

Ovaj dio PRIJAVE treba spojiti s pisanom zadaćom svakog učenika nakon bodovanja. Podatci su važni za kompiutorsku obradu podataka o učeniku koji će biti pozvani na državno natjecanje.

# 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 lanthanoidi	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

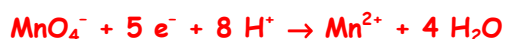
Brzina svjetlosti u vakuumu	$c_0$	$2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Planckova konstanta	$h$	$6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Elementarni naboj	$e$	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masa mirovanja elektrona	$m_e$	$9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Masa mirovanja protona	$m_p$	$1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
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. U odmjernoj tikvici od 1 L pripremljena je lužnata otopina otapanjem 46,32 g čistog kalijevog hidroksida i 27,64 g čistog natrijevog hidroksida u vodi. Koliko je mililitara otopine sumporne kiseline, koncentracije 1,0220 mol/L potrebno za neutralizaciju 50,0 mL lužnate otopine?</p> <p>KOH <math>M_r = 56</math> <math>m = 46,32 \text{ g}</math> <math>n_{\text{KOH}} = 0,8271 \text{ mol}</math>  NaOH <math>M_r = 40</math> <math>m = 27,64 \text{ g}</math> <math>n_{\text{NaOH}} = 0,6910 \text{ mol}</math></p> <p><math>n_L = n_{\text{OH}^-} = n_{\text{KOH}} + n_{\text{NaOH}} = 1,5181 \text{ mol}</math> <math>V_1 = 1 \text{ L}</math> <math>c_L = 1,5181 \text{ mol / L}</math>  <math>n_{\text{H}^+} = 2 n_K = 2 c_K V_K</math></p> <p>Prema jednadžbi <math>\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}</math> slijedi <math>n_{\text{OH}^-} = n_{\text{H}^+}</math>  Pri titraciji <math>c_L V_L = 2 c_K V_K \Rightarrow V_K = \frac{c_L}{2 c_K} \cdot V_L = \frac{1,5181}{2 \cdot 1,022} \cdot 50 \text{ mL} = 37,1 \text{ mL}</math></p> <p>(Ako je zadatak riješen na drugi način, a rješenja su točna, priznaje se 4 boda.)</p>	<p>/1</p> <p>/1</p> <p>/2</p> <p>4</p>	
<p>2. Tri elektrolizera bila su spojena serijski. Na katodi prvog razvio se vodik, pri čemu su se na druge dvije katode izlučila dva metala. Masa izlučenog dvovalentnog metala je 0,2542 g, a njegova množina 0,004 mola. Masa izlučenog trovalentnog metala je 525,6 mg. Odredite:</p> <p>a) naboj koji je prošao strujnim krugom,  b) molarnu masu trovalentnog metala. Koji je to metal?  c) volumen vodika u L koji se razvio u prvom elektrolizeru pri tlaku 900 mbar i temperaturi 18 °C.</p> <p>a) dvovalentni metal: <math>m_2 = 0,2542 \text{ g}</math> <math>n_2 = 0,004 \text{ mol}</math> <math>M_2 = 63,55 \text{ g mol}^{-1}</math> Cu  <math>n_e = 0,008 \text{ mol}</math>  <math>Q = n_e F = 0,008 \text{ mol} \cdot 96\,500 \text{ C mol}^{-1} = 772 \text{ C}</math></p> <p>b) trovalentni metal: <math>m_3 = 525,6 \text{ mg}</math> <math>(M/z)_3 = m_3 / n_e = 525,6 \text{ mg} / 8 \text{ mmol} = 65,7 \text{ g mol}^{-1}</math>  <math>M_3 = 197,1 \text{ g / mol}</math> <math>M_3 = \text{Au}</math></p> <p>c) vodik (<math>2 e^-</math> za <math>\text{H}_2</math>): <math>n_1 = 0,004 \text{ mol}</math></p> <p><math>V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,004 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 291 \text{ K}}{90 \text{ kPa}} = 0,107 \text{ L}</math></p> <p>(Ako je zadatak riješen na drugi način, a rješenja su točna, priznaje se 5 bodova.)</p>	<p>/1</p> <p>/1</p> <p>/1</p> <p>/1</p> <p>/1</p> <p>5</p>	

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

9

3. Za manganometrijsko određivanje sadržaja željeza u nekoj leguri odvagano je 0,5500 g uzorka. Uzorak je otopljen u sumpornoj kiselini i željezo je određeno titracijom s otopinom kalijevog permanganata koncentracije 0,0202 mol/L. Koliki je maseni udio željeza u leguri, ako je za titraciju potrošeno 23,90 mL otopine kalijevog permanganata?



