

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 XII-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. Doi solvenți  $A$  și  $B$ , complet miscibili, formează o soluție ideală. La temperatura  $t^{\circ}C$ , presiunile de vapori ale lichidelor pure sunt  $p_A^0 = 100$  mm Hg și respectiv  $p_B^0 = 400$  mm Hg. Ce compoziție are soluția formată din cei doi solvenți dacă presiunea ei de vapori este 280 mm Hg. Fiecare solvent se evaporă proporțional cu fracția sa molară din amestec.

- A.  $x_A = 0,2$      $x_B = 0,8$  ;
- B.  $x_A = 0,3$      $x_B = 0,7$  ;
- C.  $x_A = 0,4$      $x_B = 0,6$  ;
- D.  $x_A = 0,5$      $x_B = 0,5$  ;
- E.  $x_A = 0,6$      $x_B = 0,4$  .

2. La ce temperatură reacția  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$  decurge în sensul descompunerii ?

Se dau :  $\Delta H_{f,N_2}^{\circ} = 0$ ,  $\Delta H_{f,H_2}^{\circ} = 0$ ,  $\Delta H_{f,NH_3}^{\circ} = -46,19$  (în  $kJ \cdot mol^{-1}$ ),

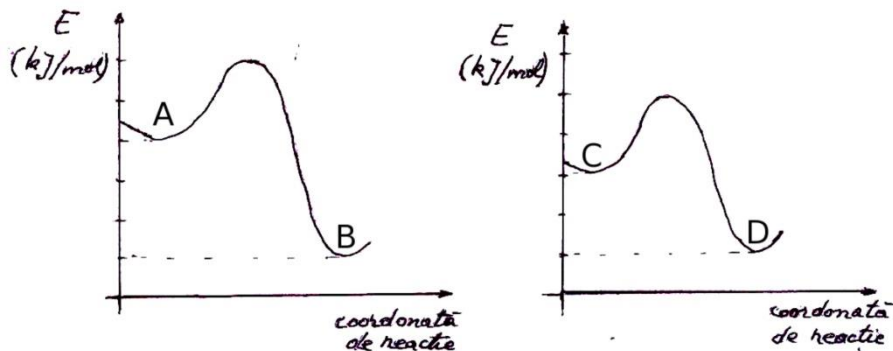
$S_{N_2}^{\circ} = 191,6$ ,  $S_{H_2}^{\circ} = 130,7$ ,  $S_{NH_3}^{\circ} = 192,5$  (în  $J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$ ).

- A. mai mare ca 232,4 K ;
- B. mai mare ca 464,9 K ;
- C. mai mică ca 232,4 K ;
- D. mai mică ca 464,9 K ;
- E. între 232,4 și 464,9 K .

3. E adevărat că :

- A. într-o bombă calorimetrică efectul termic măsurat al reacției declanșate este  $\Delta H$  ;
- B. pentru o reacție spontană întotdeauna  $\Delta S < 0$  ;
- C. într-un proces termodinamic  $\Delta H_{sublimare} = \Delta H_{topire} + \Delta H_{vaporizare}$  ;
- D. se afirmă că dacă potențialul standard de reducere are o valoare atunci potențialul standard de oxidare are aceeași valoare cu semn schimbat; astfel potențialul standard de reducere al  $Na^+$  fiind -2,71 V, potențialul standard de oxidare al  $Na$  ar fi +2,71 V, prin urmare în natură există zăcăminte de sodiu metalic ;
- E. pentru o reacție exotermă și nespontană la  $25^{\circ}C$   $\Delta S^{\circ} > 0$  .

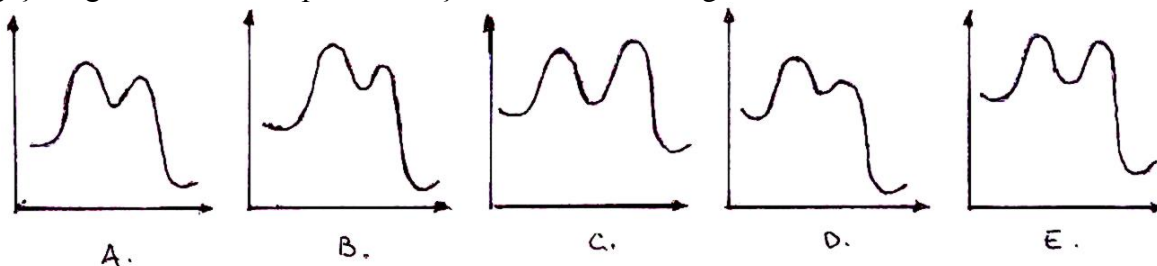
4. În figurile de mai jos sunt reprezentate diagramele energiei potențiale versus coordonata de reacție.



