

# OLIMPIADA DE CHIMIE 2021

Clasa a XII-a

Etapa 1, 4 aprilie 2021

Subiecte

Testul conține 50 de itemi de tip **complement simplu**, punctate astfel:

Număr de itemi	Punctaj/item	Număr total de puncte
5	4	20
10	3	30
15	2	30
20	1	20
<b>Total</b>		<b>100</b>

1.

### Informații:

(1) Electrocul de chinhidronă este un electrod redox care constă dintr-un fir de platină cufundat într-o soluție ce conține un amestec echimolar de p-benzochinonă (Q) și hidrochinonă (QH<sub>2</sub>). Electrocul de chinhidronă este folosit ca electrod indicator de pH. Procesul de electrod este dat de ecuația:  $Q + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons QH_2$

(2) Pentru procesul de reducere:  $ox + ne^- \rightleftharpoons red$ , ecuația lui Nernst, la 25<sup>0</sup> C, este:

$$\varepsilon_{ox/red} = \varepsilon_{ox/red}^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[ox]}{[red]},$$

unde [ox] – concentrația molară a formei oxidate, [red] – concentrația molară a formei reduse,  $\varepsilon_{ox/red}$  – potențialul de reducere,  $\varepsilon_{ox/red}^0$  – potențialul de reducere standard.

Într-o soluție de HCl se introduce un electrod de chinhidronă și un electrod de calomel (EC). Forța electromotoare a pilei obținute, la 25<sup>0</sup> C, este 0,336 V. Potențialele de reducere standard sunt:  $\varepsilon_{QH_2}^0 = 0,696$  V și  $\varepsilon_{EC}^0 = 0,242$  V. Este adevărată afirmația:

- A) electrocul de chinhidronă reprezintă anodul pilei
- B) soluția de HCl are concentrația 0,01 M
- C) soluția de HCl are pH = 1
- D) soluția de HCl are pH = 3
- E) soluția de HCl are concentrația 0,02 M

2.

### Informații:

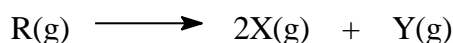
(1) Pentru o reacție de ordinul 1, ecuația cinetică integrală este:  $\ln \frac{C_0}{C} = k_1 t$ , în care C<sub>0</sub> – concentrația molară inițială a reactantului, C – concentrația molară a reactantului la momentul t, k<sub>1</sub> – constanta de viteză.

(2) Pentru o reacție de ordinul 2 de forma:  $A + B \rightarrow \text{produși}$ , ecuația cinetică integrală este:

$$\frac{1}{C_{0A} - C_{0B}} \ln \frac{C_A \cdot C_{0B}}{C_B \cdot C_{0A}} = k_2 t, \text{ în care } C_0 - \text{concentrațiile molare inițiale ale reactanților, } C -$$

concentrațiile molare ale reactanților la momentul t, k<sub>2</sub> – constanta de viteză.

Prin încălzire la 127<sup>0</sup> C, compusul R(g) disociază. Ecuația reacției chimice care are loc este:



La studiul cinetic al reacției de disociere a compusului R(g) într-o incintă vidată, nedeformabilă s-a introdus 1 mol de compus R(g). Valorile presiunii totale (P) din incinta termostată la 127<sup>0</sup> C, la diferite momente, au fost:

t (min)	0	50	100	150
P (atm)	0,6	0,609	0,6178	0,6268

Ordinul de reacție și constanta de viteză sunt:

A)  $n = 2$ ;  $k_2 = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

B)  $n = 1$ ;  $k_1 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ min}^{-1}$

C)  $n = 2$ ;  $k_2 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

D)  $n = 1$ ;  $k_1 = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ min}^{-1}$

E)  $n = 1$ ;  $k_1 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ min}^{-1}$

### 3.

#### Informație:

La apariția unui precipitat  $X_m Y_n$  într-o soluție se stabilește un echilibru între faza solidă și soluția saturată care poate fi redat prin ecuația:  $X_m Y_{n(s)} \rightleftharpoons mX_{(aq)}^{n+} + nY_{(aq)}^{m-}$ . Echilibrul este caracterizat prin produsul de solubilitate al compusului  $X_m Y_n$ :  $K_s (X_m Y_n) = [X^{n+}]^m \cdot [Y^{m-}]^n$ .

Într-un balon cotat cu volumul de 500 mL se amestecă 5 mL de soluție de clorură de bariu, de concentrație 0,01 M, cu 350 mL de apă distilată și cu 5 mL de soluție de acid sulfuric, de concentrație 0,005 M, după care se completează cu apă distilată până la semn. Produsul de solubilitate al sulfatului de bariu, la 25<sup>0</sup> C, este  $K_s = 1,5 \cdot 10^{-9}$ . Concentrația ionilor  $Ba^{2+}$  din soluția finală, la 25<sup>0</sup> C, este:

A)  $7,11 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B)  $3,555 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C)  $7,11 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D)  $3,555 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

E)  $10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

### 4.

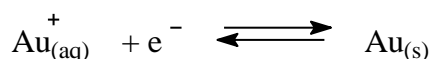
#### Informație:

