



Concursul Național de Chimie „Petru Poni”  
Slobozia, Ialomița, 09-12 mai 2024  
Etapa națională

Proba teoretică, clasa a XII-a

- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

**Subiectul I**

**20 puncte**

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

1. La electroliza unei soluții apoase de iodură de potasiu, în spațiul catodic se formează:
  - a.  $O_2$  și  $KOH$ ;
  - b.  $Cl_2$  și  $KOH$ ;
  - c.  $I_2$  și  $NaOH$ ;
  - d.  $H_2$  și  $KOH$ ;
  - e.  $K$  și  $I_2$ .
2. Următoarele specii chimice au caracter amfoter acido-bazic, **cu excepția**:
  - a.  $HSO_4^-$ ;
  - b.  $CO_3^{2-}$ ;
  - c.  $H_2O$ ;
  - d.  $Zn(OH)_2$ ;
  - e.  $Al(OH)_3$ .
3. Reacția care are loc fără transfer de electroni este:
  - a.  $2Fe + 3Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$ ;
  - b.  $4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$ ;
  - c.  $HCN + KOH \rightarrow KCN + H_2O$ ;
  - d.  $Na + H_2O \rightarrow NaOH + \frac{1}{2} H_2$ ;
  - e.  $2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$ .
4. Afirmatia corectă despre un catalizator este:
  - a. Influențează echilibrul chimic;
  - b. Participă la reacții în cantități mari;
  - c. Micșorează energia de activare a unei reacții chimice;
  - d. Nu influențează viteza reacțiilor chimice posibile;
  - e. Influențează valoarea căldurii de reacție.
5. **NU** reprezintă cuplu acid/bază conjugată:
  - a.  $H_2O / HO^-$ ;
  - b.  $H_3PO_4 / H_2PO_4^-$ ;
  - c.  $H_3O^+ / H_2O$ ;
  - d.  $H_2S / HS^-$ ;
  - e.  $H_2SO_4 / SO_4^{2-}$ .
6. Alegeți afirmația adevărată pentru procesul de fermentație alcoolică a glucozei:  
$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3-CH_2-OH + 2CO_2 + Q$$
  - a. Este o reacție lentă;
  - b. Are loc cu absorbție de căldură;
  - c. Are loc cu aport de oxigen;
  - d. Se formează un precipitat;
  - e. Este un proces endoterm.

7. Afirmația adevărată referitoare la reacția fierului metalic cu o soluție de acid clorhidric este:
- Nu are loc cu modificarea numerelor de oxidare;
  - Fierul are caracter oxidant;
  - Are loc reducerea fierului la clorură de fier (III);
  - Acidul clorhidric este agentul reducător;
  - Fierul se oxidează de la  $Fe^0$  la  $Fe^{2+}$ .
8. Care din următoarele serii conține numai acizi poliprotici:
- HCl, HBr, HI;
  - $H_2SO_4$ ,  $H_2CO_3$ ,  $H_3PO_3$ ;
  - $HNO_2$ , HF,  $CH_3COOH$ ;
  - $NH_4^+$ ,  $HCO_3^-$ ,  $HSO_3^-$ ;
  - $CO_3^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ .
9. Se obțin precipitate în următoarele reacții chimice, **cu excepția**:
- $BaCl_2 + CuSO_4 \rightarrow BaSO_4 + CuCl_2$ ;
  - $2KI + Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbI_2 + 2KNO_3$ ;
  - $FeCl_3 + 3NaOH \rightarrow Fe(OH)_3 + 3NaCl$ ;
  - $AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl + NaNO_3$ ;
  - $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$ .
10. **NU** poate fi ligand într-o combinație complexă:
- Amoniacul;
  - Ionul sulfocianură;
  - Ionul clorură;
  - Ionul de argint (I);
  - Monoxidul de carbon.