Iz toga slijedi  $\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{MnO}_4^-)} = \frac{5}{1}$

$$n(\text{Fe}) = 5 \cdot n(\text{KMnO}_4) = 5 \cdot c \cdot V = 5 \cdot 0,0202 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 23,90 \text{ mL} = 2,414 \text{ mmol}$$

$$w_{\text{Fe}} = \frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{leg}}} = \frac{n_{\text{Fe}} \cdot M_{\text{Fe}}}{m_{\text{leg}}} = \frac{2,414 \cdot 55,85}{550} = 0,245 = 24,5 \%$$

(Ako je zadatak riješen na drugi način, a rješenja su točna, priznaje se 6 bodova.)

6

4. Jezerska voda onečišćena je dvovalentnim ionima bakra,  $\text{Cu}^{2+}$ . Analizom vode utvrđeno je da u litri vode ima  $2 \cdot 10^{-5}$  mola iona dvovalentnog bakra. Voda s masenom koncentracijom bakra iznad 0,1 mg/L izaziva pomor riba. Hoće li ta količina iona bakra izazvati pomor riba u tom onečišćenom jezeru?

$$\alpha(\text{Cu}^{2+}) = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\gamma_{\text{letalna}}(\text{Cu}^{2+}) = 0,1 \text{ mg/L}$$

$$\gamma(\text{Cu}^{2+}) = \alpha(\text{Cu}^{2+}) \cdot M(\text{Cu}^{2+})$$

$$\gamma(\text{Cu}^{2+}) = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \cdot 63,55 \text{ g/mol}$$

$$\gamma(\text{Cu}^{2+}) = 1,271 \cdot 10^{-3} \text{ g/L}$$

$$\gamma(\text{Cu}^{2+}) = 1,271 \text{ mg/L}$$

Onečišćena voda će izazvati pomor riba.

(Ako je zadatak riješen na drugi način, a rješenja su točna, priznaje se 6 bodova.)

2

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

8

5. Smatrate li da je tvrdnja točna, zaokružite slovo T, ako je tvrdnja netočna, zaokružite slovo N.

- |  |                                    |                                    |     |
|--|------------------------------------|------------------------------------|-----|
| 1) Najveću prvu energiju ionizacije od alkalijskih metala ima cezij. ....  | T                                  | <input checked="" type="radio"/> N |     |
| 2) Elektronegativnosti alkalijskih metala manje su od elektronegativnosti vodika. ....   | <input checked="" type="radio"/> T | N                                  |     |
| 3) Aluminijski oksid ne otapa se u kriolitu. ....  | T                                  | <input checked="" type="radio"/> N |     |
| 4) Standardni redukcijski potencijal željeza za reakciju $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$ manji je od standardnog redukcijskog potencijala bakra za reakciju $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ . .... | <input checked="" type="radio"/> T | N                                  | /6x |
| 5) Otopina modre galice djeluje kiselo. ....   | <input checked="" type="radio"/> T | N                                  | 0,5 |
| 6) Alauni ili stipse su dvosoli koje kristaliziraju kao dekahidrati. ....  | T                                  | <input checked="" type="radio"/> N |     |

3

6. Dopunite sljedeće rečenice:

- Sir Humphry Davy (1778. – 1829.) prvi je 1806.god. izolirao natrij procesom \_\_\_\_\_ **elektrolize** \_\_\_\_\_ rastaljenog natrijeva hidroksida.
- Spaljivanje litija i magnezija na zraku dovodi do stvaranja spojeva formule  **$\text{Li}_2\text{O}$  i  $\text{MgO}$**  \_\_\_\_\_, za razliku od natrija koji pri jednakim uvjetima daje spoj formule  **$\text{Na}_2\text{O}_2$**  \_\_\_\_\_.
- U formuli minerala berila  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ , x iznosi **18** \_\_\_\_\_.
- Aluminij reducira željezov(III) oksid uz oslobađanje mnogo topline. Postupak je poznat pod nazivom **aluminotermijska ili termitna reakcija** \_\_\_\_\_.
- Hrđa je po kemijskom sastavu spoj formule  **$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$**  \_\_\_\_\_.
- Legura bakra s kositrom naziva se **bronca** \_\_\_\_\_.
- U Bayerovu procesu obje elektrode načinjene su od ugljika, ali samo **anoda ili pozitivna elektroda** \_\_\_\_\_ kemijski reagira s nastalim kisikom.
- U spoju formule  $\text{H}_5\text{IO}_6$ , oksidacijski broj joda je **VII, +VII ili +7** \_\_\_\_\_.

