

Examenul național de bacalaureat 2023

Proba E. d)

Chimie anorganică

Varianta 6

- Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă zece puncte din oficiu.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

SUBIECTUL I

(40 de puncte)

Subiectul A

Itemii de la 1 la 10 se referă la specii chimice ale căror formule chimice, notate cu litere de la (A) la (F), sunt prezentate mai jos:

(A) NaOH (B) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ (C) NaBr (D) HCN (E) HCl (F) Cu

Pentru fiecare item, notați pe foaia de examen numărul de ordine al itemului însoțit de litera corespunzătoare răspunsului corect. Fiecare item are un singur răspuns corect.

1. Anionul din compoziția substanței (C) are în nucleu:

- a. 11 nucleoni; c. 11 protoni;
b. 35 de nucleoni; d. 35 de protoni.

2. Ionul complex din compoziția substanței (B) are numărul de oxidare:

- a. -1; c. +1;
b. -2; d. +2.

3. Este adevărat că:

- a. acidul conjugat al substanței (D) este CN^- ; c. substanța (A) este o bază slabă;
b. (E) este un acid mai slab ca (D); d. substanța (C) reacționează cu clorul.

4. Este fals că:

- a. (A) formează clor în reacție cu (E); c. (C) formează brom în reacție cu clorul;
b. (A) se neutralizează cu (E); d. (E) are în moleculă 6 electroni neparticipanți.

5. Numărul speciilor chimice din soluția apoasă a substanței (D) este egal cu:

- a. 2; c. 4;
b. 3; d. 5.

6. Despre pila Daniell, la a cărei construcție se utilizează și substanța (F), este adevărat că:

- a. are anodul confecționat din substanța (F); c. la anodul acestuia are loc oxidarea Cu;
b. are anodul confecționat din zinc; d. la catodul acestuia are loc reducerea ionilor Zn^{2+} .

7. La electroliza apei alcalinizată cu substanță (A):

- a. la anod migrează ionii HO^- ; c. în spațiul anodic se formează hidrogen;
b. la catod migrează ionii HO^- ; d. în spațiul catodic se formează oxigen.

8. O soluție apoasă a substanței (E), de concentrație 0,01 M, are pH-ul egal cu:

- a. 2; c. 10^{-12} ;
b. 12; d. 10^{-2} .

9. Raportul masic N : H în substanța (B) este:

- a. 1 : 4; c. 4 : 1;
b. 2 : 7; d. 14 : 3.

10. Conțin aceeași cantitate de azot:

- a. 1 mol de substanță (B) și 3 mol de substanță (D); c. 159 g de substanță (B) și 54 g de substanță (D);
b. 2 mol de substanță (B) și 7 mol de substanță (D); d. 159 g de substanță (B) și 108 g de substanță (D).

30 de puncte

Subiectul B

Citiți următoarele enunțuri. Dacă apreciați că enunțul este adevărat scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunțului și litera A. Dacă apreciați că enunțul este fals scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunțului și litera F.

1. Nucleul unui atom este pozitiv din punct de vedere electric.
2. La dizolvarea clorurii de sodiu în apă, se stabilesc interacții ion-dipol.
3. La electroliză, anodul este electrodul la care au loc procese de oxidare.
4. Într-o soluție cu $\text{pH} = 11$, turnesolul are culoarea roșie.
5. Reacția de neutralizare dintre un acid și o bază este o reacție exotermă.

10 puncte

SUBIECTUL al II-lea**(25 de puncte)****Subiectul C**

1. Atomul unui element chimic are în nucleu 195 de nucleoni și în învelișul electronic 78 de electroni. Determinați numărul protonilor, respectiv numărul de neutroni ai atomului respectiv. **2 puncte**
2. a. Atomul unui element chimic (E) are 3 orbitali monoelectronici în substratul 3p. Scrieți configurația electronică a atomului elementului (E). **4 puncte**
b. Notați poziția în Tabelul periodic (grupa, perioada) a elementului (E). **3 puncte**
3. Modelați formarea legăturilor chimice în molecula de apă, utilizând simbolurile elementelor chimice și puncte pentru reprezentarea electronilor. **2 puncte**
4. a. Modelați procesul de ionizare a atomului de clor, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor. **3 puncte**
b. Notați caracterul electrochimic al clorului. **3 puncte**
5. Se amestecă 50 mL soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 0,02 M cu 250 mL soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 0,2 M cu și cu apă distilată. Se obțin 510 mL de soluție (S), de concentrație x M. Determinați valoarea concentrației molare, x, a soluției (S). **4 puncte**

