

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ka) osnovnih i srednjih škola 2018.

Crikvenica, 22–25. travnja 2018.

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: **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: **pisana zadaća**

Razred:

Zaporka: (pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učenici(ka)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 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] | | | |

Temeljne prirodne konstante

| | | |
|---|----------------------|---|
| Brzina svjetlosti u vakuumu | c_0 | $2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ |
| Planckova konstanta | h | $6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$ |
| Elementarni naboj | e | $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ |
| Masa mirovanja elektrona | m_e | $9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$ |
| Masa mirovanja protona | m_p | $1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ |
| Masa mirovanja neutrona | m_n | $1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$ |
| Atomska masena konstanta, unificirana atomska jedinica mase, dalton | $m_u, u, \text{ Da}$ | $1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$ |
| Avogadrova konstanta | L, N_A | $6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ |
| Boltzmannova konstanta | k, k_B | $1,381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ |
| Molarna plinska konstanta | R | $8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ |
| Faradayeva konstanta | F | $9,649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ |
| Molarni volumen idealnog plina ($p = 101,325 \text{ kPa}, t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$) | V_m | $22,41 \text{ L mol}^{-1}$ |

| | ostv. | maks. |
|---|-------|-------|
| <p>1. Koliki je maseni udio neke monoprotne kiseline nastale miješanjem 100 g 65 %-tne kiseline i 150 g 56 %-tne kiseline.</p> <p>$m_3(K(aq)) = m_1(K(aq)) + m_2(K(aq)) = 100 \text{ g} + 150 \text{ g} = 250 \text{ g}$</p> <p>$m_3 \cdot w_3 = m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2$</p> <p>$w_3 = (m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2) / m_3$</p> <p>$w_3 = (100 \text{ g} \cdot 0,65 + 150 \text{ g} \cdot 0,56) / 250 \text{ g} = 0,596$</p> | /1 | |
| | /1 | |
| | /1 | |
| | | 3 |
| <p>2. Kakav utjecaj ima katalizator na reakciju prikazanu navedenom jednačbom kemijske reakcije koja je u stanju ravnoteže pri 25 °C?</p> <p>A) $2 A + 3 B + 2 C \rightleftharpoons 7 D$</p> <p>Napiši kako će na pomak ravnoteže utjecati upotreba katalizatora u ovoj reakciji.</p> <p>Katalizatori ne utječu na pomak kemijske ravnoteže samo ubrzavaju kemijsku reakciju.</p> <p>B) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$</p> <p>Napiši kako će na kemijsku ravnotežu u reakciji sinteze jodovodika prema navedenoj jednačbi kemijske reakcije utjecati smanjenje tlaka u reakcijskoj posudi?</p> <p>Promjena tlaka ne utječe na ovu reakciju.</p> | /1 | |
| | /1 | |
| | | 2 |
| <p>3. A) Kakav će biti osmotski tlak vodene otopine kuhinjske soli množinske koncentracije $c(NaCl) = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ s obzirom na vodenu otopinu disaharida saharoze $c(C_{12}H_{22}O_{11}) = 1 \text{ mol dm}^{-3}$?</p> <p>Osmotski tlak otopine kuhinjske soli bit će veći.</p> <p>B) Kakav će biti osmotski tlak vodene otopine bakrova(II) sulfata pentahidrata obzirom na vodenu otopinu bakrova(II) klorida dihidrata jednakih množinskih koncentracija?</p> <p>Osmotski tlak otopine sulfatne soli imat će manji osmotski tlak.</p> | /1 | |
| | /1 | |
| | | 2 |

4. Shematski prikaži Daniellov članak te navedi koji od elemenata je jači oksidans.



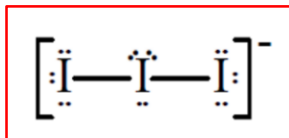
/1

Bakar je jači oksidans.

/1

2

5. Nacrtaj Lewisovu strukturnu formulu i odredi koliko elektronskih parova se nalazi oko centralnog atoma trijodidnog iona I_3^- ?



/1

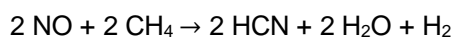
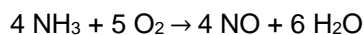
„2 vezna i 3 nevezna para (5 elektronskih parova)“.