/10x  
0,5

5

7. Prikažite jednadžbe kemijskih reakcija dobivanja klorovog vapna,  $\text{CaCl}(\text{OCl})$ , ako su polazne sirovine kalcijev karbonat, kuhinjska sol i voda.

**Elektroliza vodene otopine natrijevog klorida:**



/1

**Termički raspad kalcijevog karbonata:**

$\Delta$



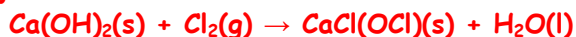
/1

**Gašenje živog vapna:**



/1

**Uvođenje klora:**



/1

(Za točno napisanu jednadžbu reakcije priznaje se 1 bod.  
Nije nužno pisati agregacijska stanja tvari.)

4

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

12

8. Gustoća para aluminijeva klorida mjerena je pri 200 °C i pri atmosferskom tlaku od 1 bar te iznosi 6,7 g/L.

- a) Izračunajte molarnu masu bezvodnog aluminijeva klorida pri zadanim uvjetima.  
b) Iz navedenih podataka odredite molekulsku formulu aluminijeva klorida pri zadanoj temperaturi.

$$t = 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\rho = 6,7 \text{ g/L}$$

$$p = 100 \text{ 000 Pa}$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$\rho = \frac{m \cdot R \cdot T}{V \cdot M}$$

$$M = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{p}$$

$$M = \frac{6,7 \cdot 10^3 \text{ g m}^{-3} \cdot 8,314 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 473 \text{ K}}{10^5 \text{ Pa}} = 264 \text{ g/mol}$$

$$\frac{M(\text{aluminijev klorid})}{M(\text{AlCl}_3)} = \frac{264}{133,33} = 1,98 \approx 2$$

Molekulska formula plina je  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$

/1

/1

/1

/1

4

9. Pri nastajanju litijeva fluorida energijske promjene za pojedine stupnjeve reakcije su:

$$\Delta_f H(\text{LiF}, \text{s}) = -612 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_{\text{subl}} H(\text{Li}, \text{s}) = 155 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_{\text{dis}} H(\text{F}_2, \text{g}) = 159 \text{ kJ/mol}$$

$$L E_i(\text{Li}, \text{g}) = 520 \text{ kJ/mol}$$

$$L E_{\text{ea}}(\text{F}, \text{g}) = 333 \text{ kJ/mol}$$

Energija kristalne rešetke LiF,  $\Delta_x H$ , je:

A) 994,5 kJ/mol

B) 1033,5 kJ/mol

C) 1660,5 kJ/mol

D) 1700,5 kJ/mol

Odaberite točan odgovor: **B**

$$\Delta_x H(\text{LiF}) = -\Delta_f H(\text{LiF}) + \Delta_{\text{subl}} H(\text{Li}) + L E_i(\text{Li}) + 0,5 \Delta_{\text{dis}} H(\text{F}_2) - L E_{\text{ea}}(\text{F})$$

$$= (612 + 155 + 520 + 79,5 - 333) \text{ kJ/mol} = 1033,5 \text{ kJ/mol}$$

/1

/1

2

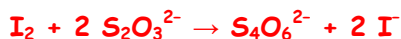
UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

6

- 10.** Klor djeluje baktericidno, pa se upotrebljava za sterilizaciju pitke i bazenske vode. Za određivanje masenog udjela klora u vodi u nekom bazenu uzeto je 45 mL uzorka vode gustoće 1,02 g/mL. Uzorku je dodana otopina kalijeva jodida u suvišku. Za izlučeni jod utrošilo se 2,6 mL otopine natrijeva tiosulfata,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , koncentracije 0,075 mol/L.

a) Napišite jednažbe spomenutih reakcija.

b) Izračunajte maseni udio klora u bazenskoj vodi i iskažite ga postocima.



