

### Subiectul I(12 puncte)

Dioxidul de sulf care se degajă din diferitele activități industriale și trioxidul de sulf, produsul său de oxidare, sunt principalii responsabili pentru ploile acide de pe arealul din vecinătatea sursei de poluare. Această poluare provoacă degradarea ireversibilă a faunei și florei din zonă.

Considerând că acești 2 oxizi ai sulfului sunt singura sursă de poluare ca urmare a unei activități industriale s-a colectat un eșantion de **20 L** (c.n) de aer.

Acesta a fost barbotat prin **100 mL** de apă oxigenată de concentrație  **$2,40 \cdot 10^{-3}$  mol/L**. După încheierea barbotării soluția a fost tratată cu clorură de bariu obținându-se **105,6 mg** de precipitat. Excesul de apă oxigenată este titrat cu o soluție care conține **15,9 mg** dicromat de potasiu. Determinați concentrațiile, exprimate în **g oxid/m<sup>3</sup> aer**, pentru cei 2 oxizi prezenți în proba de aer analizată.

### Subiectul II(13 puncte)

Într-un laborator cu dimensiunile 3 m x 5 m x 2,5 m s-a prăbușit plafoniera ce avea 3 becuri cu vapori de mercur. Becurile s-au spart. Fiecare bec conținea **2 mg** mercur, mercur care în timp s-a evaporat total. Limita admisibilă pentru concentrația vaporilor de mercur în aerul destinat spațiului de locuit este de **0,005 mg Hg/m<sup>3</sup> aer**.

- Este această limită depășită în cazul descris în enunț? Justificați prin calcul răspunsul dat!
- Câți atomi de mercur vor fi conținuți într-un litru de aer din laboratorul descris în enunț (înainte de a se face aerisirea!)
- Doi dintre compușii mercurului sunt clorura mercurică și respectiv clorura mercuroasă. Precizați care dintre acești compuși conduc curentul electric în soluție apoasă. Justificați răspunsul scriind ecuații ale reacțiilor chimice relevante.
- Să se calculeze solubilitatea calomelului în apă distilată, respectiv într-o soluție de  $\text{AlCl}_3$  de concentrație 0,02moli/L (nu se ține cont de tăria ionică a soluției).
- Clorura mercurică participă la așa numita reacție Eder (descoperită de chimistul J.M. Eder în 1880 și cercetată, mai apoi, de W.E Rosavaere în 1929). Știind că această reacție are drept reactanți clorura mercurică și oxalatul de amoniu (reacție catalizată fotochimic), să se scrie și să se egaleze ecuația reacției chimicece are loc.

Pentru calomel se știe valoarea produsului de solubilitate  $K_S = 2 \cdot 10^{-18}$

Constanta lui Avogadro are valoarea  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

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** 👍

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

### Subiectul I(12 puncte)

La barbotarea amestecului gazos prin soluția de apă oxigenată au loc următoarele procese chimice :



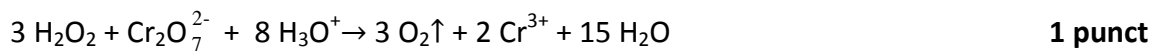
La tratarea cu  $\text{BaCl}_2$  reacționează întreaga cantitate de sulfat:



Numărul total de moli de apă oxigenată este :

$$v_{\text{H}_2\text{O}_2} = V_{\text{H}_2\text{O}_2} \times C_{\text{H}_2\text{O}_2} = 0,1 \times 2,4 \cdot 10^{-3} = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ moli} \quad \text{0,5 puncte}$$

Excesul de apă oxigenată este titrat cu dicromat conform reacției :



Determinăm numărul de moli de apă oxigenată din stoichiometria reacției

$$v_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = \frac{m_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{\mu_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}} \quad \text{deci} \quad v_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = \frac{15,9 \times 10^{-3}}{294} = 5,4 \cdot 10^{-5} \text{ moli} \quad \text{0,5 puncte}$$

deci numărul de moli de apă oxigenată ce corespund (în exces) sunt :

$$v_{\text{e H}_2\text{O}_2} = 3 \times v_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \quad \text{deci} \quad v_{\text{e H}_2\text{O}_2} = 1,62 \cdot 10^{-4} \text{ moli} \quad \text{1 punct}$$

Prin urmare cantitatea de apă oxigenată implicată în oxidarea  $\text{SO}_2$  va fi:

$$v_1 = v_{\text{H}_2\text{O}_2} - v_{\text{e H}_2\text{O}_2} = (2,4 - 1,62) \cdot 10^{-4} = 7,8 \cdot 10^{-5} \text{ moli} \quad \text{0,5 puncte}$$

Prin urmare vom avea un număr de moli de  $\text{SO}_2$  în proba de aer de  $v_{\text{SO}_2} = 7,8 \cdot 10^{-5} \text{ moli}$  **0,5 puncte**

Din cantitatea de  $\text{BaSO}_4$  precipitat determinăm cantitatea totală de ioni  $\text{SO}_4^{2-}$

$$v_{\text{BaSO}_4} = \frac{m_{\text{BaSO}_4}}{\mu_{\text{BaSO}_4}} \quad \text{deci} \quad v_{\text{BaSO}_4} = \frac{105,6 \times 10^{-3}}{233} = 4,53 \cdot 10^{-4} \text{ moli BaSO}_4 \quad \text{0,5 puncte}$$