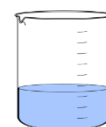
**Subiectul al II-lea****30 puncte**

O grupă de elevi din clasa a XII-a realizează un experiment în laboratorul de chimie pentru a pune în evidență tipul reacțiilor chimice studiate pe parcursul anului școlar. În acest experiment, elevii își propun să realizeze o reacție cu schimb de protoni și o reacție cu schimb de electroni, totodată scot în evidență și tipul reacțiilor chimice din punct de vedere termic și cinetic. Pentru realizarea experimentului, elevii parcurg următoarele etape:

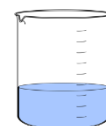
**Etapa 1. Soluții disponibile în laborator**

În paharul A se află 500 mL soluție de HCl de concentrație molară 1M peste care elevii adaugă 2-3 picături de fenolftaleină. Elevii măsoară temperatura soluției și citesc valoarea de 20 °C.

În paharul B se află x mL soluție de NaOH de concentrație molară yM peste care elevii adaugă 2-3 picături de fenolftaleină. Elevii măsoară temperatura soluției și citesc valoarea de 20 °C.



Pahar A



Pahar B

**Etapa 2. Reacția cu schimb de protoni**

Elevii transvazează conținutul celor două soluții din paharul A și din paharul B în paharul C și obțin un litru de soluție cu pH neutru.



Pahar C

**Etapa 3. Reacția cu schimb de electroni**

Elevii măsoară 50 mL de soluție obținută în paharul C și o adaugă într-un tub în formă de U, în care se imersează doi electrozi de carbon care se conectează la bornele unei surse de curent. Se realizează electroliza soluției.



Pentru simplificarea calculelor se consideră următoarele aspecte:

- densitatea soluțiilor este 1 g/mL;
- capacitatea calorică a soluțiilor este 4,18 J/g·K;
- toată căldura degajată din reacția cu schimb de protoni este utilizată pentru încălzirea soluției obținute în paharul C. Nu au loc pierderi de căldură;
- entalpia molară standard de neutralizare:  $\Delta H = -57,27 \text{ kJ/mol}$ .

Răspundeți la următoarele cerințe:

• **Ustensile de laborator utilizate de elevi în laborator:**

Notați pe foaia de concurs:

1. denumirea paharelor A și B;
2. denumirea paharului C;
3. denumirea instrumentului cu care s-a măsurat temperatura de 20°C în **Etapa 1**;
4. denumirea instrumentului cu care s-au măsurat cei 50 mL de soluție în **Etapa 3**.

• **Speciile chimice din soluții și interacțiunea dintre acestea:**

Pentru reacția cu schimb de protoni din **Etapa 2**:

5. notați culoarea soluțiilor din paharele A, B și C în prezența fenolftaleinei;
6. scrieți ecuația reacției chimice care are loc;
7. notați tipul reacției din punct de vedere termic;
8. notați tipul reacției din punct de vedere a vitezei cu care se desfășoară.

Pentru reacția cu schimb de electroni din **Etapa 3**:

9. scrieți ecuația reacției globale care are loc în timpul electrolizei;
10. notați culoarea soluției la anod și la catod în prezența fenolftaleinei, în timpul electrolizei.

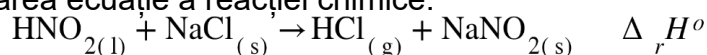
• **Calcule chimice:**

11. determinați valorile „x” și „y” care descriu soluția de NaOH din paharul B;
12. calculați căldura degajată, exprimată în joule, în reacția cu schimb de protoni din **Etapa 2**;
13. calculați temperatura soluției finale din paharul C, exprimată în grade Celsius;
14. calculați pH-ul soluțiilor din paharele A, B și C.

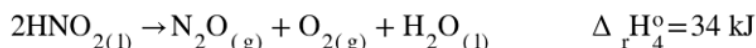
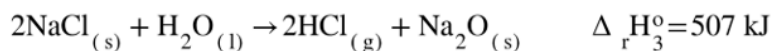
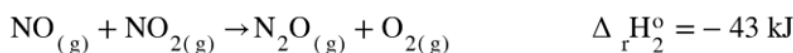
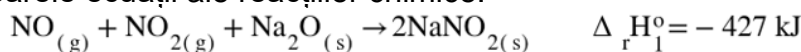
**Subiectul al III-lea**

