



Subiectul I(13 de puncte)

Apa utilizată într-un proces industrial este impurificată cu **3** dintre următorii cationi :

NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Li^+ , Rb^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Cr^{3+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} ;

Unul dintre cationii din probă dă semnal la reacția flăcării colorând-o în galben verzui.

Coroborând toate observațiile organoleptice ca urmare a desfășurării experimentelor indicate în

Tabelul 1 identificați cationii ce impurifică proba pe baza reacțiilor cu reactivii: **Na_2S** , **NH_3 concentrat** și **H_2SO_4** , aflați pe masa de lucru în sticlute picurătoare.

Atenție !!!! Reactivii se adaugă probelor în picătură și sub agitare energetică !!!!!

În urma testelor efectuate, treceți rezultatele obținute în **Tabelul 1**, scriind în fiecare dreptunghi corespunzător intersecției dintre coloanele și liniile tabelului, după caz:

- formula compusului chimic rezultat, marcând cu „↓” formarea unui precipitat; în cazul precipitatelor descrieți aspectul și culoarea; dacă nu se formează precipitat, dar se formează un complex sau o altă specie careia i se datorează schimbarea culorii soluției, precizați schimbarea culorii;
- dacă precipitatul este solubil în exces de reactiv, scrieți formula compusului rezultat, iar dacă precipitatul este insolubil, scrieți această constatare în **Tabelul 1**;
- scrieți ecuațiile reacțiilor ce se desfășoară în eprubete la identificarea cationilor în **Tabelul 2** din foaia de concurs.
- **!!!! OBSERVAȚIE !!!!!** De obicei reactivul **Na_2S** conține ca impurități **sulfit** și/sau **sulfat**. Precizați în rubricile corespunzătoare dacă ați sesizat acest lucru.

Subiectul II

(12 de puncte)

Alcalinitatea apei se datorează prezenței bicarbonaților, carbonaților și hidroxizilor (mai rar fosfaților și silicaților) și se exprimă în **echivalent-gram HCl/L**. Determinarea se face prin titrare cu soluție de HCl 0,1N în prezența unui indicator (fenolftaleină sau metilorange).

Se disting:

- **alcalinitatea permanentă (p)**, determinată față de *fenolftaleină* și care corespunde conținutului de hidroxizi (OH^-), plus jumătate din conținutul de carbonați ($\frac{1}{2} \text{CO}_3^{2-}$) și o treime din fosfați ($\frac{1}{3} \text{PO}_4^{3-}$), dacă aceștia sunt prezenți:

$$p = \text{OH}^- + \frac{1}{2} \text{CO}_3^{2-} + \frac{1}{3} \text{PO}_4^{3-}$$

- **alcalinitatea totală (m)** se determină prin titrare în prezența *metilorange*-ului și corespunde conținutului total de hidroxizi, carbonați și $\frac{2}{3}$ din fosfați:

$$m = \text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + \frac{2}{3} \text{PO}_4^{3-}$$

1. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
2. Subiectul se punctează de la 0 la 25 puncte.

O probă de apă este remisă unui laborator spre analiză cu scopul de a îi fi determinată alcalinitatea totală. În cazul probei analizate este cunoscut că acestea se datorează **exclusiv** prezenței de carbonat disodic și respectiv fosfat trisodic.

Cele 2 probe de analizat cu volumul de 100 mL, **identice**, se titrează cu HCl 0,1 N în prezență de metilorange (cu viraj de la galben la portocaliu).

👉 **Cerință:**

Să se determine **alcalinitateatotală (m)** pentru proba analizată. Rezultatele se consemnează în **Tabelul 3 !**

Se dau următoarele mase atomice:

H – 1, C – 12, N – 14, O – 16, Na – 23, Mg – 24, Al – 27, S – 32, Cl – 35,5, K – 39, Ca – 40, Cr – 52, Mn – 55, Co – 59, Ni – 59, Cu – 64, Br – 80, Ag – 108, Ba – 137, Hg – 201, Pb – 207.

Subiectele au fost propuse de:

Doina Bălașa, Jeanina Cozma, Adriana Gherghe, Hampel Emőke, Liliana Marin, Carmen Nechita, Viorica Zaharia, Chiriac Vlad



Echipa de elaborare a subiectelor

Vă urează

😊 **Mult succes** 👍

1. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
2. Subiectul se punctează de la 0 la 25 puncte.



BAREM

Tabelul 1. Rezultatele obținute în urma identificării 7puncte

Nr. eprubetă Reactiv	1	2	3	Punctaj
Na₂S	CdS ↓ Precipitat de culoare galbenă Coprecipită și Al(OH) ₃ precipitat alb gelatinos și urme de BaSO ₄ precipitat alb pulverulent			2 puncte
NH₃ conc		Al(OH) ₃ ↓ precipitat alb gelatinos		1 puncte
H₂SO₄			BaSO ₄ ↓ precipitat alb pulverulent	1 puncte
Cationul identificat	Cd²⁺	Al³⁺	Ba²⁺	3x1 punct

Tabelul 2. Ecuatiile reacțiilor chimice. 6 puncte

Nr. crt.	Reactivul	Reacții	Punctaj
1	Na₂S	$S^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HS^- + HO^-$ $HS^- + H_2O \rightleftharpoons H_2S \uparrow + HO^-$ $Cd^{2+} + S^{2-} \rightarrow CdS \downarrow$ $Ba^{2+} + 2 HO^- \rightarrow Ba(OH)_2 \downarrow$ $Al^{3+} + 3 OH^- \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow$ $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \text{ (impuritate în reactivul Na}_2\text{S)} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$	
2	NH₃ conc.	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons HO^- + NH_4^+$ $Al^{3+} + 3 HO^- \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow$ $Ba^{2+} + 2 HO^- \rightarrow Ba(OH)_2 \downarrow$ $Cd^{2+} + 2 HO^- \rightarrow Cd(OH)_2 \downarrow$ $Cd(OH)_2 \downarrow + 4 NH_3 \rightarrow [Cd(NH_3)_4](OH)_2$	

1. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
2. Subiectul se punctează de la 0 la 25 puncte.



3	H_2SO_4	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow$	
----------	-------------------------	---	--

Tabelul 312 puncte

					Punctaj
Ecuțiile reacțiilor chimice relevante	<p>În prezență de metil-orange:</p> $\text{CO}_3^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + 3 \text{H}_2\text{O}$ $\text{PO}_4^{3-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^- + 2 \text{H}_2\text{O}$				2 x 0,5 puncte
Rezultate	V₁ (mL)	V₂ (mL)	V_{mediu}	m	11 puncte
	10,3 mL	10,3 mL	10,3 mL	$1,03 \cdot 10^{-3} \text{ E}_g/\text{L}$	
Punctaj	4 puncte	4 puncte	1 punct	2 puncte	

Pentru titrare punctarea volumelor se face astfel:

- Pentru $V = 10,3 \text{ mL} \pm 0,1 \text{ mL}$ punctaj maxim
- Pentru $V = 10,3 \text{ mL} \pm 0,2 \text{ mL}$ se scade 1 punct (3 puncte)
- Pentru $V = 10,3 \text{ mL} \pm 0,3 \text{ mL}$ se scad 2 puncte (2 puncte)
- Valorile volumelor ce nu se află în acest interval (10,00 mL 10,60 mL) **NU SE PUNCTEAZĂ !!!!!!!!!!!!!**
- Erorile de la titrare afectează și punctajele pentru V_{mediu} și „m” (alcalinitatea totală) !!!!!

1. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
2. Subiectul se punctează de la 0 la 25 puncte.