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



Fiecare mol de  $\text{SO}_2$  generează prin oxidare un mol de  $\text{SO}_4^{2-}$

Deci numărul de moli de  $\text{SO}_4^{2-}$  rezultați din  $\text{SO}_2$  este

$$v_{\text{SO}_4^{2-}} = v_{\text{SO}_2} \text{ deci } v_{\text{SO}_4^{2-}} = 7,8 \cdot 10^{-5} \text{ moli}$$

**1 punct**

restul de ioni sulfat provin din reacția  $\text{SO}_3$  cu apa:

$$v'_{\text{SO}_4^{2-}} = v_{\text{BaSO}_4} - v_{\text{SO}_4^{2-}} \text{ deci } v'_{\text{SO}_4^{2-}} = (45,3 - 7,8) \cdot 10^{-5}$$

$$v'_{\text{SO}_4^{2-}} = 3,75 \cdot 10^{-4} \text{ moli}$$

**1 punct**

Prin urmare volumul de probă luat în lucru a conținut un număr de moli de  $\text{SO}_3$

$$v_{\text{SO}_3} = 3,75 \cdot 10^{-4} \text{ moli}$$

**0,5 puncte**

Compoziția probei supuse analizei este:

$$\frac{v_{\text{SO}_2} \times \mu_{\text{SO}_2}}{0,02} \text{ în g SO}_2/\text{m}^3 \text{ adică } \frac{7,8 \cdot 10^{-5} \times 64}{0,02} = 0,2496 \text{ g SO}_2/\text{m}^3 \text{ aer}$$

**1 punct**

Respectiv

$$\frac{v_{\text{SO}_3} \times \mu_{\text{SO}_3}}{0,02} \text{ în g SO}_3/\text{m}^3 \text{ adică } \frac{3,75 \cdot 10^{-4} \times 80}{0,02} = 1,5000 \text{ g SO}_3/\text{m}^3 \text{ aer}$$

**1 punct**

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



## **Subiectul II(13 puncte)**

### **Punctul a**

Volumul camerei este

$$V_{\text{cameră}} = 3 \times 5 \times 2,5 = 37,5 \text{ m}^3$$

**1 punct**

Cantitatea de mercur ce se vaporizează este:

$$3 \times 2 \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ g Hg}$$

**1 punct**

Prin urmare aceasta conduce la o concentrație de vapori de mercur:

$$C = \frac{6 \cdot 10^{-3}}{37,5} = 0,16 \cdot 10^{-3} \text{ g/m}^3 \quad \text{adică} \quad 0,16 \text{ mg Hg/m}^3$$

**1 punct**

Concentrația determinată este mult mai mare decât limita admisă !

### **Punctul b**

Determinăm cantitatea de Hg conținută de 1 L aer din încăpere:

$$C' = C \cdot 10^{-3} \text{ deci } C' = 0,16 \cdot 10^{-6} \text{ g Hg/L}$$

**1 punct**

Masa atomică a mercurului este 201 g/mol, deci numărul de moli de Hg dintr-un litru de aer din încăpere va fi:

$$v = \frac{C'}{A_{\text{Hg}}} = 7,96 \cdot 10^{-10} \text{ moli Hg/L aer}$$

**1 punct**

Ținând cont de  $N_A$  avem un număr de atomi :

$$N = v \times N_A$$

deci vom avea un număr

$$N = 4,8 \cdot 10^{14} \text{ atomi Hg/L aer}$$

**1 punct**

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



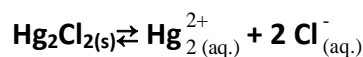
### Punctul c

$\text{HgCl}_2$  este o substanță covalentă datorită polarizabilității cationului  $\text{Hg}^{2+}$  (rază mare și sarcină relativ mică) ceea ce face ca în acest compus să nu avem ioni !!!!!  $\text{HgCl}_2$  este o moleculă polară și se dizolvă în mediu apos (cu viteză mică) sub formă moleculară !!! Prin urmare NU conduce curentul electric.

1 punct

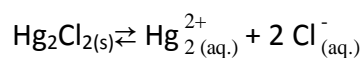
În schimb  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  este o substanță ionică alcătuită din ioni  $\text{Hg}_2^{2+}$  și  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  cristalizând într-o rețea tetragonală.

1 punct



1 punct

### Punctul d



$$S = \sqrt[3]{\frac{K_s}{1^1 \times 2^2}} \text{ deci} \quad S = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 10^{-18}}{1^1 \times 2^2}} = 7,94 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L} \quad \mathbf{1 \text{ punct}}$$

Iar în soluția de sare

$$S' = [\text{Hg}_2^{2+}] = \frac{K_s}{[\text{Cl}^-]^2} \text{ deci } S' = \frac{2 \times 10^{-18}}{36 \times 10^{-4}} = 5,56 \cdot 10^{-16} \text{ mol/L} \quad \mathbf{1 \text{ punct}}$$

### Punctul e

Reacția Eder este reducerea clorurii mercurice în prezența luminii având ca partener de reacție oxalatul de amoniu:



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