

**OLIMPIADA DE CHIMIE**  
**etapa județeană/municipiului București**  
**4 februarie 2023**  
**Clasa a IX-a**  
**BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE**

**Orice metodă de rezolvare corectă a cerințelor va fi punctată corespunzător.**

**Subiectul I** **(25 de puncte)**

**A.** ..... **10 puncte**

- a) Identificarea elementului: perioada a 6-a,  $5d^{10}$ , comportament similar metalelor alcaline => elementul este Tl (Taliu) =>  $A=204,4$

$${}_{81}^{A_1}Tl \%a \quad {}_{81}^{A_2}Tl \%b \Rightarrow A_1 + 2 = A_2; \quad a + b = 100; \quad \frac{b}{a} = 2,387 \Rightarrow a = 29,524\% \quad b = 70,476\%$$

$$0,29524A_1 + 0,70476A_2 = 204,4$$

$$A_1 = 203, \quad A_2 = 205 \dots \dots \dots 2 \times 2 p = 4 \text{ puncte}$$

$${}_{81}^{203}Tl \quad {}_{81}^{205}Tl \dots \dots \dots 2 \times 1 p = 2 \text{ puncte}$$

- b)  ${}_{81}^{203}Tl$  81 protoni, 122 neutroni  ${}_{81}^{205}Tl$  81 protoni, 124 neutroni.....  $4 \times 0,5p = 2 \text{ puncte}$

- c)  $Tl \rightarrow Tl^+$ ;  $[Xe] 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^1 \rightarrow [Xe] 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^0 + 1e^-$ ; cedează electron din substrat exterior (energie de ionizare mai mică) => stare de oxidare mai stabilă;..... **1 punct**

- $Tl \rightarrow Tl^{3+}$ ;  $[Xe] 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^1 \rightarrow [Xe] 4f^{14} 5d^{10} 6s^0 6p^0 + 3e^-$ ; cedează electroni din substrat exterior și din substrat ecranat/interior (energie de ionizare mai mare) => stare de oxidare mai puțin stabilă;..... **1 punct**

**B.** ..... **10 puncte**

a)

Locul în celula elementară	Număr de ioni	
	$Mg^{2+}$	$O^{2-}$
Centru cub (1)	1	0
Fete cub (6)	0	$6 \cdot 1/2 = 3$
Muchii cub (12)	$12 \cdot 1/4 = 3$	0
Vârfuri (8)	0	$8 \cdot 1/8 = 1$
Total	4	4

4 ioni  $Mg^{2+}$  și 4 ioni  $O^{2-}$  .....  $2 \times 2 p = 4 \text{ puncte}$

a)  $r_{Na^+} > r_{Mg^{2+}} \Rightarrow \frac{r_{Na^+}}{r_{Mg^{2+}}} = 1,4166 \Rightarrow r_{Mg^{2+}} = 72 \text{ pm}; \quad r_{Cl^-} > r_{O^{2-}} \Rightarrow \frac{r_{O^{2-}}}{r_{Cl^-}} = 0,7735$

$$\frac{r_{Mg^{2+}}}{r_{O^{2-}}} = 0,5143 \Rightarrow r_{O^{2-}} = 140 \text{ pm} \dots \dots \dots 2 \text{ puncte}$$

$$l - \text{lungimea muchiei, } l = 2(r_{Mg^{2+}}) + 2(r_{O^{2-}}) = 424 \text{ pm};$$

$$l^3 = V_{\text{celulă}} \Rightarrow V_{\text{celulă}} = 76,225024 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3 \dots \dots \dots 2 \text{ puncte}$$

$$1 \text{ kmol MgO} \xrightarrow{40 \text{ kg MgO}} 6,022 \cdot 10^{26} \text{ perechi } Mg^{2+} O^{2-}$$

$$\xrightarrow{40/6,022 \cdot 10^{26}} 1 \text{ pereche } Mg^{2+} O^{2-}$$

$$m_{\text{celulă}} = 4 \cdot 40/6,022 \cdot 10^{26} \text{ kg} \Rightarrow \dots \dots \dots 1 \text{ punct}$$

$$\rho = m/V \Rightarrow \rho = 3,48 \text{ t/m}^3 \text{ sau (kg/dm}^3) \text{ sau (g/cm}^3) \dots \dots \dots 1 \text{ punct}$$

**C.** ..... **5 puncte**

Numerele de oxidare ale elementelor: (a) +3; (b) +1; (c) +8; (d) +2; (e) +3 .....  $5 \times 1 p = 5 \text{ puncte}$