Potențialul de reducere  $\varepsilon_{Au^+/Au}^0 = +1,69 \text{ V}$  este mult mai mare decât cel al  $O_2$ , indicând faptul că aurul nu se oxidează cu  $O_2$  la orice valoare a pH-ului. În Pentru procesul de reducere:  $ox + ne^- \rightleftharpoons red$ , ecuația lui Nernst, la 25<sup>0</sup> C, este:

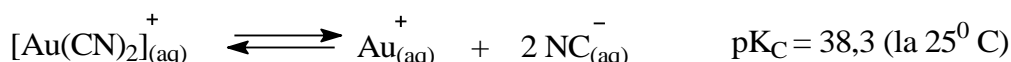
$$\varepsilon_{ox/red} = \varepsilon_{ox/red}^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[ox]}{[red]},$$

unde [ox] – concentrația molară a formei oxidate, [red] – concentrația molară a formei reduse,  $\varepsilon_{ox/red}$  - potențialul de reducere,  $\varepsilon_{ox/red}^0$  - potențialul de reducere standard.

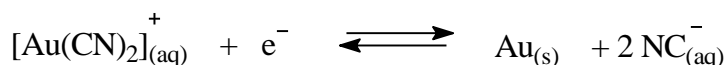
prezența unui agent de complexare puternic precum ionul cianură, care poate stabiliza aurul în stările de oxidare +1 și +3, se schimbă potențialul de reducere al aurului. Ionii cianură afectează echilibrul reacției



datorită următorului proces de echilibru:



Pentru procesul:

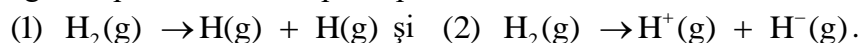


valoarea potențialului de reducere standard este:

- A)  $\varepsilon_{[\text{Au}(\text{CN})_2]^{+}/\text{Au}, \text{NC}^{-}}^{\circ} = -0,57 \text{ V}$   
 B)  $\varepsilon_{[\text{Au}(\text{CN})_2]^{+}/\text{Au}, \text{NC}^{-}}^{\circ} = -1,14 \text{ V}$   
 C)  $\varepsilon_{[\text{Au}(\text{CN})_2]^{+}/\text{Au}, \text{NC}^{-}}^{\circ} = +0,57 \text{ V}$   
 D)  $\varepsilon_{[\text{Au}(\text{CN})_2]^{+}/\text{Au}, \text{NC}^{-}}^{\circ} = +1,14 \text{ V}$   
 E)  $\varepsilon_{[\text{Au}(\text{CN})_2]^{+}/\text{Au}, \text{NC}^{-}}^{\circ} = -0,83 \text{ V}$

5.

Molecula de hidrogen se poate scinda, în principiu, în două moduri:



Cunoscând energia legăturii H–H (436 kJ/mol), potențialul de ionizare a atomului de hidrogen (1312 kJ/mol) și afinitatea pentru electroni a hidrogenului (-73 kJ/mol), valoarea variației de entalpie,  $\Delta_{\text{r}}H$ , pentru transformarea (2) este:

- A) -1675 kJ/mol  $\text{H}_2$   
 B) +1675 kJ/mol  $\text{H}_2$   
 C) -3350 kJ/mol  $\text{H}_2$   
 D) +3350 kJ/mol  $\text{H}_2$   
 E) -837,5 kJ/mol  $\text{H}_2$

6.

Reacționează o soluție de KOH cu pH = 13 cu o soluție de HCl cu pH = 1 și se obțin 600 mL soluție cu pH = 2. Este adevărată afirmația:

- A) volumul inițial al soluției de KOH este 330 mL  
 B) concentrația KCl în soluția finală este 0,045 M  
 C) reacționează 1,848 g KOH  
 D) se formează 1,512 g KCl  
 E) Raportul molar inițial HCl : KOH = 9 : 11

7.

**Informație:**

La apariția unui precipitat  $X_m Y_n$  într-o soluție se stabilește un echilibru între faza solidă și soluția saturată care poate fi redat prin ecuația:  $X_m Y_{n(\text{s})} \rightleftharpoons m X_{(\text{aq})}^{n+} + n Y_{(\text{aq})}^{m-}$ . Echilibrul este caracterizat prin produsul de solubilitate al compusului  $X_m Y_n$ :  $K_{\text{s}}(X_m Y_n) = [X^{n+}]^m \cdot [Y^{m-}]^n$ .

Se amestecă 100 mL soluție de azotat de plumb de concentrație 0,0002 M cu 300 mL soluție de sulfat de sodiu de concentrație 0,0002 M. Produsul de solubilitate al  $\text{PbSO}_4$  este  $K_s = 1,6 \cdot 10^{-8}$ .

Nu este adevărată afirmația:

- A) concentrația molară a ionilor  $\text{Pb}^{2+}$  în soluția finală este  $5 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B) concentrația molară a ionilor  $\text{SO}_4^{2-}$  în soluția finală este  $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C) valoarea produsului dintre concentrațiile molare ale ionilor  $\text{Pb}^{2+}$  și  $\text{SO}_4^{2-}$  este  $7,5 \cdot 10^{-9}$
- D) la  $25^\circ\text{C}$ , la amestecarea celor două soluții se formează precipitat de  $\text{PbSO}_4$
- E) azotatul de plumb din soluția inițială hidrolizează

8.

