

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ka) osnovnih i srednjih škola 2016.

Đurđevac, 18–21. travnja 2016.

NAPOMENA:

1. Zadatci se rješavaju 120 minuta.
2. Dopušteno je koristiti samo onu tablicu periodnog sustava elemenata koja je dobivena od državnog 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 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: _____

Godina 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: _____

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.

1. Nadopuni prazna mjesta u tablici.

Naziv	Kemijska formula
kriolit	Na_3AlF_6
cementit	Fe_3C
islandski dvolomac	CaCO_3
zelena galica	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
natrijev ditiosulfatoargentat(I)	$\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$
galenit	PbS
sfalerit	ZnS
hidrargilit	$\text{Al}(\text{OH})_3$

/8x
0,5

4

2. Silikati su soli ortosilicijske kiseline. Napiši kemijsku formulu ortosilicijske kiseline. Napiši jednadžbu kemijske reakcije silicijeva(IV) oksida i fluorovodične kiseline, te navedi agregacijska stanja svih sudionika reakcije.



/1



/1

2

3. Izračunaj volumene otopina kalijeve lužine koje treba pomiješati za pripremu 3 dm³ otopine kalijeve lužine koncentracije 0,8 mol dm⁻³, iz otopina kalijeve lužine koncentracije 2,0 mol dm⁻³ i 0,5 mol dm⁻³.

$$n_1 + n_2 = n_3$$

/1

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_3 \cdot V_3 \quad V_1 + V_2 = V_3 = 3 \text{ L} \quad V_2 = V_3 - V_1$$

$$\text{pa uvrštavanjem slijedi da je: } c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot (V_3 - V_1) = c_3 \cdot V_3$$

$$2,0 \text{ mol dm}^{-3} \cdot V_1 + 0,5 \text{ mol dm}^{-3} \cdot (3,0 \text{ dm}^3 - V_1) = 0,8 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 3,0 \text{ dm}^3$$

/1

$$(2,0 \cdot V_1 - 0,5 \cdot V_1) \cdot \text{mol dm}^{-3} = (0,8 \cdot 3,0 - 0,5 \cdot 3,0) \text{ mol}$$

$$1,5 \cdot V_1 \cdot \text{mol dm}^{-3} = (2,4 - 1,5) \text{ mol}$$

$$V_1(\text{KOH}) = 0,9 \text{ mol} / 1,5 \text{ mol dm}^{-3} = 0,6 \text{ dm}^3$$

$$V_2(\text{KOH}) = V_3 - V_1 = 3,0 \text{ dm}^3 - 0,6 \text{ dm}^3 = 2,4 \text{ dm}^3$$

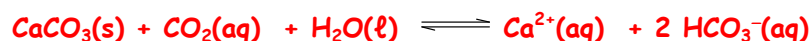
/1

3

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

9

4. Otapanjem kalcijeva karbonata u vodi koja je zasićena ugljikovim(IV) oksidom nastaje zasićena vodena otopina iz koje tijekom dugog niza godina nastaju u spiljama stalaktiti i stalagmiti. Napiši jednadžbu kemijske reakcije uz oznake agregacijskih stanja, kalcijeva karbonata s vodom u kojoj ima otopljenog ugljikova(IV) oksida.



/1+1

2

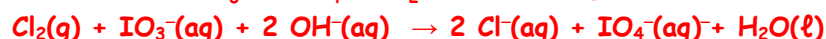
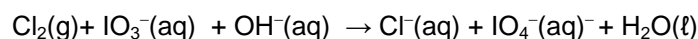
5. Fluor je jako oksidacijsko sredstvo. Napiši jednadžbu kemijske reakcije fluora i vode, te navedi agregacijska stanja svih sudionika u reakciji.



/1+1

2

6. Izjednači jednadžbu reakcije ion-elektron metodom.



/1

/1

/1

3

7. Ako entalpija isparavanja tvari B pri temperaturi vrenja iznosi $\Delta_{\text{vap}}H(\text{B}) = 44,0 \text{ kJ/mol}$, izračunaj promjenu entropije tijekom isparavanja 1,0 grama te tvari. Temperatura vrenja tvari B iznosi 373 K, a relativna molekulska masa iznosi 18,02.

$$\Delta S = \Delta H / T_v = n \cdot \Delta_{\text{vap}}H / T_v = (m \cdot \Delta_{\text{vap}}H) / (M \cdot T_v)$$

/1

$$\Delta S = (1 \text{ g} \cdot 44 \text{ 000 J mol}^{-1}) / (18,02 \text{ g mol}^{-1} \cdot 373 \text{ K}) = 6,6 \text{ J / K}$$