/1

(priznaje se samo razlikovanje veznih i neveznih elektronskih parova)

2

6. Cijanovodik se industrijski može dobiti na način koji je opisan sljedećim jednažbama kemijskih reakcija. Izračunaj koliko se cijanovodika može dobiti iz 12,0 g amonijaka i 11,99 g metana:



$n(\text{NH}_3) = 0,704 \text{ mol}$ amonijak je mjerodavni reaktant

/1

$n(\text{CH}_4) = 0,747 \text{ mol}$

/1

$n(\text{NH}_3) = n(\text{NO})$

$n(\text{NO}) = n(\text{CH}_4) = n(\text{NH}_3) = 0,704 \text{ mol}$

$m(\text{HCN}) = n \cdot M = 0,704 \text{ mol} \cdot 27,02 \text{ g mol}^{-1} = 19,02 \text{ g}$

/1

3

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

7

7. Koja tvar među navedenim parovima ima niže talište?

BF_3 ili BI_3

S_8 ili Se_8

MgO ili Cu

Odgovor:

BF_3 , S_8 , Cu

/3x1

3

8. Kako se naziva:

A) proces dobivanja sode

Solvayjev postupak

/1

B) proces dobivanja aluminijeva oksida iz boksita

Bayerov postupak

/1

2

9. Koja je vrsta privlačnih sila koja se javlja između

A) kiselinskih ostataka nastalih otapanjem limunske kiseline u vodi i molekula vode.

Ion - dipol

/1

B) UO_2^{2+} i molekula kisika

Ion - inducirani dipol

/1

2

10. Oksidi (u čistom stanju) nekog prijelaznog metala mogu sadržavati različite udjele kisika. Objasni razlog toj činjenici.

Atomi prijelaznih elemenata dolaze u više oksidacijskih stanja.

/1

1

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

8

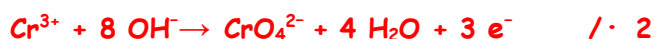
- 11.** Navedene su neke osobine odabranih kemijskih elemenata ili njihovih pojava u prirodi. Odgonetni o kojem se kemijskom elementu radi.

| | |
|---|-----------|
| Dobiva se elektrolizom iz boksita, koristi se u pirotehnici, treći je najzastupljeniji element u Zemljinoj kori | Al |
| Sastavni je element alauna ili stipse i potaše, u pirotehnici boji plamen ljubičasto | K |
| Ovaj element sačinjava 2/3 ljudskog tijela, manjak ili višak štetan je po zdravlje, a njegov alotrop je modrikast i reaktivan plin oštrog mirisa. | O |
| Dobar je za sprječavanje grčeva u mišićima, a koristi se i za katodnu zaštitu bakra i čelika. | Mg |
| Čest je u termalnim izvorima, a sastavni je element cinabarita | S |
| Crveni alotrop stabilniji mu je od bijelog, koji se čuva pod vodom. Koristi se za izradu zapaljivih bombi, a sastavni je dio hidroksiapatita. | P |
| Na Zemlji nastaje radioaktivnim raspadom, a čini otprilike 25 % mase vidljivog Svemira. Dobiva se ekstrakcijom iz zemnog plina, slabije se otapa u vodi od svih poznatih plinova. | He |
| Sastavni je element ultramarina i ortoklasa, a u elementarnom stanju je tamnosiv. U čistom stanju ima strukturu dijamanta. | Si |
| Pri njegovoj proizvodnji nastaju grotleni plinovi. Nalazi se u sastavu cementita. | Fe |
| Upotrebljava se u proizvodnji usporivača gorenja, izaziva smetnje probavnog sustava, tekućina je smeđe boje. | Br |

/10x
0,5

5

- 12.** Riješi jednadžbu tako da ispišeš sve parcijalne redoks reakcije te odgovori koje su apsolutne vrijednosti stehiometrijskih brojeva konačne reakcije:



/1



/1



/1



/1

4

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

9

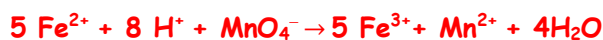
13. Neki spoj mangana sadrži još i dušik, ugljik i kisik. Odredi empirijsku formulu spoja, ako je 1,274 g spoja otopljeno u vodi i nadopunjeno do 250 mL. Ova otopina je bila podvrgnuta sljedećim analitičkim postupcima:

A) Za određivanje sadržaja mangana, sav je mangan preveden u permanganatni oblik, te se takav određivao titracijom s vodenom otopinom željezova(II) sulfata. Za titraciju 20,00 mL uzorka koji je sadržavao permanganatne ione utrošeno je 29,14 mL otopine željezova(II) sulfata koncentracije 0,1010 mol dm⁻³.