Se cunosc potențialele de reducere standard pentru procesele:  $\text{Tl}_{(\text{aq})}^+ + e^- \rightarrow \text{Tl}_{(\text{s})}$   $\varepsilon_1^0 = -0,336 \text{ V}$  și  $\text{Tl}_{(\text{aq})}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Tl}_{(\text{s})}$   $\varepsilon_2^0 = +0,728 \text{ V}$ . Potențialul de reducere standard pentru procesul  $\text{Tl}_{(\text{aq})}^{3+} + 2e^- \rightarrow \text{Tl}_{(\text{aq})}^+$  este:

- A)  $-0,392 \text{ V}$
- B)  $0,924 \text{ V}$
- C)  $1,26 \text{ V}$
- D)  $0,532 \text{ V}$
- E)  $-1,26 \text{ V}$

9.

**Informații:**

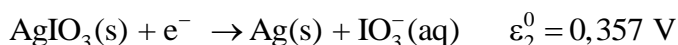
(1) La apariția unui precipitat  $X_m Y_n$  într-o soluție se stabilește un echilibru între faza solidă și soluția saturată care poate fi redat prin ecuația:  $X_m Y_{n(\text{s})} \rightleftharpoons mX_{(\text{aq})}^{n+} + nY_{(\text{aq})}^{m-}$ . Echilibrul este caracterizat prin produsul de solubilitate al compusului  $X_m Y_n$ :  $K_s (X_m Y_n) = [X^{n+}]^m \cdot [Y^{m-}]^n$ .

(2) Pentru procesul de reducere:  $\text{ox} + ne^- \rightleftharpoons \text{red}$ , ecuația lui Nernst, la  $25^\circ\text{C}$ , este:

$$\varepsilon_{\text{ox/red}} = \varepsilon_{\text{ox/red}}^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]},$$

unde  $[\text{ox}]$  – concentrația molară a formei oxidate,  $[\text{red}]$  – concentrația molară a formei reduse,  $\varepsilon_{\text{ox/red}}$  – potențialul de reducere,  $\varepsilon_{\text{ox/red}}^0$  – potențialul de reducere standard.

Se dau potențialele de reducere standard, la  $25^\circ\text{C}$ , pentru următoarele procese de electrod:



Produsul de solubilitate, la  $25^\circ\text{C}$ , al clorurii de argint este  $K_s (\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$ . Produsul de solubilitate, la  $25^\circ\text{C}$ , al  $\text{AgIO}_3$  este:

- A)  $3,37 \cdot 10^{-8}$
- B)  $3,37 \cdot 10^{-9}$
- C)  $3,37 \cdot 10^{-7}$
- D)  $6,74 \cdot 10^{-8}$

E)  $6,74 \cdot 10^{-9}$

**10.**

**Informație:**

Pentru procesul de reducere:  $ox + ne^- \rightleftharpoons red$ , ecuația lui Nernst, la  $25^{\circ}C$ , este:

$$\varepsilon_{ox/red} = \varepsilon_{ox/red}^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[ox]}{[red]},$$

unde  $[ox]$  – concentrația molară a formei oxidate,  $[red]$  – concentrația molară a formei reduse,  $\varepsilon_{ox/red}$  – potențialul de reducere,  $\varepsilon_{ox/red}^0$  – potențialul de reducere standard.

Se cunosc:  $\varepsilon_{Cu^{2+}/Cu}^0 = +0,339 V$  și  $\varepsilon_{CuI/Cu, I^-}^0 = -0,191 V$ . Pentru a se stabili dacă iodura de cupru (I) este stabilă în soluție apoasă se calculează forța electromotoare standard a unei pile în care se presupune că reacția generatoare de curent electric este reacția de disproportionare a CuI. Iodura de cupru (I) este / nu este stabilă în soluție apoasă și valoarea forței electromotoare calculate este:

A) nu este stabilă;  $E^0 = +0,53 V$

B) este stabilă;  $E^0 = -0,53 V$

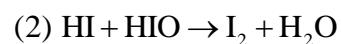
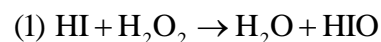
C) este stabilă;  $E^0 = +1,06 V$

D) nu este stabilă;  $E^0 = -1,06 V$

E) este stabilă;  $E^0 = -1,06 V$

**11.**

S-a demonstrat că mecanismul reacției dintre acidul iodhidric și apă oxigenată:  
 $2HI + H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + I_2$  implică două etape:



Știind că viteza de reacție nu depinde de concentrația acidului hipoiodos și că dacă se mențin constante temperatura și concentrația apei oxigenate, la triplarea concentrației acidului iodhidric, viteza de reacție:

A) nu se modifică

B) se dublează

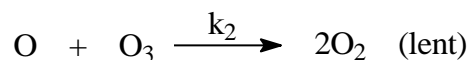
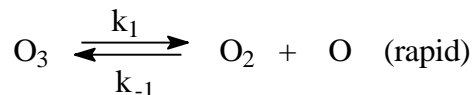
C) crește de 9 ori

D) crește de 6 ori

E) se triplează

**12.**

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



Viteza de reacție este dată de relația:

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

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

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

**D.**  $v = k_1 k_2 [O_3]^2 [O]$

**E.**  $v = k_1 [O_3]$

**13.**

Se arde un combustibil care conține CO și H<sub>2</sub> în raport molar de 1 : 6. Se cunosc următoarele date termochimice: căldura de combustie a CO ( $\Delta_c H_{CO(g)}^0 = -283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) și entalpia de formare standard a H<sub>2</sub>O(g) ( $\Delta_f H_{H_2O(g)}^0 = -241,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

Puterea calorică inferioară a combustibilului este:

**A)** 11,05 MJ/m<sup>3</sup>

**B)** 17, 22 MJ/m<sup>3</sup>

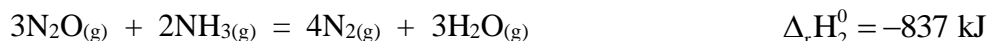
**C)** 9,45 MJ/m<sup>3</sup>

**D)** 10,22 MJ/m<sup>3</sup>

**E)** 8,66 MJ/m<sup>3</sup>

**14.**

Hidrogenul arde în oxigen, dar poate arde foarte bine și într-o atmosferă de protoxid de azot (N<sub>2</sub>O). Se cunosc:  $\Delta_f H_{H_2O(g)}^0 = -57,84 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$  și efectele termice ale reacțiilor următoare:



Este adevărată afirmația:

**A)** se degajă mai multă căldură la arderea în oxigen

**B)** se degajă mai multă căldură la arderea în protoxid de azot

**C)** se degajă la fel de multă căldură în ambele cazuri

**D)** N<sub>2</sub>O este mai stabil decât oxigenul

**E)** la arderea unui mol de hidrogen în N<sub>2</sub>O este se degajă 929 kJ

**15.**

**Informații:**

(1) Pentru o reacție de ordinul 1, ecuația cinetică integrală este:  $\ln \frac{C_0}{C} = k_1 t$ , în care C<sub>0</sub> – concentrația molară inițială a reactantului, C – concentrația molară a reactantului la momentul t, k<sub>1</sub> – constanta de viteză.

(2) Pentru o reacție de ordinul 2 de forma: A+B → produși, ecuația cinetică integrală este:  $\frac{1}{C_{0A} - C_{0B}} \ln \frac{C_A \cdot C_{0B}}{C_B \cdot C_{0A}} = k_2 t$ , în care C<sub>0</sub> – concentrațiile molare inițiale ale reactanților, C – concentrațiile molare ale reactanților la momentul t, k<sub>2</sub> – constanta de viteză.

(3) Timpul de înjumătățire (t<sub>1/2</sub>) reprezintă timpul în care concentrația inițială a reactantului scade la jumătate.

A fost studiată cinetica reacției  $A_2(g) + Y_2(g) \rightarrow 2AY(g)$ , în fază gazoasă, efectuându-se mai multe experimente. S-au determinat vitezele inițiale de reacție pentru diferite concentrații inițiale. Rezultatele experimentelor sunt trecute în tabelul de mai jos.

Experiment	Temperatura $t$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$[A_2]_0 \cdot 10^2$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$[Y_2]_0 \cdot 10^2$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Viteza inițială de reacție $v_0 \cdot 10^6$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )
E1	$25^{\circ}\text{C}$	3	3	9
E2	$25^{\circ}\text{C}$	3	4	12
E3	$25^{\circ}\text{C}$	6	3	18

Într-un alt set de experimente, la studiul cinetic al reacției de mai sus s-au obținut următoarele date:

Experiment	Temperatura $t$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$[A_2]_0 \cdot 10^2$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$[Y_2]_0 \cdot 10^2$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Timpul de înjumătățire $t_{1/2}$ (min)
E4	$35^{\circ}\text{C}$	1	300	16,52
E5	$35^{\circ}\text{C}$	3	300	$t_{1/2}$

Ordinul total de reacție, determinat din primul set de experimente și valoarea timpului de înjumătățire în experimentul E5 sunt:

- A) 2;  $t_{1/2} = 8,26$  min
- B) 1;  $t_{1/2} = 25,18$  min
- C) 2;  $t_{1/2} = 16,52$  min
- D) 2;  $t_{1/2} = 33,04$  min
- E) 1;  $t_{1/2} = 34,52$  min

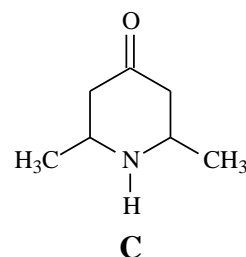
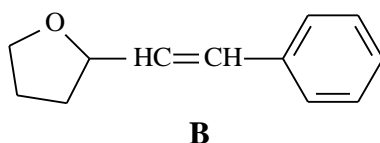
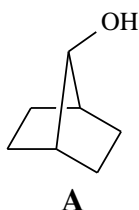
16.