**Subiectul al II-lea** **(25 de puncte)**

**A.** ..... **15 puncte**

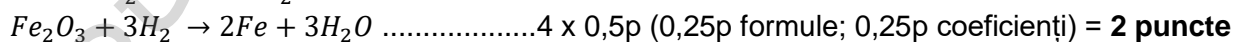
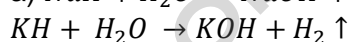
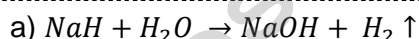
- a) determinarea substanțelor: **c** =  $FeCl_3$ , **e** =  $FeCl_2$ , **i** =  $HNO_3$ , **m** =  $KCN$  .....  $4 \times 1 p = 4 \text{ puncte}$

Ministerul Educației  
Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație

b)..... 11 ecuații x 1 punct (0,5p formule; 0,5p coeficienți) = **11 puncte**

1.  $2Fe + 3Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$
2.  $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2 \uparrow$
3.  $2FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$
4.  $Fe + 4HNO_3 \xrightarrow{t^\circ C} Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$
5.  $3FeCl_2 + 4HNO_3 \xrightarrow{t^\circ C} Fe(NO_3)_3 + 2FeCl_3 + NO + 2H_2O$
6.  $FeCl_2 + 2KCN \rightarrow Fe(CN)_2 + 2KCl$
7.  $Fe(CN)_2 + 4KCN \rightarrow K_4[Fe(CN)_6]$
8.  $2K_4[Fe(CN)_6] + Cl_2 \rightarrow 2K_3[Fe(CN)_6] + 2KCl$
9.  $2K_3[Fe(CN)_6] + 3FeCl_2 \rightarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2 + 6KCl$
10.  $3Fe + 4H_2O \xrightarrow{t^\circ C} Fe_3O_4 + 4H_2 \uparrow$
11.  $Fe_3O_4 + 8HCl \rightarrow 2FeCl_3 + FeCl_2 + 4H_2O$

**B.** ..... **10 puncte**



$n_{Fe} = \frac{3,92}{56} = 0,07 \text{ mol Fe}; n_{ap\acute{a}} = 0,05 \text{ mol}$

notăm: a mol Fe, b mol FeO, c mol Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

rezultă sistemul:

$a + b + 2c = 0,07$

$b + 3c = 0,05$

$a = b + c$

rezultă a = 0,03; b = 0,02; c = 0,01; ..... 3 x 0,5p = **1,5 puncte**

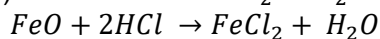
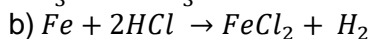
Conform ecuațiilor reacțiilor:  $n_{\text{hidrogen consumat}} = b + 3c = 0,02 + 0,03 = 0,05 \text{ mol}$

Randament 50%  $\rightarrow 0,05 \cdot \frac{100}{50} = 0,1 \text{ mol hidrogen teoretic la hidroliză}$

Notăm cu x moli NaH și y moli KH;  $\frac{2,884}{100} = \frac{x+y}{24x+40y}$ ; 2x = y; conform ecuațiilor reacțiilor avem 3x moli de

hidrogen; 3x = 0,1;  $x = \frac{0,1}{3}$ ;

$m_{\text{hidruri}} = \frac{0,1}{3} \cdot 24 + \frac{0,2}{3} \cdot 40 = 0,8 + 2,66 = 3,46 \text{ g}$  ..... **4 puncte**



total moli HCl 0,06 + 0,04 + 0,06 = 0,16 mol  $\Rightarrow V_s = 1,6 \text{ L soluție HCl}$  ..... **1 punct**

**Subiectul al III-lea** ..... **(30 de puncte)**

**A.** ..... **13 puncte**

a)

Substanța (X) este un salpetru  $\Rightarrow$  anionul azotat (nitrat)..... **1 punct**

Cationul se identifică cu soluția de KOH  $\Rightarrow$  NH<sub>3</sub> gaz înțepător, caracter bazic

$\Rightarrow$  cation amoniu ..... **1 punct**

Substanța (X) = NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>..... **1 punct**

Substanța (Y) = C (carbon) ..... **2 puncte**

b) Vas B – soluție de acid sulfuric ..... **1 punct**

Vas D – soluție de hidroxid de potasiu..... **1 punct**

Dacă în vasul B ar fi soluție de hidroxid de potasiu, soluția rece va condensa vaporii de apă, respectiv va absorbi dioxidul de carbon ..... **1 punct**