B) Sadržaj dušika određen je njegovim prevođenjem u amonijak za čije je određivanje korištena otopina klorovodične kiseline. Za drugi alikvotni uzorak od 25,00 mL u svrhu određivanja dušika utrošeno je ukupno 22,40 mL klorovodične kiseline koncentracije 0,1010 mol dm⁻³.

C) Uzorak za određivanje sadržaja ugljika prethodno je spaljen u struji kisika, te je mjereno volumen nastalog CO₂. Pri tlaku od 100,7 kPa, dobiveno je 100,0 mL CO₂ iz 0,7248 g uzorka manganovog spoja, pri 21 °C.

A)



$$n(\text{Mn}) = n(\text{MnO}_4^{-}) = (1/5) n(\text{Fe}^{2+}) = 0,2 \cdot 29,14 \text{ dm}^{-3} \times 10^{-4} \cdot 0,1010 \text{ mol dm}^{-3} = 5,886 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{u } 20 \text{ mL: } m(\text{Mn}) = 5,886 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot 54,94 = 0,0323 \text{ g}$$

$$\text{u } 250 \text{ mL: } m(\text{Mn}) = 12,5 \cdot 0,0323 \text{ g} = 0,404 \text{ g}$$

$$w(\text{Mn}) = 0,404 / 1,274 = 0,3173 = 31,73 \%$$

/1

B)



$$\text{u } 25,00 \text{ mL: } n(\text{N}) = n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl}) = 22,40 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot 0,1010 \text{ mol dm}^{-3} = 2,262 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{N}) = 10 \cdot 2,262 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot 14,01 \text{ g mol}^{-1} = 0,3170 \text{ g}$$

$$w(\text{N}) = 0,3170 / 1,274 = 0,249 = 24,9 \%$$

/1

C)

$$n(\text{CO}_2) = p V / R T = (100,7 \text{ kPa} \cdot 0,1 \text{ L}) / (8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 294,2 \text{ K}) = 4,12 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{C}) = 4,12 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot 12,01 \text{ g mol}^{-1} = 0,0494 \text{ g}$$

$$w(\text{C}) = 0,0494 \text{ g} / 0,7248 \text{ g} = 0,0682 = 6,82 \%$$

$$w(\text{O}) = 1 - (0,3179 + 0,249 + 0,0682) = 0,3649 = 36,49 \%$$

/1

$$n(\text{Mn}) : n(\text{N}) : n(\text{C}) : n(\text{O}) = (31,73/54,94) : (24,9/14,01) : (6,82/12,01) :$$

$$(36,49/16,00) = 0,5775 : 1,778 : 0,568 : 2,281 / :0,568 = 1 : 3 : 1 : 4$$

$$\text{empirijska formula: } \text{MnN}_3\text{CO}_4$$

/1

5

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

5

- 14.** U nekoj posudi se nalazi vodik. Ako je utvrđeno da je relativna atomska masa vodika 1,0079, izračunaj brojne udio protija (lakog vodika) i deuterija (teškog vodika) koji se nalaze u toj posudi. $A_r(^1\text{H}) = 1,0078$, $A_r(^2\text{H}) = 2,0136$. Tricij je radioaktivan i u računu ga zanemari.

$$A_r(\text{H}) = x_1 \cdot A_r(^1\text{H}) + x_2 \cdot A_r(^2\text{H})$$

$$1,0079 = x_1 \cdot 1,0078 + x_2 \cdot 2,0136$$

$$x_1 + x_2 = 1$$

$$x_1 = 1 - x_2$$

$$1,0079 = (1 - x_2) \cdot 1,0078 + x_2 \cdot 2,0136$$

$$0,0001 = 1,0058 \cdot x_2$$

$$x_2 = 0,0001$$

$$x_1 = 0,9999$$

/1

/1

/1

/1

4

1. stranica

2. stranica

3. stranica

+

+

4. stranica

5. stranica

6. stranica

Ukupni bodovi

=

| | |
|--|----|
| | 40 |
|--|----|

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

4