Alegeți afirmația corectă:

- A) o bază în soluție diluată este o bază slabă
- B) pentru dozarea unei probe de HCl 0,1 M cu o soluție de KOH 0,1 M este indicat să se utilizeze ca indicator metilorange și nu fenolftaleină
- C) pH-ul unei soluții de acid slab HB este mai mare decât pH-ul unei soluții de acid slab HA de aceeași concentrație, atunci când  $K_{a(\text{HB})} > K_{a(\text{HA})}$
- D) o soluție de acid metanoic, de concentrație  $10^{-1}\text{M}$ , are  $\text{pH} = 2,375$  ( $\text{p}K_a = 3,75$ )
- E) acidul benzoic este mai slab decât acidul acetic

17.

Se dau compușii A, B, C.



Este adevărată afirmația:

- A) compusul A prezintă o pereche de enantiomeri
- B) compusul A este achiral

- C) compusul B prezintă 2 stereoisomeri  
 D) compusul B prezintă 2 enantiomeri și o mezoformă  
 E) compusul C prezintă 2 perechi de enantiomeri

18.

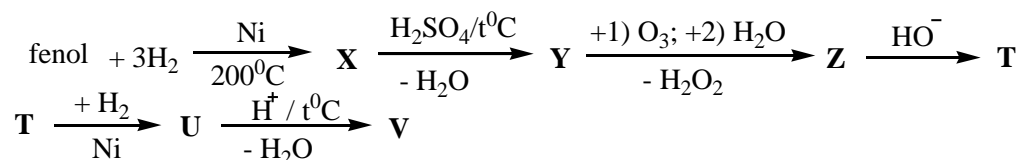
O cantitate din una dintre hidrocarburile gazoase în condiții standard de temperatură și presiune se arde în cantitatea necesară de oxigen și, la 127<sup>0</sup> C și 1 atm, volumul total al produșilor de reacție este egal cu volumul inițial al reactanților, în aceleași condiții.

Numărul de structuri posibile ale hidrocarbunii care s-a supus arderii este:

- A) 4  
 B) 5  
 C) 6  
 D) 7  
 E) 8

19.

Se dă schema:



Compusul V este:

- A) ciclohexanonă  
 B) ciclopentanonă  
 C) ciclopentancarbaldehydă  
 D) ciclopentanol;  
 E) 3-ciclopentenil-metanol

20.

**Informație:**

O soluție tampon bazic conține o bază slabă și sarea acesteia cu un acid tare. Într-o soluție tampon bazic concentrația molară a ionilor hidroxid este dată de relația:  $[\text{HO}^-] = K_b \cdot \frac{C_b}{C_s}$ , unde  $C_b$  este concentrația molară a bazei slabe,  $C_s$  este concentrația sării acesteia cu un acid tare, iar  $K_b$  este constanta de bazicitate a bazei slabe.

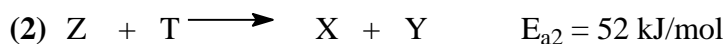
O soluție se prepară astfel: se dizolvă 26,75 g de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  în 100 g de apă și apoi se adaugă 100 mL soluție de  $\text{NH}_3$  1M (constanta de bazicitate a amoniacului este  $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ). (Mase atomice: H – 1; N – 14; Cl – 35,5). pH-ul soluției obținute este:

- A) 8,55  
 B) 8,73  
 C) 9,15  
 D) 9,28  
 E) 9,63



21.

Se dau reacțiile:



Este adevărată afirmația:

- A) reacția (1) este mai rapidă decât reacția (2)
- B) reacția (2) este endotermă
- C) reacția (1) este endotermă
- D) reacția (1) este exotermă
- E) ambele reacții decurg cu aceeași viteză

22.

**Informații:**

(1) Pentru o reacție de ordinul 2 de forma:  $2A \rightarrow \text{produsi}$ , ecuația cinetică integrală este:

$$\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} = 2k_2t, \text{ în care } C_0 - \text{concentrația molară inițială a reactantului, } C - \text{concentrația molară a}$$

reactantului la momentul  $t$ ,  $k_2$  – constanta de viteză.

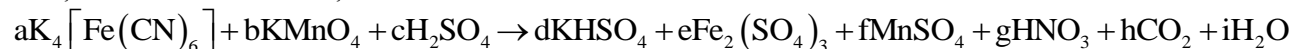
(2) Timpul de înjumătățire ( $t_{1/2}$ ) reprezintă timpul în care concentrația inițială a reactantului scade la jumătate.

Într-o reacție de ordinul 2 de forma  $2A \rightarrow \text{produsi}$ , timpul în care concentrația inițială  $C_0$  scade cu 33,33% este de 25 minute. Timpul de înjumătățire este:

- A) 125 minute
- B) 50 minute
- C) 80 minute
- D) 40 minute
- E) 60 minute

23.

