

- 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) $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ (C) KI (D) H_2CO_3 (E) H_3O^+ (F) PbO_2

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. Cationul din compoziția substanței (C) are sarcina nucleară:

- a. +19; c. +53;
b. +39; d. +127.

2. Numărul liganzilor din compoziția substanței (B) este egal cu:

- a. 1; c. 4;
b. 3; d. 6.

3. Este adevărat că:

- a. acidul conjugat al substanței (D) este HCO_3^- ; c. în soluțiile apoase de acid clorhidric există specia (E);
b. ionul metalic central din substanța (B) are N.O. = +3; d. substanța (C) **nu** reacționează cu clorul.

4. Substanța (A):

- a. este o bază tare; c. **nu** reacționează cu clorul;
b. **nu** reacționează cu acidul clorhidric; d. se dizolvă în apă cu absorbție de căldură.

5. La formarea speciei chimice (E) dintr-o moleculă de apă și un proton, legătura care se stabilește este:

- a. covalentă; c. de hidrogen;
b. covalent-coordinativă; d. ionică.

6. În timpul funcționării acumulatorului cu plumb (când debitează curent electric), substanța (F):

- a. este anodul; c. se formează la anod;
b. este catodul; d. se formează la catod.

7. La electroliza soluției apoase a substanței (C):

- a. la anod migrează ionii K^+ și H_3O^+ ; c. în spațiul catodic se formează iod;
b. la catod migrează ionii I^- și HO^- ; d. în spațiul catodic se formează hidrogen.

8. O soluție apoasă a substanței (A), de concentrație 0,001 M, are pH-ul egal cu:

- a. 3; c. 10^{-11} ;
b. 11; d. 10^{-3} .

9. Raportul masic Fe : C în substanța (B) este:

- a. 18 : 7; c. 49 : 27;
b. 7 : 18; d. 27 : 49.

10. Conțin aceeași cantitate de carbon:

- a. 1 mol de substanță (B) și 8 mol de substanță (D); c. 860 g de substanță (B) și 1116 g de substanță (D);
b. 2 mol de substanță (B) și 18 mol de substanță (D); d. 1116 g de substanță (B) și 860 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. Ionii Na^+ și O^{2-} sunt izoelectronici cu atomul de argon.
2. Acidul cianhidric ionizează în două trepte.
3. La electroliza soluției apoase de clorură de sodiu se obține clor.
4. Într-o soluție cu $\text{pH} = 1$, turnesolul are culoarea albastră.
5. Reacția dintre acidul clorhidric și hidroxidul de sodiu are loc cu transfer de protoni.

10 puncte

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

1. Atomul unui element chimic are în nucleu 45 de neutroni și în învelișul electronic 35 de electroni. Determinați numărul protonilor, respectiv numărul de masă al atomului respectiv. **2 puncte**
2. a. Atomul unui element chimic (E) are în învelișul de electroni doi orbitali dielectronici și doi orbitali monoelectronici. Scrieți configurația electronică a atomului elementului (E).
b. Notați poziția în Tabelul periodic (grupa, perioada) a elementului (E). **4 puncte**
3. Modelați formarea legăturii chimice în molecula de clor, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor. **2 puncte**
4. a. Modelați procesul de ionizare a atomului de magneziu, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor.
b. Notați caracterul chimic al magneziului. **3 puncte**
5. Se amestecă 250 mL soluție de acid clorhidric de concentrație 0,02 M cu 50 mL soluție de acid clorhidric de concentrație 0,1 M cu și cu apă distilată. Se obțin 500 mL de soluție (S), de concentrație x M. Determinați valoarea concentrației molare, x, a soluției (S). **4 puncte**

Subiectul D

1. Apa reacționează, în anumite condiții, cu fluorul. Ecuația reacției care are loc, este:
$$\dots F_2 + \dots H_2O \rightarrow \dots HF + \dots O_2$$

a. Scrieți ecuațiile proceselor de oxidare, respectiv de reducere, care au loc în această reacție.
b. Notați formula chimică a substanței cu rol de agent oxidant. **3 puncte**
2. Notați coeficienții stoechiometrici ai ecuației reacției de la **punctul 1**. **1 punct**
3. a. Scrieți ecuația reacției globale care are loc la electroliza topiturii de clorură de sodiu.
b. Calculați masa de sodiu, exprimată în grame, care se obține la electroliza a 11,7 g de clorură de sodiu topită, la un randament al reacției de 90%. **6 puncte**

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

1. Ecuația termochimică a reacției de ardere a acetilenei este:
$$C_2H_2(g) + 5/2 O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(g) + 1256,2 \text{ kJ}$$