**20 puncte**

Se consideră următoarea ecuație a reacției chimice:



1. Aplicați legea lui Hess pentru a calcula entalpia molară de reacție a ecuației de mai sus, folosind următoarele ecuații ale reacțiilor chimice:



Cei doi acizi din ecuația reacției chimice date au următoarele constante de aciditate:

Acid	$K_a$ (mol/L)
HCl	$10^7$
HNO <sub>2</sub>	$4,5 \cdot 10^{-4}$

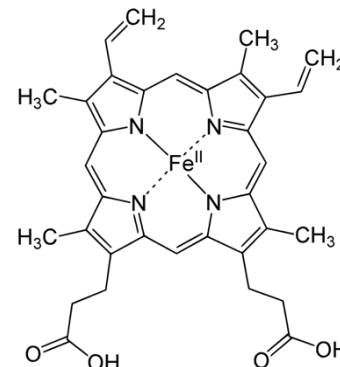
2. Scrieți denumirile celor doi acizi;
3. Stabiliți tipul celor doi acizi în funcție de gradul de ionizare în soluție apoasă diluată;
4. Scrieți ecuațiile proceselor de ionizare a celor doi acizi în soluție apoasă diluată;
5. Alegeți și justificați care dintre următoarele reacții chimice are loc în soluție apoasă:  
*Reacția 1:*  $\text{HNO}_2 + \text{NaCl} \rightarrow$                       *Reacția 2:*  $\text{HCl} + \text{NaNO}_2 \rightarrow$

Subiectul al IV-lea

30 puncte

**Chimia fierului**

Hemoglobina este o proteină complexă, bogată în fier, care se găsește în interiorul globulelor roșii din sânge. Ea este responsabilă pentru transportul oxigenului de la plămâni către țesuturi, precum și pentru eliberarea dioxidului de carbon produs în celule, care ulterior este eliminat prin respirație. Hemoglobina este constituită dintr-o componentă proteică numită globină și o componentă prostetică, colorată, hemul. Structura hemului B este redată în figura alăturată și reprezintă o combinație complexă.



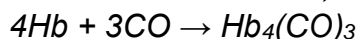
Analizați structura hemului B și stabiliți:

1. Ionul metalic central, indicând sarcina ionului;
2. Elementele organogene care intră în compoziția ligandului (compus organic).

Prin dezagregare cu sodiu, azotul din hemoglobină se transformă în cianură de sodiu, care se identifică sub formă de  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$  numit și **albastru de Berlin**:

3. Scrieți formula chimică a substanței subliniată în text;
4. Notați denumirea științifică a combinației complexe **albastru de Berlin**;
5. Pentru combinația complexă **albastru de Berlin** precizați:
  - ionul metalic central;
  - ligandul;
  - numărul de coordinare.
6. Notați tipul legăturii dintre ionul metalic central și ligand.

Hemoglobina (Hb) reacționează cu monoxidul de carbon, conform ecuației reacției chimice:



S-au înregistrat următoarele date experimentale:

[Hb] mol/L	[CO] mol/L	Viteza de reacție mol/L·s
$1,5 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$9,20 \cdot 10^{-7}$
$3,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,84 \cdot 10^{-6}$
$3,0 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$5,52 \cdot 10^{-6}$

7. Determinați ordinele parțiale de reacție în raport cu fiecare reactant și ordinul total de reacție;
8. Scrieți expresia legii de viteză;
9. Determinați constanta de viteză.

Subiecte selectate și elaborate de:

Prof. Gabriela Lunceanu, Colegiul Energetic Râmnicu Vâlcea, Vâlcea

Prof. Iacob Voichițoniu, Liceul Teoretic „Alexandru Ioan Cuza”, București

Prof. Ileana Grunbaum, Colegiul Național „Nicolae Iorga”, Vălenii de Munte, Prahova

Prof. Lucia Ionescu, Colegiul Național Pedagogic „Regina Maria” Ploiești, Prahova

Prof. Serenella-Liliana Dinu, Inspectoratul Școlar Buzău

Prof. Alina-Nicoleta Stalidi, Inspectoratul Școlar Ialomița