

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE**  
**INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN GALAȚI**  
**OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE**  
**EDIȚIA a XLIX-a**  
**GALAȚI**  
**5-10 APRILIE 2015**

**Proba teoretică**  
**Clasa a IX-a**

**Subiectul I** **(20 de puncte)**

La fiecare din următorii 10 itemi, un singur răspuns este corect. Marchează cu **X** pe foaia de concurs răspunsul corect. **Nu se admit modificări și ștersături pe foaia de concurs.**

1. Pot funcționa ca liganzi toate speciile chimice din următoarea serie:

- a.  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{HO}^-$ ;      b.  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{R-NH}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ;      c.  $\text{I}^-$ ,  $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ;  
d.  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{HO}^-$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ;      e.  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PCl}_3$ .

2. Ordinea crescătoare a punctelor de fierbere pentru substanțele:  $\text{LiF}$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{CsI}$ ,  $\text{LiBr}$ , este corectă în seria:

- a.  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CsI}$ ,  $\text{LiBr}$ ,  $\text{LiF}$ ,  $\text{SiC}$ ;      b.  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CsI}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{LiF}$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{LiBr}$ ;      c.  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CsI}$ ,  $\text{LiBr}$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{LiF}$   
d.  $\text{SiC}$ ,  $\text{LiF}$ ,  $\text{LiBr}$ ,  $\text{CsI}$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ;      e.  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{LiBr}$ ,  $\text{CsI}$ ,  $\text{LiF}$ ,  $\text{SiC}$ .

3. Care dintre interacțiunile propuse are loc:

- a.  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$       b.  $\text{KCl} + \text{HF} \rightarrow$       c.  $\text{Na}_2\text{HPO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$   
d.  $\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$       e.  $\text{H}_2\text{S} + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$

4. În reacția:  $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ , sulful își modifică numărul de oxidare:

- a) de la +5 la +6      b) de la +5 la 0      c) de la -1 la 0      d) de la -2 la +5      e) de la -2 la +6

5. Ytriu (Y) este un element monoizotopic cu numărul de masă  $A = 89$ , iar sarcina electrică nucleară a atomului de Y este  $+62,4 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ( $q_{p^+} = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ). Este corectă afirmația:

- a) are în nucleu 50 de protoni      b) are număr atomic 50      c) are configurația electronică  $[\text{Kr}] : 5s^2 4d^2$   
d) electronul distinctiv e plasat în 4d      e) are 9 substraturi

6. Se amestecă un volum de soluție de acid sulfuric, cu densitatea  $\rho_1$  și concentrație procentuală masică  $c_1$  cu un volum egal dintr-o soluție de acid sulfuric cu densitatea  $\rho_2$  și concentrație procentuală masică  $c_2$ , rezultând o soluție de acid sulfuric cu concentrație procentuală masică  $c_3$ . Este corectă afirmația:

- a)  $c_3 = (\rho_1 + \rho_2) \cdot 100$       b)  $c_3 = \frac{c_1\rho_1 + c_2\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$       c)  $c_3 = \frac{c_2\rho_1 + c_1\rho_2}{100}$   
d)  $c_3 = \frac{c_1\rho_2 + c_2\rho_1}{100}$       e)  $c_3 = \frac{10^4(\rho_2 + \rho_1)}{c_1\rho_1 + c_2\rho_2}$

7. Caracterul bazic crește în ordinea:

- a)  $\text{Mg}(\text{OH})_2 < \text{Al}(\text{OH})_3 < \text{Be}(\text{OH})_2 < \text{NaOH}$       b)  $\text{B}(\text{OH})_3 < \text{Al}(\text{OH})_3 < \text{Ca}(\text{OH})_2 < \text{LiOH}$       c)  $\text{B}(\text{OH})_3 < \text{Al}(\text{OH})_3 < \text{Ba}(\text{OH})_2 < \text{CsOH}$   
d)  $\text{LiOH} < \text{Ca}(\text{OH})_2 < \text{Al}(\text{OH})_3 < \text{RbOH}$       e)  $\text{Mg}(\text{OH})_2 < \text{Ca}(\text{OH})_2 < \text{B}(\text{OH})_3 < \text{NaOH}$

