

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) => $A=204,4$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

C. 5 puncte

Numerele de oxidare ale elementelor: (a) +3; (b) +1; (c) +8; (d) +2; (e) +35 x 1p = 5 puncte

Subiectul al II-lea (25 de puncte)

A. 15 puncte

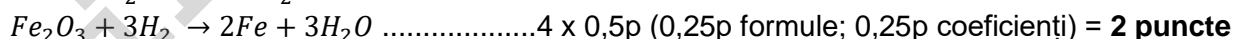
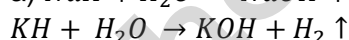
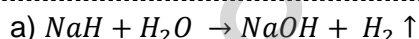
- a) determinarea substanțelor: **c** = $FeCl_3$, **e** = $FeCl_2$, **i** = HNO_3 , **m** = KCN 4 x 1p = 4 puncte

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**

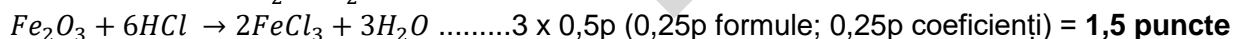
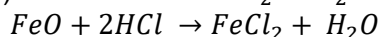
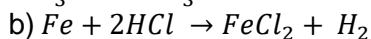
Conform ecuațiilor reacțiilor: $n_{hidrogen \text{ consumat}} = b + 3c = 0,02 + 0,03 = 0,05 \text{ mol}$

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

$m_{hidruri} = \frac{0,1}{3} \cdot 24 + \frac{0,2}{3} \cdot 40 = 0,8 + 2,66 = 3,46 \text{ g}$ **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 x 1p (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: A = N, B = H, D = C, E = O, G = Ca, J = 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**
 $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NH}_3\uparrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}\uparrow$
 $2\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 Scrierea corectă a ecuațiilor reacțiilor 2 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) $m_{\text{hidroxid de calciu depus}} = 228,7155 - 36,4 = 192,3155 \text{ g}$
 $192,4 \text{ g Ca}(\text{OH})_2$ 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