Subiectul D

1. O metodă de obținere a fierului constă în tratarea oxidului de fier(III) cu carbon, la temperatură ridicată. Ecuația reacției care are loc, este:
$$\dots \text{Fe}_2\text{O}_3 + \dots \text{C} \rightarrow \dots \text{Fe} + \dots \text{CO}$$

a. Scrieți ecuațiile proceselor de oxidare, respectiv de reducere, care au loc în această reacție. **3 puncte**
b. Notați formula chimică a substanței cu rol de agent oxidant. **1 punct**
2. Notați coeficienții stoechiometrici ai ecuației reacției de la **punctul 1**. **3 puncte**
3. a. Scrieți ecuația reacției globale care are loc la electroliza soluției apoase de clorură de sodiu. **1 punct**
b. Calculați masa de hidroxid de sodiu, exprimată în grame, care se obține la electroliza unei soluții apoase ce conține 23,4 g de clorură de sodiu, la un randament al reacției de 75%. **6 puncte**

SUBIECTUL al III-lea**(25 de puncte)****Subiectul E**

1. Ecuația termochimică a reacției de obținere a fierului prin reducerea oxidului de fier(III) cu monoxid de carbon este:
$$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{Fe}(\text{s}) + 24,8 \text{ kJ}$$

Calculați entalpia molară de formare standard a monoxidului de carbon, exprimată în kilojouli pe mol, utilizând ecuația termochimică a reacției de obținere a fierului și entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^\circ_{\text{CO}_2(\text{g})} = -393,5 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})} = -824,2 \text{ kJ/mol}$. **3 puncte**
2. Determinați masa de fier, exprimată în grame, care se obține dacă din reacție a rezultat căldura de 124 kJ. Utilizați informații de la **punctul 1**. **3 puncte**
3. Determinați căldura, exprimată în kilojouli, necesară încălzirii a 5 kg de apă, de la 50 °C la 90 °C. Se consideră că nu au loc pierderi de căldură. **3 puncte**
4. Aplicați legea lui Hess pentru a determina variația de entalpie $\Delta_r H^\circ$, a reacției:
$$\text{C}(\text{s, grafit}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}), \quad \Delta_r H^\circ$$

în funcție de valorile entalpiilor reacțiilor redatate de ecuațiile termochimice:
(1) $\text{C}(\text{s, grafit}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}), \quad \Delta_r H^\circ_1$
(2) $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}), \quad \Delta_r H^\circ_2$
(3) $\text{CO}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}), \quad \Delta_r H^\circ_3$. **4 puncte**
5. Scrieți formulele chimice ale substanțelor: $\text{PbCO}_3(\text{s})$, $\text{SrCO}_3(\text{s})$ și $\text{ZnCO}_3(\text{s})$, în sensul descreșterii stabilității acestora, utilizând entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^\circ_{\text{PbCO}_3(\text{s})} = -699,1 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{SrCO}_3(\text{s})} = -1220,1 \text{ kJ/mol}$ și $\Delta_f H^\circ_{\text{ZnCO}_3(\text{s})} = -812,8 \text{ kJ/mol}$. **2 puncte**

Subiectul F

1. Scrieți ecuația reacției globale care are loc în timpul funcționării acumulatorului cu plumb. **2 puncte**
2. Pentru o reacție de tipul $A + B \rightarrow \text{produsi}$ se constată că viteza de reacție se dublează atunci când se dublează concentrația reactantului (B), iar concentrația reactantului (A) rămâne constantă. Dacă concentrațiile ambilor reactanți se dublează, viteza de reacție crește de 16 ori. Determinați ordinele de reacție în raport cu fiecare reactant. **3 puncte**
3. a. Într-o butelie se află 4,4 g de dioxid de carbon, la 27°C și 3 atm. Calculați volumul buteliei, exprimat în litri. **2 puncte**
b. Determinați masa de dioxid de carbon, exprimată în grame, care ocupă un volum de 5,6 L, măsurat în condiții normale de temperatură și de presiune. **5 puncte**

Numere atomice: H- 1; O- 8; Na- 11; Cl - 17; Br- 35.