/1

b)  $V(\text{uzorak vode}) = 45 \text{ mL}$

$\rho(\text{uzorak vode}) = 1,02 \text{ g/mL}$

$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 2,6 \text{ mL}$

$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,075 \text{ mol/L}$

$m(\text{Cl}_2) = ?$

$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$

$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,075 \text{ mol/L} \cdot 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ L}$

$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 1,95 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

/1

$\frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = \frac{1}{2} \quad n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \frac{1,95 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{2} = 9,75 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

$n(\text{Cl}_2) = 9,75 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

/1

$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{uzorak vode}) \cdot V(\text{uzorak vode}) = 1,02 \text{ g/mL} \cdot 45 \text{ mL} = 45,9 \text{ g}$

/1

$m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 9,75 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 70,9 \text{ g/mol} = 6,91 \cdot 10^{-3} \text{ g}$

/1

$m(\text{otopina}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Cl}_2) = 45,9 \text{ g} + 6,91 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 45,90692 \text{ g}$

$w(\text{Cl}_2) = \frac{m(\text{Cl}_2)}{m(\text{otopina})} = \frac{0,00691 \text{ g}}{45,90692 \text{ g}} = 1,5 \cdot 10^{-4} = 1,5 \cdot 10^{-2} \% = 0,015 \%$

/2

(Ako je zadatak riješen na drugi način, a rješenja su točna, priznaje se 7 bodova.)

7

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

7



**11.** Reakcijom kalcijeva hidrida i vode razvija se vodik.

a) Reakciju prikažite jednažbom.

b) Izračunajte volumen vodika u litrama koji se razvije pri temperaturi od 30 °C i tlaku od 1,1 bar. Masa utrošenog kalcijeva hidrida je 10 g.



/1

b)  $t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$

$p = 1,1 \text{ bar}$

$m(\text{CaH}_2) = 10 \text{ g}$

$V(\text{H}_2) = ?$

$$\frac{n(\text{CaH}_2)}{n(\text{H}_2)} = \frac{1}{2}$$

$$n(\text{H}_2) = 2 \cdot n(\text{CaH}_2)$$

$$n(\text{H}_2) = 2 \cdot \frac{m(\text{CaH}_2)}{M(\text{CaH}_2)}$$

/1

$$n(\text{H}_2) = 2 \cdot \frac{10 \text{ g}}{42,096 \text{ g/mol}}$$

$$n(\text{H}_2) = 0,475 \text{ mol}$$

/1

$$p \cdot V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot R \cdot T$$

$$V(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2) \cdot R \cdot T}{p}$$

/1

$$V(\text{H}_2) = \frac{0,475 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}} \cdot 303,15 \text{ K}}{110000 \text{ Pa}}$$

$$V(\text{H}_2) = 0,01088 \text{ m}^3 = 10,9 \text{ L}$$

/1

(Ako je zadatak riješen na drugi način, a rješenja su točna, priznaje se 5 bodova.)

5

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

5

**12.** Klorasta kiselina,  $\text{HClO}_2$ , je izuzetno nestabilna. Dobiva se uvođenjem klorova(IV) oksida,  $\text{ClO}_2$ , u vodu. Drugi produkt reakcije je klorna kiselina. Standardni redukcijski potencijal za reakciju:  $\text{HClO}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{HClO} + \text{H}_2\text{O}$  je 1,65 V.

- Jednadžbom prikažite reakciju dobivanja kloraste kiseline.
- U koju vrstu redoks-reakcija ubrajamo reakciju dobivanja kloraste kiseline?
- Je li klorasta kiselina jako ili slabo oksidacijsko sredstvo?

a)  $2 \text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO}_2 + \text{HClO}_3$

/1

b) To je reakcija disproporcioniranja.

/1

c) Jako pozitivna vrijednost standardnog redukcijskog potencijala pokazuje da je ova kiselina jako oksidacijsko sredstvo.

/1

3

1. stranica

2. stranica

3. stranica

+  +  +

4. stranica

5. stranica

6. stranica

7. stranica

**Ukupni bodovi**

+  +  +  =   50

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

3