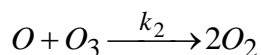
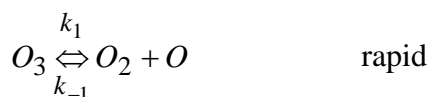
Dacă temperatura se dublează pentru fiecare reacție atunci (factorii preexponențiali sunt identici iar concentrațiile speciilor sunt, de asemenea, identice) :

- A. viteza reacției  $A \rightarrow B$  crește mai mult decât viteza reacției  $C \rightarrow D$  ;
- B. viteza reacției  $A \rightarrow B$  crește mai puțin decât viteza reacției  $C \rightarrow D$  ;
- C. vitezele celor două reacții cresc la fel ;
- D. vitezele celor două reacții se dublează ;
- E. constantele lor cinetice se dublează .

5. Ținând cont de diagramele energie potențială versus coordonată de reacție de mai jos, alegeți diagrama care corespunde reacției cu cel mai mare grad de ireversibilitate.



6. Conversia  $O_3$  în  $O_2$  în straturile superioare ale atmosferei este descrisă de mecanismul:



Viteza de reacție,  $r$ , este descrisă de expresia:

A.  $r = \frac{k_1 k_2 [O_3]^2}{k_{-1} [O_2] + k_2}$

B.  $r = \frac{k_1 k_2 [O_3]^2}{k_{-1} [O_2]}$

C.  $r = \frac{(k_1 + 2k_2) [O_3]^2}{k_{-1} [O_2] + k_2}$

D.  $r = k_1 k_2 [O_3]^2$

E.  $r = k_1 [O_3] [O]$

7. Să se calculeze constanta produs de solubilitate a hidroxidului feros,  $K_{ps,Fe(OH)_2}$ , dacă

$E_{Fe^{2+}/Fe}^o = -0,440$  V iar  $E_{Fe(OH)_2/Fe}^o = -0,877$  V. Temperatura este  $25^\circ C$ .

- A.  $2,29 \cdot 10^{-30}$  ;
- B.  $1,34 \cdot 10^{-15}$  ;
- C.  $4,12 \cdot 10^{-8}$  ;
- D.  $5,55 \cdot 10^{-23}$  ;
- E.  $1,62 \cdot 10^{-15}$  .

8. Ce ioni se descarcă și la care electrod într-o celulă de electroliză care conține 0,1 L soluție de  $CoBr_2$  (1 mM) și  $SnCl_2$  (1 mM) dacă prin celulă trece  $Q = 28,95$  C ?

- A.  $Sn^{2+}$  (întâi) și  $Co^{2+}$  (apoi) la catod și  $Br^-$  (întâi) și  $Cl^-$  (apoi) la anod ;
- B.  $Co^{2+}$  (întâi) și  $Sn^{2+}$  (apoi) la catod și  $Cl^-$  (întâi) și  $Br^-$  (apoi) la anod ;
- C.  $Co^{2+}$  la catod și  $Br^-$  la anod ;
- D.  $Co^{2+}$  la catod și  $Br^-$  și  $Cl^-$  la anod ;
- E.  $Sn^{2+}$  la catod și  $Cl^-$  la anod .

Se dau :  $E_{Co^{2+}/Co}^o = -0,280$  V,  $E_{Sn^{2+}/Sn}^o = -0,140$  V,  $E_{Br_2/Br^-}^o = 1,066$  V,  $E_{Cl_2/Cl^-}^o = 1,358$  V.