Ministerul Educației  
Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație

- c) Vas B – în soluția de acid sulfuric are loc absorbția vaporilor de apă, fierbinți, soluția se diluează,  $c < 49\%$  ..... **1 punct**  
 Vas D – în soluția de KOH are loc absorbția  $\text{CO}_2$  cu formare de  $\text{KHCO}_3$  și  $\text{K}_2\text{CO}_3$  ..... **1 punct**  
 $\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{KHCO}_3$   
 $2\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  ..... 2 x 1p (0,5p formule; 0,5p coeficienți) = **2 puncte**
- d) Prin încălzirea amestecului (A) se formează  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$  și  $\text{N}_2$   
 $2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{C} \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 2\text{N}_2$  ..... **1 punct**

**B** ..... **17 puncte**

a)  $\text{AB}_5\text{DE}_3 \rightarrow \text{AB}_3 + \text{DE}_2 + \text{B}_2\text{E}$  ..... **1,5 puncte**

$2\text{AB}_5\text{DE}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow 2\text{AB}_4\text{Cl} + \text{Y}$  ..... **1,5 puncte**

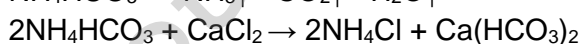
Identificarea corectă prin calcul:  $\text{A} = \text{N}$ ,  $\text{B} = \text{H}$ ,  $\text{D} = \text{C}$ ,  $\text{E} = \text{O}$ ,  $\text{G} = \text{Ca}$ ,  $\text{J} = \text{Cl}$  ..... 6 x 0,5p = **3 puncte**

b) Scrierea corectă a formulelor pentru:  $\text{AB}_5\text{DE}_3 = \text{NH}_4\text{HCO}_3$  ..... **2 puncte**

$\text{AB}_3 = \text{NH}_3$ ,  $\text{DE}_2 = \text{CO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{E} = \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{GJ}_2 = \text{CaCl}_2$ ,  $\text{AB}_4\text{J} = \text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Y} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ... 6 x 0,5p = **3 puncte**

c) Modelarea corectă a formării anionilor elementelor **A, D, E** ..... 3 x 1 p = **3 puncte**

Formarea legăturilor chimice din cationul sării ..... **1 punct**



Scrierea corectă a ecuațiilor reacțiilor ..... 2 x 1p (0,5p formule; 0,5p coeficienți) = **2 puncte**

**Subiectul al IV-lea** ..... **(20 de puncte)**

a)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

$\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  ..... 2 x 1p (0,5p formule; 0,5p coeficienți) = **2 puncte**

b)  $m_{\text{impurități}} = 36,4 \text{ g}$ ;  $182 - 36,4 = 145,6 \text{ g CaO pur}$

$p = 80\%$  ..... **3 puncte**

c)  $m_{\text{hidroxid de calciu depus}} = 228,7155 - 36,4 = 192,3155 \text{ g}$

192,4 g  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  format din 145,6 g CaO și 46,8 g  $\text{H}_2\text{O}$ .

$192,4 - 192,3155 = 0,0845 \text{ g Ca}(\text{OH})_2$  dizolvat în  $95,4 - 46,8 = 48,6 \text{ g apă}$ ;

$S = 0,0845 \cdot 100 / 48,6 = 0,1738 \text{ g Ca}(\text{OH})_2 / 100 \text{ g H}_2\text{O}$  la  $20^\circ\text{C}$  ..... **5 puncte**

d)  $36,5x + 18y = 650$

$$18x + 10y = 349,265$$

$x = 5,2 \text{ mol HCl}$ ,  $y = 25,5665 \text{ mol H}_2\text{O}$  în soluția de HCl;

$m_{\text{soluție finală}} = 891 \text{ g}$  ..... **5 puncte**

*Inițial* 891 g soluție ..... 288,6 g  $\text{CaCl}_2$  ..... 602,4 g  $\text{H}_2\text{O}$

*Adăug* x g  $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

147 g  $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  ..... 111 g  $\text{CaCl}_2$  ..... 36 g  $\text{H}_2\text{O}$

x g  $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  ..... a =  $111x/147$  g  $\text{CaCl}_2$  ..... b =  $36x/147$  g  $\text{H}_2\text{O}$

$m_{\text{cristalohidrat adăugat}} = 285,6 \text{ g CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  ..... **5 puncte**

*Barem elaborat de:*

prof. Mariana Dejanu – Școala Gimnazială "Mihai Eminescu", Pitești

prof. Carmen-Luiza Gheorghe – Seminarul Teologic Ortodox "Chesarie Episcopul", Buzău

prof. Carmen Istodor – Colegiul Național "Gheorghe Șincai" București

prof. Lavinia Mureșan – Liceul Teoretic "Onisifor Ghibu", Cluj Napoca

prof. Irina Popescu – Colegiul Național "I. L. Caragiale", Ploiești