina})}{V_2(\text{otopina})}$$

$$c_2(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{3,00 \text{ mol L}^{-1} \times 0,003 \text{ L}}{3,00 \text{ L}}$$

$$c_2(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,003 \text{ mol L}^{-1}$$



$$i = 3$$

$$\Pi = i \cdot c \cdot R \cdot T$$

$$\Pi = 3 \cdot 0,003 \text{ mol L}^{-1} \cdot 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K}$$

$$\Pi = 21,9 \text{ kPa}$$

/2

/2

4

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 5:

8

- 11.** Izračunajte molarnu masu kemijskog spoja ako je ledište otopine pripravljene otapanjem 4,75 g toga spoja u 150 g vode $-0,327\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nepoznata tvar u vodi ne disocira. Krioskopska konstanta vode, K_k , iznosi $1,86\text{ K mol}^{-1}\text{ kg}$.

Rješenje:

$$\begin{aligned}
 M(X) &= \frac{K_k \times m(X)}{\Delta T \times m(\text{H}_2\text{O})} \\
 &= \frac{1,86\text{ K mol}^{-1}\text{ kg} \times 4,75\text{ g}}{0,327\text{ K} \times 0,150\text{ kg}} \\
 &= \mathbf{180\text{ g mol}^{-1}}
 \end{aligned}$$

/1

/2

3

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

ukupno bodova

<input type="text"/>	50
----------------------	----

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 6:

3