

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) => $A=204,4$

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

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

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

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

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

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

- $\text{Tl} \rightarrow \text{Tl}^{3+}$; $[\text{Xe}] 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^1 \rightarrow [\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^0 6p^0 + 3e^-$; 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

C. 5 puncte

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

Subiectul al II-lea (25 de puncte)

A. 15 puncte

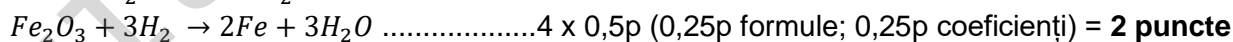
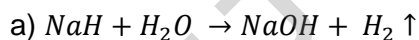
- a) determinarea substanțelor: **c** = FeCl_3 , **e** = FeCl_2 , **i** = HNO_3 , **m** = KCN $4 \times 1 \text{ p} = \mathbf{4 \text{ puncte}}$

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 Fe₂O₃

rezultă sistemul:

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

$b + 3c = 0,05$

$a = b + c$

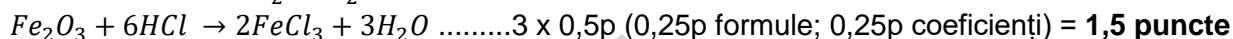
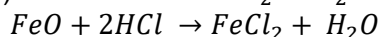
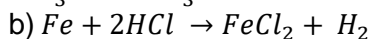
rezultă a = 0,03; b = 0,02; c = 0,01;3 x 0,5p = **1,5 puncte**

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 NH₃ gaz înțepător, caracter bazic

\Rightarrow cation amoniu**1 punct**

Substanța (X) = NH₄NO₃.....**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 CO_2 cu formare de KHCO_3 și K_2CO_3 **1 punct**
 $\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{KHCO}_3$
 $2\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $2 \times 1\text{p}$ (0,5p formule; 0,5p coeficienți) = **2 puncte**
 d) Prin încălzirea amestecului (A) se formează H_2O , CO_2 și 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: $\text{A} = \text{N}$, $\text{B} = \text{H}$, $\text{D} = \text{C}$, $\text{E} = \text{O}$, $\text{G} = \text{Ca}$, $\text{J} = \text{Cl}$ $6 \times 0,5\text{p} =$ **3 puncte**
 b) Scrierea corectă a formulelor pentru: $\text{AB}_5\text{DE}_3 = \text{NH}_4\text{HCO}_3$ **2 puncte**
 $\text{AB}_3 = \text{NH}_3$, $\text{DE}_2 = \text{CO}_2$, $\text{B}_2\text{E} = \text{H}_2\text{O}$, $\text{GJ}_2 = \text{CaCl}_2$, $\text{AB}_4\text{J} = \text{NH}_4\text{Cl}$, $\text{Y} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$... $6 \times 0,5\text{p} =$ **3 puncte**
 c) Modelarea corectă a formării anionilor elementelor **A**, **D**, **E** $3 \times 1\text{p} =$ **3 puncte**
 Formarea legăturilor chimice din cationul sării **1 punct**
 $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NH}_3\uparrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}\uparrow$
 $2\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 Scrierea corectă a ecuațiilor reacțiilor $2 \times 1\text{p}$ (0,5p formule; 0,5p coeficienți) = **2 puncte**

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

- a) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $2 \times 1\text{p}$ (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) $m_{\text{hidroxid de calciu depus}} = 228,7155 - 36,4 = 192,3155\text{ g}$
 $192,4\text{ g Ca}(\text{OH})_2$ format din $145,6\text{ g CaO}$ și $46,8\text{ g H}_2\text{O}$.
 $192,4 - 192,3155 = 0,0845\text{ g Ca}(\text{OH})_2$ 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°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 CaCl_2 602,4 g H_2O

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 CaCl_2 36 g H_2O

x g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ a = $111x/147$ g CaCl_2 b = $36x/147$ g H_2O

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