La tratarea ferocianurii de potasiu cu permanganat de potasiu în mediu de acid sulfuric are loc o reacție redox a cărei ecuație este:



Coeficienții ecuației reacției redox sunt:

- A)  $a=10, b=122, c=299, d=162, e=5, f=122, g=60, h=60, i=188$
- B)  $a=10, b=299, c=122, d=162, e=5, f=129, g=60, h=6, i=188$
- C)  $a=5, b=122, c=299, d=162, e=5, f=129, g=60, h=60, i=188$
- D)  $a=5, b=122, c=299, d=162, e=5, f=129, g=120, h=60, i=188$
- E)  $a=10, b=129, c=299, d=162, e=10, f=122, g=60, h=6, i=188$

24.

În condiții standard, din reacția a 2,3 g de sodiu cu apa se degajă 19 kJ, iar din reacția a 6 g hidrură de sodiu cu apa se degajă 33 kJ. (Mase atomice: H – 1, Na – 23). Entalpia de formare standard a hidrurii de sodiu este:

- A) -58 kJ/mol
- B) -29 kJ/mol



- C)  $x = 0,279 \text{ V}$ ,  $y = 0,146 \text{ V}$ ,  $z = 0,386 \text{ V}$   
 D)  $x = 0,146 \text{ V}$ ,  $y = 0,386 \text{ V}$ ,  $z = 0,279 \text{ V}$   
 E)  $x = 0,297 \text{ V}$ ,  $y = 0,386 \text{ V}$ ,  $z = 0,164 \text{ V}$

**29.**

Uraniul radioactiv ( ${}^{238}_{92}\text{U}$ ) emite particule  $\alpha$  (nuclee de  ${}^4_2\text{He}^{2+}$ ) și particule  $\beta$  (electroni de mare viteză) și trece în izotopul stabil  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ . Ecuația procesului care are loc la dezintegrarea uraniului este:

- A)  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + 4\alpha + 8\beta$   
 B)  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + 6\alpha + 8\beta$   
 C)  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + 8\alpha + 6\beta$   
 D)  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + 8\alpha + 4\beta$   
 E)  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + 8\alpha + 8\beta$

**30.**

**Informații:**

- (1) Dezintegrarea radioactivă decurge după o cinetică de ordinul 1:  $\ln \frac{N_0}{N} = \lambda \cdot t$ , în care  $N_0$  – numărul inițial de nuclizi,  $N$  – numărul de nuclizi la momentul  $t$ , iar  $\lambda$  - constanta de viteză.  
 (2) Timpul de înjumătățire reprezintă timpul în care numărul inițial de nuclizi scade la jumătate.

Uraniul radioactiv ( ${}^{238}_{92}\text{U}$ ) emite particule  $\alpha$  (nuclee de  ${}^4_2\text{He}^{2+}$ ) și particule  $\beta$  (electroni de mare viteză) și trece în izotopul stabil  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ . Analizând o probă de minereu de uraniu s-a determinat că aceasta conține 2 g  ${}^{238}_{92}\text{U}$  și 0,3289 g  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ . Timpul de înjumătățire al  ${}^{238}_{92}\text{U}$  este de aproximativ 4 miliarde de ani. Presupunând că, inițial, minereul nu conținea plumb, vârsta probei de minereu este de aproximativ:

- A) 100 de milioane de ani  
 B) 500 de milioane de ani  
 C) 1 miliard de ani  
 D) 2 miliarde de ani  
 E) 3 miliarde de ani

**31.**

Eticheta unei sticle de reactiv, care conține o soluție apoasă diluată de acid, s-a deteriorat. Pe etichetă se poate citi doar concentrația soluției. Se utilizează un pH-metru și, prin măsurarea rapidă a pH-ului, s-a observat că valoarea concentrației ionilor hidroniu este egală cu valoarea de pe etichetă. Acizii care ar putea fi în soluție sunt:

- A) HF, HCl, HBr  
 B)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , HBr, HF  
 C)  $\text{HNO}_3$ , HI,  $\text{H}_2\text{S}$   
 D)  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , HBr  
 E) HBr,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$

32.

Două semicelule sunt conectate prin conductori și o punte de sare. Amândouă semicelulele conțin plăcuțe de Zn introduse în soluții de  $ZnCl_2$  de concentrații diferite. Este adevărat că la închiderea circuitului:

- A) celula nu va funcționa
- B) cantitatea de ioni  $Zn^{2+}$  din soluții scade lent
- C) fluxul de electroni, prin circuitul exterior, va fi orientat spre semicelula cu concentrație mai mare în ioni  $Zn^{2+}$
- D) masa plăcuțelor de zinc din cele două semicelule nu se schimbă
- E) cantitatea de ioni  $Zn^{2+}$  din soluții crește

33.

Ce produce o arsură mai gravă: 100 g apă lichidă la  $100^0 C$  sau 100 g apă sub formă de vapori la  $100^0 C$ ?