8. Se consideră substanțele:  $\text{NaHCO}_3$  și  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Nu este corectă afirmația:
- anionul din  $\text{NaHCO}_3$  are caracter amfoter;
  - soluțiile apoase ale celor două săruri au  $\text{pH} = 7$ ;
  - anionul din  $\text{NaHCO}_3$  și cationul din  $\text{NH}_4\text{Cl}$  participă la reacții cu schimb de protoni cu apa;
  - soluția apoasă de  $\text{NaHCO}_3$  are  $\text{pH} > 7$ , iar soluția apoasă de  $\text{NH}_4\text{Cl}$   $\text{pH} < 7$ ;
  - cationul din  $\text{NaHCO}_3$  și anionul din  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sunt specii protice inactive.
9. Prin arderea cărei substanțe nu se modifică geometria atomului central:
- $\text{CH}_4$ ;
  - $\text{C}_2\text{H}_4$
  - $\text{C}_2\text{H}_2$
  - $\text{H}_2$
  - $\text{C}$  (diamant)
10. Combinația complexă  $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  este un precipitat alb care reacționează cu  $\text{HNO}_3$  concentrat formând o combinație complexă roșu-portocaliu  $\text{Ag}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .
- ionul  $\text{Fe}^{2+}$  este ion generator de complecși în ambele combinații complexe;
  - în cursul reacției nu se degajă un gaz;
  - în cursul reacției azotul își modifică numărul de oxidare de la +5 la +2;
  - în ionul complex legătura dintre Fe și ionul  $\text{CN}^-$  este o legătură ionică;
  - soluția obținută după separarea precipitatului roșu-portocaliu este folosită la identificarea ionului cupric.

### Subiectul al II-lea

(25 de puncte)

A. În urma reacției dintre o soluție de  $\text{NaOH}$  cu  $\text{pH} = 12$  și o soluție de  $\text{HNO}_3$  cu  $\text{pH} = 2$  rezultă 10 ml soluție cu  $\text{pH} = 3$ . Determinați :

a. Volumele inițiale ale soluțiilor acid și bază.

b. Care dintre reactanți este în exces și cu ce cantitate, exprimată în miligrame ?

B. La oxidarea  $\text{SO}_2$  pe baza reacției  $\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$  la temperatura de 800 K în prezență de Pt/azbest, amestecul gazos inițial este format din 10 mmoli  $\text{SO}_2$  și 5 mmoli  $\text{O}_2$  la presiunea de 9,84 atm. La echilibru, amestecul gazos obținut conține  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{SO}_3$ , în care  $\text{SO}_3$  se află în procent de 50% (procent de volum).

a) Determinați valorile constantelor  $K_c$  și  $K_p$ , precizând unitatea de măsură.

b) Presupunând că amestecul de la echilibru este trecut, la 25 °C, prin 1000 mL de soluție de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,095 M, în ce sens se deplasează echilibrul? Dar dacă se înlocuiește catalizatorul inițial cu  $\text{V}_2\text{O}_5$ ?

c) Absorbția oxidului nemetalic în stare de valență maximă, în condițiile *punctului b*), se desfășoară cu o conversie de 83,333%. Calculați  $\text{pH}$ -ul soluției rezultate, neglijând creșterea de volum a soluției și luând în considerare disocierea în prima treaptă.

### Subiectul al III-lea

(25 de puncte)

În trei cilindri se obține clor prin tratarea unei soluții de acid clorhidric de concentrație 36,5% (procente de masă), cu dioxid de mangan (cilindru 1), clorură de var (cilindru 2), clorat de potasiu (cilindru 3). Se consideră că reacțiile sunt totale, iar din fiecare reacție se obține aceeași cantitate de apă. Apa rezultată din cele trei reacții, reacționează cu 36 g de calciu.

a) Scrieți ecuațiile reacțiilor și determinați masa de agent oxidant din fiecare cilindru.

b) Calculați masa soluției de acid clorhidric consumată în total în cei trei cilindri.

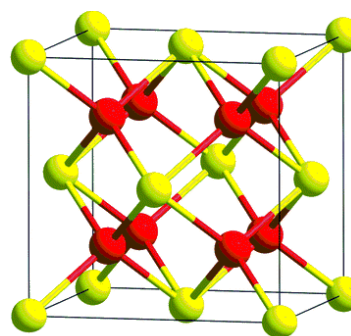
c) Gazul obținut în cilindru (1) se tratează cu 4,8 g magneziu, cel obținut în cilindru (2) cu 18,4 g sodiu, iar cel din cilindru (3) cu 25,9 g pilitură de fer. Determinați în care caz metalul este în exces.

d) O cantitate de clor echivalentă cu cea obținută în cei trei cilindri, intră în reacție cu substanța A pentru a obține clorură de var. Ce cantitate de substanță A este necesară în reacția totală?