9. Într-o soluție există speciile monoatomice :  $O_1$  (3 mM,  $2e^-$ ),  $O_2$  (3 mM,  $1e^-$ ),  $R_a$  (3 mM,  $1e^-$ ),  $R_b$  (2 mM,  $2e^-$ ),  $R_c$  (1 mM,  $3e^-$ ) (în paranteze sunt indicate concentrația molară și numărul de  $e^-$  din reacția de electrod  $O_i + ne^- \leftrightarrow R_i$ ,  $i = 1, 2, a, b, c$ ). Potențialele standard de electrod sunt în ordinea :  $E_1^o > E_c^o + 0,1V > E_2^o + 0,1V > E_b^o + 0,1V > E_a^o + 0,1V$ . Condiția de 0,1V asigură ca reacția să fie completă.

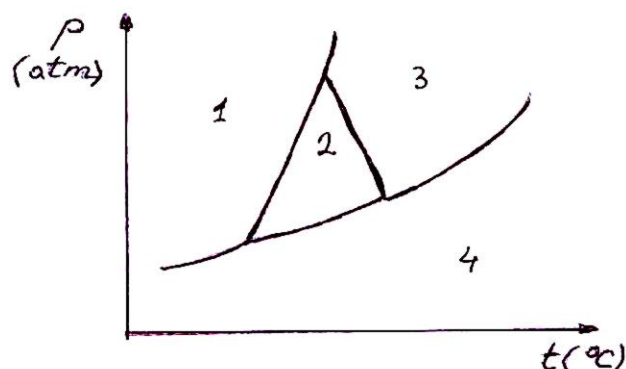
Câte reacții chimice redox au loc în soluție?

- A. 0 ;
- B. 1 ;
- C. 2 ;
- D. 3 ;
- E. 4 .

10. Se dau substanțele: (1)  $KNO_3$ , (2)  $NH_4OH$ , (3)  $HF$ , (4)  $NH_4ClO_4$ , (5)  $CH_3COONa$ , (6)  $CH_3COOH$ . Cunoscându-se  $K_b NH_3 = 2 \cdot 10^{-5}$ ,  $K_a CH_3COOH = 2 \cdot 10^{-5}$ ,  $K_a HF = 6,9 \cdot 10^{-4}$ , ordinea creșterii pH-ului soluțiilor diluate, de aceeași concentrație molară C, ale substanțelor date este:

- A. (3) < (6) < (4) < (1) < (5) < (2) ;
- B. (2) < (5) < (1) < (4) < (6) < (3) ;
- C. (3) < (1) < (6) < (4) < (2) < (5) ;
- D. (2) < (3) < (1) < (4) < (5) < (6) ;
- E. (6) < (3) < (1) < (2) < (4) < (5) .

A. Fie diagrama de fază pentru substanța A. Ca solid, substanța se află în două forme alotrope.



1. Indicați ce reprezintă fiecare dintre cele 4 regiuni.
2. Câte puncte triple conține diagrama ?
3. Să se ordoneze entropiile pentru o substanță aflată în toate cele 3 stări de agregare.
4. Care este faza cu densitatea cea mai mare ?
5. Să se compare entropiile specifice  $S$  și volumele specifice  $V$  ale fazelor delimitate printr-o frontieră.

Notă: Transformările de fază,  $faza_i \rightarrow faza_f$ , sunt reglate de ecuația Clapeyron

( $\Delta S = S_f - S_i$  și  $\Delta V = V_f - V_i$ ):

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta S}{\Delta V}$$

B. Pentru reacția  $\sum_i \nu_i R_i \rightarrow \sum_j \nu_j P_j$  este valabilă următoarea relație :

$$\Delta_r H = \Delta_r U + RT \sum_k \nu_k$$

unde :  $\Delta_r H$  este entalpia de reacție la  $p$  constant,  $\Delta_r U$  este energia internă de reacție la  $V$  constant, iar  $\nu_k$  indexează reactanții și produșii în stare gazoasă.

1. Să se demonstreze relația respectivă.
2. Să se calculeze în  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  cât se degajă la combustia etanolului la  $p$  constant dacă combustia lui la  $V$  constant degajă  $1364,34 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  la  $25^\circ \text{C}$ .

A. Pentru întrebările de mai jos dați motivarea necesară. Scrieți configurațiile electronice prin intermediul gazului rar anterior folosind notația [ simbol element ] .

1. Care este agentul oxidant cel mai tare în perechea  $K_2IrCl_6$  și  $K_2PtCl_6$  ?
2. Care este agentul reducător cel mai tare în perechea  $CrCl_2$  și  $MnCl_2$  ?
3. Care este agentul reducător cel mai tare în perechea  $Al$  și  $Au$  ?