Mase atomice: H- 1; C- 12; N- 14; O- 16; Na- 23; Cl- 35,5; Fe- 56; Br- 80; Ag- 108.

Căldura specifică a apei: $c = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Volumul molar (condiții normale): $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Constanta molară a gazelor: $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Numărul lui Avogadro: $N = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Examenul național de bacalaureat 2023

Proba E. d)

Chimie anorganică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Varianta 6

- Se punctează orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct, dar se pot acorda punctaje intermediare pentru rezolvări parțiale, în limitele punctajului indicat în barem.
- Se acordă zece puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea la zece a punctajului total acordat pentru lucrare.

SUBIECTUL I (40 de puncte)

Pentru itemii acestui subiect, în situația în care, candidatul scrie numărul itemului însoțit de mai multe litere și nu de o singură literă, așa cum prevede cerința, se acordă 0 puncte.

Subiectul A **30 de puncte**
(10x3p)

1. d; 2. c; 3. d; 4. a; 5. c; 6. b; 7. a; 8. a; 9. c; 10. c.

Subiectul B **10 puncte**
(5x2p)

1. A; 2. A; 3. A; 4. F; 5. A.

SUBIECTUL al II-lea (25 de puncte)

Subiectul C **15 puncte**

1. numărul protonilor: 78 (1p), numărul de neutroni 117 (1p) **2 p**
2. a. scrierea configurației electronice a atomului elementului (E): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ (2p)
- b. notarea poziției elementului (E) în Tabelul periodic: grupa 15 sau VA (1p), perioada 3 (1p) **4 p**
3. modelarea formării legăturilor chimice în molecula de apă, utilizând simbolurile elementelor chimice și puncte pentru reprezentarea electronilor **2 p**
4. a. modelarea procesului de ionizare a atomului de clor, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor (2p)
- b. notarea caracterului electrochimic al clorului: caracter electronegativ (1p) **3 p**
5. raționament corect (3p), calcule (1p), $c = 0,1 \text{ M}$ **4 p**

Subiectul D **10 puncte**

1. a. scrierea ecuațiilor proceselor de oxidare a carbonului (1p), respectiv de reducere a fierului (1p)
- b. notarea formulei chimice a substanței cu rol de agent oxidant: Fe_2O_3 (1p) **3 p**
2. notarea coeficienților stoechiometrici ai ecuației reacției:
- $$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO} \quad \text{1 p}$$
3. a. scrierea ecuației reacției globale care are loc la electroliza soluției apoase de clorură de sodiu-pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților stoechiometrici ai ecuației reacției (1p)
- b. raționament corect (3p), calcule (1p), $m = 12 \text{ g}$ de hidroxid de sodiu **6 p**

SUBIECTUL al III-lea (25 de puncte)

Subiectul E **15 puncte**

1. raționament corect (2p), calcule (1p), $\Delta_f H^\circ_{\text{CO(g)}} = -110,5 \text{ kJ/mol}$ **3 p**
2. raționament corect (2p), calcule (1p), $m = 560 \text{ g}$ de fier **3 p**
3. raționament corect (2p), calcule (1p), $Q = 836 \text{ kJ}$ **3 p**
4. raționament corect (4p): $\Delta_r H^\circ = \Delta_f H^\circ_1 - \Delta_f H^\circ_2 - \Delta_f H^\circ_3$ **4 p**
5. scrierea formulelor chimice în sensul descreșterii stabilității substanțelor: $\text{SrCO}_3(\text{s})$, $\text{ZnCO}_3(\text{s})$, $\text{PbCO}_3(\text{s})$ **2 p**

Subiectul F **10 puncte**

1. scrierea ecuației reacției globale care are loc în timpul funcționării acumulatorului cu plumb-pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților stoechiometrici ai ecuației reacției (1p) **2 p**
2. raționament corect (2p), calcule (1p), $n_A = 3$; $n_B = 1$ **3 p**
3. a. raționament corect (2p), calcule (1p), $V = 0,82 \text{ L}$
- b. raționament corect (1p), calcule (1p), $m = 11 \text{ g}$ de dioxid de carbon **5 p**