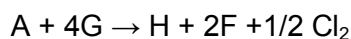
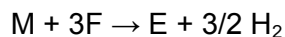
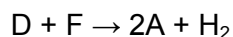
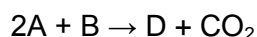
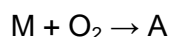
Oxidul (A) al unui metal (M) ce poate prezenta stările de oxidare +3 și +4, cristalizează într-o rețea de tip fluorină conform figurii alăturate.

Pentru celula elementară prezentată în figură, măsurătorile cristalografice au identificat o latură de 0,5411 nm și s-a determinat o densitate de 7,21124 g/cm<sup>3</sup>.

Se cere:



- Identificați metalul (M).
- Precizați numărul de coordinare pentru fiecare tip de particulă prezent în rețea.
- Se dau reacțiile:



Identificați substanțele din schemă completând un tabel conform modelului:

A	B	D	E	F	G	H

- Oxidul (A) este utilizat pentru șlefuirea unor suprafețe confecționate din mase plastice (polimeri duri), așa cum este suportul unui DVD-RW. Explicați această proprietate a oxidului (A) pe baza structurii lui.

**Mase atomice:** H-1, O-16, Na-23, N-14, S-32, Cs-133, Ba-137, Ce-140, Nd-144, Sm-150, Cl-35,5, Mn-55, Ca-40, K-39, Fe-56, Mg-24

**Constante :** R = 0,082 dm<sup>3</sup>·atm/mol·K, N<sub>A</sub> = 6,022 · 10<sup>23</sup> mol<sup>-1</sup>

Subiecte elaborate de:

Prof. dr. Ion Ion

prof. Rosenschein Mariana

prof. Lăcătușu Marioara

prof. Popescu Irina

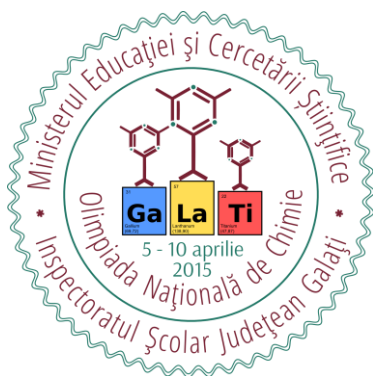
prof. Irsai Izabella

Comisia Centrală a Olimpiadei

Naționale de Chimie

Vă urează

Succes!



**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE**  
**INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN GALAȚI**  
**OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE**  
**EDIȚIA a XLIX-a**  
**GALAȚI**  
**5-10 APRILIE 2015**

**Barem de evaluare și de notare**  
**Proba teoretică**  
**Clasa a IX-a**

**Subiectul I** **(20 puncte)**

1 e; 2 a; 3 d; 4 c; 5 d; 6 b; 7 c; 8 b; 9 c; 10 c.  
 Fiecare raspuns corect primește **2 puncte**

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

A. a) notăm  $V_1$  soluție NaOH,  $V_2$  soluție  $\text{HNO}_3 \Rightarrow n_1 \text{NaOH} = 10^{-5} V_1$ ,  $n_2 \text{HNO}_3 = 10^{-5} V_2$   
 pH acid, acid în exces,  $n_f = (V_1 + V_2) \cdot 10^{-6}$

ecuația reacției **(2 puncte)**

$$V_1 + V_2 = 10 \text{ mL}$$

$$10^{-5} V_2 - 10^{-5} V_1 = (V_1 + V_2) \cdot 10^{-6}, \Rightarrow V_1 = 4,5 \text{ mL}, V_2 = 5,5 \text{ mL} \text{ (6 puncte)}$$

b) pH acid,  $\text{HNO}_3$  în exces,  $n_{\text{reacționat}} \text{HNO}_3 = 10^{-5} \cdot 4,5 \text{ mmoli}$ ,  $n_{\text{inițial}} \text{HNO}_3 = 10^{-5} \cdot 5,5 \text{ mmoli}$   
 $n_{\text{exces}} \text{HNO}_3 = 10^{-5} \cdot 1 \text{ mmoli} \Rightarrow m_{\text{exces}} \text{HNO}_3 = 0,63 \text{ mg} \text{ (2 puncte)}$