Notă:  $Z_{Ir} = 77$ ,  $Z_{Pt} = 78$ ,  $Z_{Cr} = 24$ ,  $Z_{Mn} = 25$ ,  $Z_{Al} = 13$ ,  $Z_{Au} = 79$ ,  $Z_{Ar} = 18$ ,  $Z_{Xe} = 54$ .

B. Antrachinona (AQ) poate fi redusă pe un electrod de Pt printr-o reacție reversibilă de electrod globală de  $2H^+$  și de  $2e^-$ . Mecanismul acestei reacții este format, în ordine, dintr-o reacție de transfer de sarcină dielectronică și două reacții chimice monoprotone succesive. Constantele de formare în aceste două reacții chimice sunt  $K_1$  și  $K_2$ , cu  $K_1 > K_2$ .

1. Să se scrie reacția de reducere dielectronică a antrachinonei, în două etape, folosind formule de structură.
2. Să se scrie cele două reacții de monoprotonare folosind formule de structură.
3. Să se scrie mecanismul de reacție folosind notațiile inițiale AQ,  $H^+$ ,  $e^-$  și notații asemănătoare pentru produșii de reacție.
4. Să se scrie expresiile constantelor de formare respective folosind notațiile de la punctul 3.
5. Să se atribuie cele două constante de formare, motivând alegerea.
6. Să se scrie expresia potențialului reversibil de electrod  $E_{rev}$  (în expresie să existe potențialul standard de electrod  $E_{AQ/AQ^{2-}}^o$ ).
7. Să se deducă relația dintre potențialul standard condițional de electrod  $E_{AQ/AQ^{2-}}^{o,cond}$  și potențialul standard de electrod  $E_{AQ/AQ^{2-}}^o$ .
8. Să se calculeze constantele  $K_1$  și  $K_2$  dacă diferența  $E_{AQ/AQ^{2-}}^{o,cond} - E_{AQ/AQ^{2-}}^o$  este dată de expresia  $\frac{RT}{2F} \ln(1 + K_1[H^+] + K_1K_2[H^+]^2)$ . Valorile diferenței sunt 236,483 mV la  $pH$  5 și 178,489 la  $pH$  6 (exprimați rezultatele ca  $10^n$  unde  $n$  este cel mai apropiat întreg).

Descompunerea termică a eterului etilic este un proces de ordinul I din care rezultă doi alcani și un oxid al carbonului.

Pentru a evita descompunerea oxidativă, un reactor cu volumul de 1L aflat la 20°C se videază și se umple în mod repetat cu argon. În final presiunea ajunge la 0,1 atm și reactorul se închide. Se încălzește reactorul la o temperatură constantă de 600°C, se injectează 0,15 mL eter etilic lichid ( $\rho=0,713 \text{ g/cm}^3$ ) și se pornește cronometrarea. Se citește presiunea din reactor după 80 secunde, apoi la 128 secunde se încălzește reactorul la 620°C. După 155 secunde de la pornirea cronometrării se citește încă o data presiunea:

Timp (s)	80	128	155
Presiune (atm)	0,443		0,505
Temperatură (°C)	600	600→620	620

Indicații - se consideră:

- \_instantanee încălzirea reactorului de la 600 la 620°C ;
- \_un comportament ideal al gazelor.

Cerințe :

- a) scrieți ecuația de reacție a procesului studiat ;
- b) calculați valorile presiunii la 128 s ;
- c) calculați valoarea energiei de activare .

**Mase atomice:**

H-1, C-12, N-14, O-16, Ar-40

**Notă: Timp de lucru 3 ore.**

**Comisia Centrală a Olimpiadei**

**Naționale de Chimie**

**Vă urează**

**Succes!**

Subiecte elaborate de:

Constantin Mihailciuc – Universitatea din București

Bogdan Jurca – Universitatea din București

Lupuți Gabriela – Liceul Teoretic “Johann Ettinger” Satu Mare

Costel Gheorghe – Colegiul “Vlaicu Vodă” Curtea de Argeș

Elisabeta Atyim – Colegiul Național “Kolcsey Ferenc” Satu Mare

Petronela Ilaș – Colegiul Național “Emil Racoviță” Iași