/1

2

8. Koliko sekundi će trajati elektroliza 1,0 cm³ vodene otopine koja sadrži 1,0 mol dm⁻³ srebrnih iona, uz struju jakosti 10 A, ako je iskorištenje struje 96,5 %?

$$t = \frac{m \cdot z \cdot F}{I \cdot M \cdot \eta} = \frac{n \cdot z \cdot F}{I \cdot \eta} = \frac{c \cdot V \cdot z \cdot F}{I \cdot \eta}$$

ispravna formula

/1

$$= 1 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,001 \text{ dm}^3 \cdot 1 \cdot 96 \text{ 500 A s mol}^{-1} / 10 \text{ A} \cdot 0,965 = 10 \text{ s}$$

/1

2

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

11

9. $C_8H_7O_2COOH$ (aspirin, $M_r = 180,16$) ima konstantu disocijacije $K_a = 3,20 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$. Ako je u čaši od $0,20 \text{ dm}^3$ otopljeno 600 mg aspirina izračunaj pH vrijednost otopine.



/1

$$K_a = [\alpha(C_8H_7O_2COO^-) \cdot \alpha(H_3O^+)] / \alpha(C_8H_7O_2COOH)$$

/1

$$c_0(C_8H_7O_2COOH) = 0,0167 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_0 = \frac{m_0}{MV} = \frac{0,6 \text{ g}}{180,2 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,2 \text{ L}} = 0,0167 \text{ mol/L}$$

/1

$$K_a = \frac{[H^+] \cdot [A^-]}{[HA]} = \frac{[H^+]^2}{c_0 - [H^+]}$$

$$[H^+]^2 + K_a[H^+] - K_a c_0 = 0$$

$$[H^+] = (K_a / 2) + \sqrt{(K_a / 2)^2 + K_a c_0}$$

$$\frac{[H^+]}{\text{mol/L}} = 1,6 \times 10^{-4} + \sqrt{(1,6 \times 10^{-4})^2 + 3,2 \times 10^{-4} \cdot 0,0167} = 2,47 \times 10^{-3}$$

pH = 2,61

Približan račun za $c_0 \gg [H^+]$ i $c_0 - [H^+] \approx c_0$ daje

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot c_0} = \sqrt{3,2 \times 10^{-4} \cdot 0,0167} \text{ mol/L} = 2,31 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

pH = 2,64

$$3,2 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} = (x^2 \cdot \text{mol}^2 \text{ dm}^{-6}) / (0,0167 - x) \text{ mol dm}^{-3}$$

/1

Zbog slabe disocijacije pojednostavi se na:

$$3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} = (x^2 \cdot \text{mol}^2 \text{ dm}^{-6}) / (0,0167) \text{ mol dm}^{-3}$$

$$x^2 = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,0167 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$x = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} = \alpha(H^+)$$

/1

$$\text{pH} = 2,64$$

/1

6

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

6

10. U reakcijskoj posudi 1,50 gram kisika reagira s 1,00 gramom litija. Odredi i izračunaj:

- koji je mjerodavni reaktant.
- masu litijevog oksida koji nastane reakcijom.
- broj jedinki elementa u suvišku.



/1

a) Mjerodavni reaktant R je onaj za koji kvocijent $\frac{n_{R,0}}{|v_R|}$ ima minimalnu vrijednost

$$\frac{n_0(\text{Li})}{|v_{\text{Li}}|} = \frac{m_0(\text{Li})}{|v_{\text{Li}}| \cdot M(\text{Li})} = \frac{1 \text{ g}}{4 \cdot 6,94 \text{ g mol}^{-1}} = 0,036 \text{ mol}$$

/1

$$\frac{n_0(\text{O}_2)}{|v_{\text{O}_2}|} = \frac{m_0(\text{O}_2)}{|v_{\text{O}_2}| \cdot M(\text{O}_2)} = \frac{1,5 \text{ g}}{1 \cdot 32 \text{ g mol}^{-1}} = 0,047 \text{ mol}$$

/1

Litij je prema tome mjerodavni reaktant.