B. a) Completare tabel **(3 puncte)**

$\text{SO}_2$	$\frac{1}{2} \text{O}_2$	$\rightleftharpoons$	$\text{SO}_3$
10	5		-
2x	x		-
10-x	5-x		2x

$V_{\text{vas}} = 100 \text{ cm}^3 \text{ (1 punct)}$ , calculare  $K_c = 10,60 \text{ (cm}^3/\text{mmol)}^{1/2} \text{ (1 punct)}$ , calculare  $K_p = 1,31 \text{ atm}^{1/2} \text{ (1 punct)}$

b) spre dreapta **(2 puncte)**, nu se modifică (nu se deplasează) **(2 puncte)**

c)  $\frac{83,333}{100} \cdot 6 = 5 \text{ mmoli SO}_3 \Rightarrow 5 \text{ mmoli H}_2\text{SO}_4 \text{ obținut (2 puncte)}$

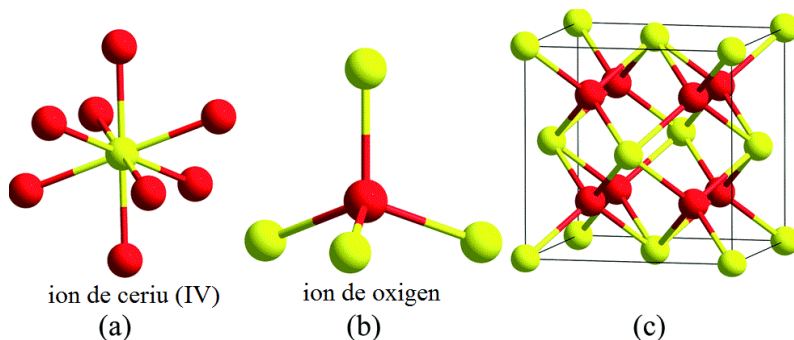
în soluție 95 mmoli  $\text{H}_2\text{SO}_4$

total mmoli  $\text{H}_2\text{SO}_4$  100 mmoli **(1 punct)**

$C_M = 0,1 \text{ mol/l} \Rightarrow \text{pH} = 1 \text{ (2 puncte)}$

**Subiectul al III-lea****(25 puncte)**a)  $n_{\text{H}_2\text{O}/\text{cilindru}} = 0,6 \text{ mol}$  **(3 puncte)**

3 ecuații ale reacțiilor cu egalare redox și stabilirea agenților oxidanți

**(3 puncte) x 3 ecuații = 9 puncte**m ag. oxidant din fiecare reacție 26,1g  $\text{MnO}_2$ , 76,2 g  $\text{CaOCl}_2$ , 24,5 g  $\text{KClO}_3$  **(3 puncte)**b) m sol HCl total 360 g (36,5%) **(4 puncte)**c)  $n_{\text{Cl}_2}$  (care intră în reacție cu Fe) 0,697 moli > 0,6 moli clor din cilindrul 3=> Fe în exces **(2 puncte)**d) ecuația reacție **(2 puncte)** $n_{\text{Ca(OH)}_2} = 1,5 \text{ moli} \Rightarrow m_{\text{Ca(OH)}_2} = 111 \text{ g}$  **(2 puncte)****Subiectul al IV-lea****(30 puncte)**a)  $V_{\text{celulă}} = 0,15843 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3$ , **(2 puncte)** $m_{\text{celulă}} = 1142,464 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  **(2 puncte)**într-o celulă 4 ioni metalici și 8 ioni nemetalici **(2 puncte)** $m_{\text{ion M}} = A_M / N_A$ ,  $m_{\text{ion O}} = 16 / N_A$ , =>  $A_M = 140$ , Ce **(3 puncte)**b) N.C.-ion Metalic = 8 **(2 puncte)**, N.C.-ion nemetalic = 4 **(2 puncte)**

c)

A	B	D	E	F	G	H
$\text{CeO}_2$	CO	$\text{Ce}_2\text{O}_3$	$\text{Ce(OH)}_3$	$\text{H}_2\text{O}$	HCl	$\text{CeCl}_3$

**(2 puncte) x 7 substanțe = 14 puncte**d) Explicarea corectă relației structură-proprietăți. **(3 puncte)**