- A) aburul va produce arsuri mai grave, deoarece pe măsură ce se răcește va ceda în plus față de apa lichidă și căldura de vaporizare
- B) apa lichidă la  $100^0 C$  va produce arsuri mai grave, deoarece pe măsură ce se răcește va ceda în plus față de abur și căldura de vaporizare
- C) aburul va produce arsuri mai grave, deoarece pe măsură ce se răcește va ceda în plus față de apa lichidă și căldura de condensare
- D) aburul va produce arsuri mai grave, deoarece pe măsură ce se răcește va accepta în plus față de apa lichidă și căldura corporală.
- E) apa lichidă la  $100^0 C$  va produce arsuri mai grave, deoarece pe măsură ce se răcește va determina deshidratarea straturilor superficiale ale epidermei

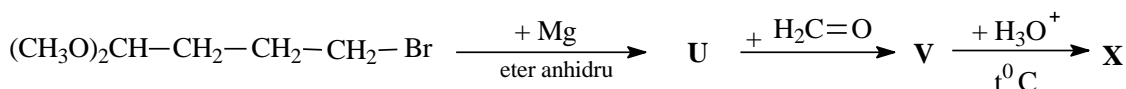
34.

La deshidratarea neopentanolului, în prezență de  $H_2SO_4$ , la cald, se obține majoritar:

- A) 1-pentena
- B) 2-metil-2-butena
- C) 2-metil-1-butena
- D) reacția nu are loc
- E) 2-pentena

35.

Produsul final **X** al următorului șir de reacții este:



(1 punct)

- A) 
$$H_3C-\overset{\overset{O}{||}}{C}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$$
- B) 
$$H_3C-O-\overset{\overset{O}{||}}{C}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$$

- C)  $\text{O}=\text{HC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
- D)  $\text{O}=\text{HC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{O}$
- E)  $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{O}$

**36.**

Se dă  $\Delta_f H_{\text{C(diamant)}}^0 = 1,985 \text{ kJ/mol}$ . Este adevărată afirmația:

- A) căldura degajată la arderea unui gram de diamant este mai mare decât căldura degajată la arderea unui gram de grafit
- B) transformarea diamantului în grafit este un proces endoterm
- C) în condiții standard, diamantul este forma alotropică a carbonului mai stabilă decât grafitul
- D) grafitul reprezintă forma alotropică standard a carbonului deoarece este opac și conductor termic și electric
- E) căldura degajată la arderea unui gram de diamant este egală cu căldura degajată la arderea unui gram de grafit

**37.**

Referitor la fotosinteză este falsă afirmația:

- A) în faza luminoasă moleculele de apă se descompun în elementele componente
- B) faza obscură este endotermă
- C) în faza luminoasă se formează  $\text{CO}_2$
- D) în faza luminoasă are loc captarea energiei solare
- E) fotosinteza este un proces endoterm

**38.**

Este falsă afirmația:

- A) anabolismul include procesele în cadrul cărora se sintetizează substanțe cu structuri moleculare complicate din substanțe cu molecule simple
- B) procesele metabolice sunt exoterme
- C) procesul de fotosinteză este endoterm
- D) catabolismul include procesele în cadrul cărora se sintetizează substanțe cu molecule simple din substanțe cu structură complicată
- E) procesele metabolice sunt endoterme, iar fotosinteza este exotermă

**39.**

Referitor la modul în care creșterea temperaturii influențează viteza de reacție este adevărată afirmația:

- A) viteza de reacție crește deoarece toate ciocnirile dintre particulele reactante devin eficiente
- B) viteza de reacție crește deoarece toate particulele reactante dobândesc o orientare geometrică favorabilă redistribuirii legăturilor chimice
- C) viteza de reacție crește deoarece se intensifică agitația termică, crește energia cinetică a particulelor reactante și crește numărul de ciocniri eficiente în unitatea de timp
- D) viteza de reacție crește deoarece energia de activare crește
- E) viteza de reacție crește deoarece, la temperatură mai ridicată, complexul activat este instabil

**40.**

Se consideră compușii de forma  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{A}$ , în care A poate fi una din grupele:

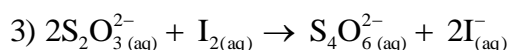
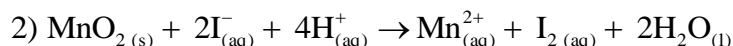
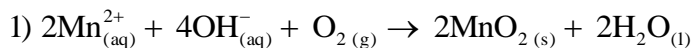
1)  $-\text{CH}_3$ ; 2)  $-\text{OCH}_3$ ; 3)  $-\text{NH}_2$ ; 4)  $-\text{CH}=\text{O}$ ; 5)  $-\text{Cl}$ ; 6)  $-\text{CF}_3$ . Ordinea creșterii caracterului activator al grupelor date în reacțiile de substituție electrofilă la nucleu este redată corect în seria:

- A)  $6 < 4 < 1 < 5 < 2 < 3$

- B)  $6 < 4 < 5 < 1 < 2 < 3$
- C)  $6 < 4 < 1 < 5 < 3 < 2$
- D)  $4 < 6 < 1 < 5 < 3 < 2$
- E)  $4 < 6 < 1 < 5 < 2 < 3$

41.

Cele trei ecuații de mai jos descriu o metodă redox de dozare a oxigenului dizolvat în apă.