/1

b) Kisika se potrošilo

$$\Delta n(\text{O}_2) = -0,036 \text{ mol} \text{ a litijeva oksida je nastalo onda}$$

$$\Delta n(\text{Li}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,036 \text{ mol} = 0,072 \text{ mol}$$

Odgovarajuće mase su

$$\Delta m(\text{O}_2) = M(\text{O}_2) \cdot \Delta n(\text{O}_2) = 32 \text{ g mol}^{-1} \cdot (-0,036 \text{ mol}) = -1,15 \text{ g}$$

$$\Delta m(\text{Li}_2\text{O}) = M \cdot \Delta n(\text{Li}_2\text{O}) = 29,88 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,072 \text{ mol} = 2,151 \text{ g}$$

/1

$$c) n(\text{O}_2)_{\text{neizreagiranog}} = 0,047 - 0,036 = 0,011 \text{ mol}$$

$$N(\text{O}_2) = 0,011 \text{ mol} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 6,62 \cdot 10^{21}$$

/1

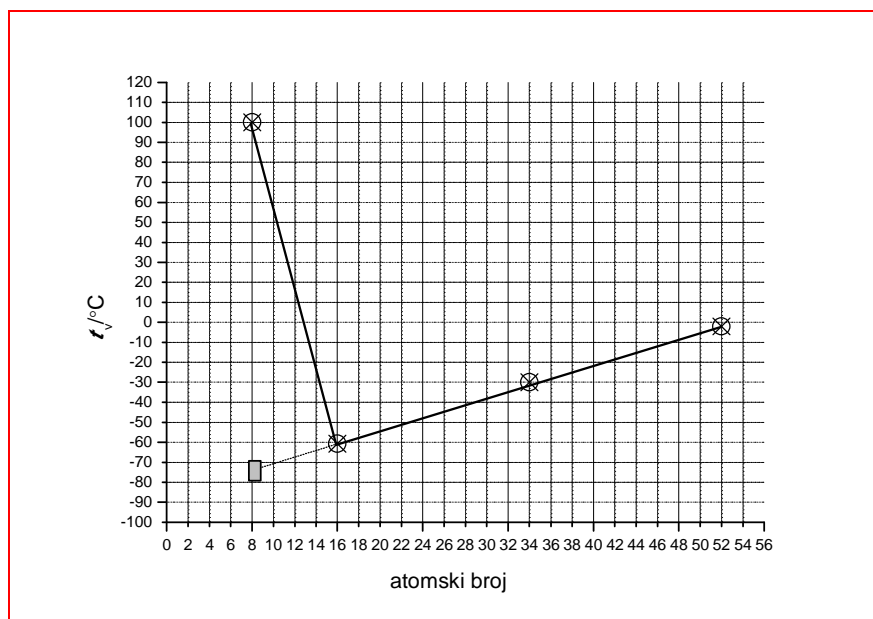
6

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

6

- 11.** Prema podacima u tablici skiciraj ovisnost vrelišta o atomskom broju središnjeg atoma pojedine vrste molekula. Pomoću nacrtane ovisnosti procijeni vrelište vode kada ne bi bile prisutne veze koje inače vladaju među molekulama vode. Koje su dominantne međumolekulske interakcije između molekula sumporovodika?

molekule	$t_v / ^\circ\text{C}$
H ₂ O	100
H ₂ S	-60,7
H ₂ Se	-30
H ₂ Te	-2



očitavanje: -75 °C

Tolerira se odstupanje $\pm 2 ^\circ\text{C}$

dipol-dipol interakcije (priznaje se i rješenje van der Waalove sile)

/2

/1

/1

4

- 12.** Shematski prikaži Daniellov članak te napiši reakciju koja se događa na negativnoj elektrodi.



/1

/1

2

- 13.** U volumetrijskoj analizi za određivanje klorida metodom po Mohru koristi se otopina srebrovog nitrata pri čemu nastaje bijeli talog srebrovog klorida. Za određivanje završetka titracije dodaje se nekoliko kapi otopine kalijevog kromata. Reakcijom srebrovih iona s kromatnim ionima nastane obojeni talog. Objasni zašto je moguće koristiti kalijev kromat kao indikator za određivanje završne točke titracije, ako dodani srebrovi ioni mogu reagirati i s kloridnim i s kromatnim ionima.

$$K_{\text{pt}}(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}, K_{\text{pt}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 9,0 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}$$

To je moguće jer je Ag_2CrO_4 topljiviji od AgCl .

Priznaje se i odgovor:

Tek nakon točke ekvivalencije nastaje Ag_2CrO_4 i/ili dok ne izreagiraju svi kloridni ioni.

Za odgovor jer je K_{pt} veći ili manji 1 bod.

/2

2

1. stranica

2. stranica

3. stranica

+

+

+

4. stranica

5. stranica

6. stranica

Ukupni bodovi

+

+

=

40

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

2