Calculați entalpia molară de formare standard a acetilenei, exprimată în kilojouli pe mol, utilizând ecuația termochimică a reacției de ardere a acesteia și entalpiile molare de formare standard: $\Delta_f H^0_{CO_2(g)} = -393,5 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^0_{H_2O(g)} = -241,8 \text{ kJ/mol}$. **3 puncte**
2. Determinați masa de acetilenă, exprimată în grame, care trebuie supusă arderii pentru ca din reacție să rezulte căldura de 628,1 kJ. Utilizați informații de la **punctul 1**. **3 puncte**
3. Determinați masa de apă, exprimată în kilograme, care poate fi încălzită de la 26 °C la 76 °C, utilizând 836 kJ, căldură rezultată la arderea unui combustibil. Se consideră că nu au loc pierderi de căldură. **3 puncte**
4. Aplicați legea lui Hess pentru a determina variația de entalpie $\Delta_r H^0$, a reacției:
$$C_2H_2(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_4(g), \quad \Delta_r H^0$$

în funcție de valorile entalpiilor reacțiilor redacte de ecuațiile termochimice:
(1) $2C_2H_2(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(g), \quad \Delta_r H^0_1$
(2) $C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g), \quad \Delta_r H^0_2$
(3) $O_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow 2H_2O(g), \quad \Delta_r H^0_3$. **4 puncte**
5. Scrieți formulele chimice ale substanțelor: $NO_2(g)$, $SO_2(g)$ și $CO_2(g)$, în sensul descreșterii stabilității acestora, utilizând entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^0_{NO_2(g)} = +91,3 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^0_{CO_2(g)} = -393,5 \text{ kJ/mol}$ și $\Delta_f H^0_{SO_2(g)} = -296,8 \text{ kJ/mol}$. **2 puncte**

Subiectul F

1. Scrieți ecuația reacției care are loc în timpul funcționării pilei Daniell. **2 puncte**
2. Pentru o reacție de tipul $A \rightarrow$ produși se constată că la o creștere a concentrației reactantului (A) de 3 ori, viteza de reacție crește de 9 ori. Determinați ordinul de reacție. **3 puncte**
3. a. Într-o butelie cu volumul de 1,23 L, se află 1,4 g de azot, la 27°C. Calculați presiunea azotului din butelie, exprimată în atmosfere.
b. Determinați masa de azot, exprimată în grame, care conține $12,044 \cdot 10^{23}$ atomi. **5 puncte**

Numere atomice: O- 8; Ne- 10; Na- 11; Mg- 12; Cl- 17; Ar- 18; K- 19; I- 53.

Mase atomice: H- 1; C- 12; N- 14; O- 16; Na- 23; Cl- 35,5; K- 39; Fe- 56; I- 127.

Căldura specifică a apei: $c = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Constanta molară a gazelor: $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Volumul molar (condiții normale): $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

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 5

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

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

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

SUBIECTUL al II-lea (25 de puncte)

Subiectul C **15 puncte**

1. numărul protonilor: 35 (1p), numărul de masă: A = 80 (1p) **2 p**
2. a. scrierea configurației electronice a atomului elementului (E): $1s^2 2s^2 2p^2$ (2p)
- b. notarea poziției elementului (E) în Tabelul periodic: grupa 14 sau IVA (1p), perioada 2 (1p) **4 p**
3. modelarea formării legăturii chimice în molecula de clor, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor **2 p**
4. a. modelarea procesului de ionizare a atomului de magneziu, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor (2p)
- b. notarea caracterului chimic al magneziului: caracter metalic (1p) **3 p**
5. raționament corect (3p), calcule (1p), $c = 0,02 \text{ M}$ **4 p**

Subiectul D **10 puncte**

1. a. scrierea ecuațiilor proceselor de oxidare a oxigenului (1p), respectiv de reducere a fluorului (1p)
- b. notarea formulei chimice a substanței cu rol de agent oxidant: F_2 (1p) **3 p**
2. notarea coeficienților stoechiometrici ai ecuației reacției:
- $$2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$$
- 1 p**
3. a. scrierea ecuației reacției globale care are loc la electroliza topiturii de clorură de sodiu-pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactantului și produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților stoechiometrici ai ecuației reacției (1p)
- b. raționament corect (3p), calcule (1p), $m = 4,14 \text{ g}$ de sodiu **6 p**

SUBIECTUL al III-lea (25 de puncte)

Subiectul E **15 puncte**

1. raționament corect (2p), calcule (1p), $\Delta_f H^\circ_{\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})} = +227,4 \text{ kJ/mol}$ **3 p**
2. raționament corect (2p), calcule (1p), $m = 13 \text{ g}$ de acetilenă **3 p**
3. raționament corect (2p), calcule (1p), $m = 4 \text{ kg}$ de apă **3 p**
4. raționament corect (4p): $\Delta_f H^\circ = 1/2 \Delta_f H^\circ_1 - \Delta_f H^\circ_2 + 1/2 \Delta_f H^\circ_3$ **4 p**
5. scrierea formulelor chimice în sensul descreșterii stabilității substanțelor: $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{SO}_2(\text{g})$, $\text{NO}_2(\text{g})$ **2 p**

Subiectul F **10 puncte**

1. scrierea ecuației reacției care are loc în timpul funcționării pilei Daniell **2 p**
2. raționament corect (2p), calcule (1p), $n_A = 2$ **3 p**
3. a. raționament corect (2p), calcule (1p), $p = 1 \text{ atm}$
- b. raționament corect (1p), calcule (1p), $m = 28 \text{ g}$ de azot **5 p**