Cantitatea (în mol) de ioni  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  necesară dozării unui mol de  $\text{O}_2$  dizolvat este:

- A) 0,5 mol
- B) 1 mol
- C) 2 mol
- D) 4 mol
- E) 8 mol

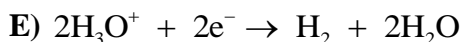
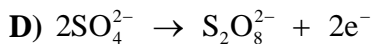
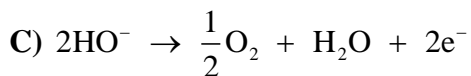
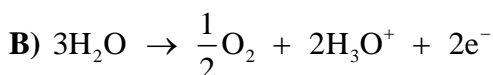
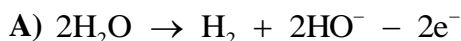
42.

Se dau ionii complecși: (1)  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  și (2)  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ . Este adevărată afirmația:

- A) ionul (1) are geometrie plan-pătrată și ionul (2) are geometrie tetraedrică
- B) ionul (2) are geometrie tetraedrică și ionul (1) are geometrie piramidală
- C) ambii ioni au geometrie tetraedrică
- D) ambii ioni au geometrie plan-pătrată
- E) ionul (1) are geometrie tetraedrică și ionul (2) are geometrie plan-pătrată

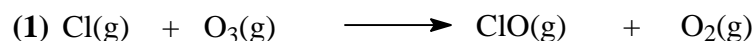
43.

La electroliza soluției diluate de acid sulfuric la anod are loc procesul:



44.

În atmosferă freonul pune în libertate atomi de clor. În procesul de distrugere a ozonului din atmosferă intervin reacțiile:



Este adevărată afirmația:

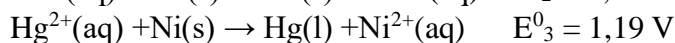
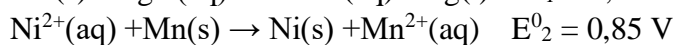
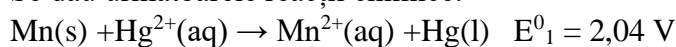
- A)  $\text{O}(\text{g})$  joacă rolul de catalizator
- B)  $\text{Cl}(\text{g})$  joacă rolul de intermediar
- C)  $\text{Cl}(\text{g})$  micșorează energia de activare a reacției (1)

D) reacția globală a distrugerii ozonului este redată de ecuația  $2\text{O}_2(\text{g}) = \text{O}_3(\text{g}) + \text{O}(\text{g})$

E)  $\text{Cl}(\text{g})$  mărește energia de activare a reacției (1)

45.

Se dau următoarele reacții chimice:



Ordinea crescătoare a reactivității celor trei metale este:

A) Mn, Ni, Hg

B) Hg, Ni, Mn

C) Mn, Hg, Ni

D) Hg, Mn, Ni

E) Ni, Hg, Mn

46.

Numărul de oxidare al sulfurii în  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  este:

A) +7

B) +6 și -2

C) +5 și -1

D) +6

E) +6 și 0

47.

Numărul de oxidare al azotului în nitrobenzen este:

A) +5

B) -3

C) -2

D) +2

E) +3

48.

Adiția hidracizilor la alchene este o reacție de adiție electrofilă. Prin adiția acidului clorhidric la 3,3-dimetil-1-butenă se obține ca produs majoritar:

A) 2-cloro-3,3-dimetil-butan

B) 1-cloro-3,3-dimetil-butan

C) 2-cloro-2,3-dimetil-butan

D) 2-cloro-2-metil-pentan

E) 2,2-dimetil-3-clorobutan

49.

La  $25^0 \text{ C}$ , produsul ionic al apei este  $K_w = 10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ . La  $25^0 \text{ C}$  este adevărată afirmația:

A)  $\text{pOH} = 14 - \lg[\text{H}_3\text{O}^+]$

B)  $\text{pH} - \text{pOH} = 7$

C)  $\text{pH} = 14 - \lg[\text{HO}^-]$

D)  $\lg[\text{H}_3\text{O}^+] + \lg[\text{HO}^-] = 14$

E)  $\text{pOH} = 14 + \lg[\text{H}_3\text{O}^+]$

**50.**

Pentru o reacție de forma  $nA \rightarrow P+Q$ , constanta de viteză, la temperatura T, este  $k = 9 \cdot 10^{-4} \text{ mol}^{-2} \cdot \text{dm}^6 \cdot \text{s}^{-1}$ . Reacția decurge după o cinetică de ordin:

- A) 2
- B) 3
- C) 1
- D) 0
- E)  $\frac{3}{2}$

*Subiectele au fost propuse de:*

Conf. dr. Bogdan JURCA, Universitatea din București

Prof. Vasile SOROHAN, Colegiul Național "Costache Negruzzi", Iași

Prof. Irina-Elena POPESCU, Colegiul Național "I. L. Caragiale", Ploiești

Prof. Georgiana LEONTESCU, Colegiul Național "Ienăchiță Văcărescu", Târgoviște

Prof. Iuliana SHAJAANI, Colegiul Național "Matei Basarab", București

Prof. Constantin GUCEANU, Colegiul Național "Mihai Eminescu", Botoșani