

- 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 substanțe, ale căror formule chimice notate cu litere de la (A) la (F), sunt prezentate mai jos:

(A) NaCl (B) Cl₂ (C) [Cu(NH₃)₄](OH)₂ (D) HCl (E) H₂O (F) N₂

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. Substanțele formate din molecule sunt în număr de:

- a. 4;
- b. 3;
- c. 2;
- d. 1.

2. Elementul chimic comun din compoziția substanțelor (A), (B) și (D):

- a. aparține blocului s de elemente;
- b. are caracter metalic;
- c. este mai puțin reactiv decât bromul;
- d. este mai puțin reactiv decât fluorul.

3. Despre substanța (C) este adevărat că:

- a. este reactivul Tollens;
- b. ionul său metalic central este monovalent;
- c. liganzii sunt ionii hidroxid;
- d. sarcina ionului complex este +2.

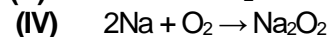
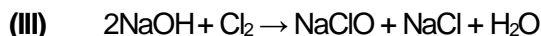
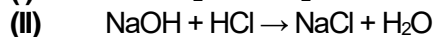
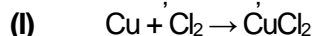
4. Despre substanța (A) este adevărat că:

- a. este dură, dar casantă;
- b. conduce curentul electric în stare solidă;
- c. se dizolvă în solvenți nepolari;
- d. soluția sa apoasă este dulce.

5. Este fals că:

- a. (B) **nu** reacționează cu apa;
- b. (D) are electroni neparticipanți în moleculă;
- c. (E) este solidă la temperaturi negative;
- d. (F) are o legătură covalentă triplă în moleculă.

6. Se consideră ecuațiile reacțiilor:



Au loc cu transfer de electroni:

- a. două reacții;
- b. o reacție;
- c. patru reacții;
- d. trei reacții.

7. O soluție apoasă a substanței (D), de concentrație 0,01 M, are:

- a. pH = 2;
- b. pH = 7;
- c. pH = 10;
- d. pH = 11.

8. În cristalele substanței (A), fiecare ion pozitiv este înconjurat în imediata sa vecinătate, de:

- a. un ion negativ;
- b. trei ioni negativi;
- c. patru ioni negativi;
- d. șase ioni negativi.

9. În 33,2 g de substanță (C), sunt:

- a. 1,12 g de azot;
- b. 2,8 g de hidrogen;
- c. 4,6 g de oxigen;
- d. 18,2 g de cupru.

10. Există aceeași masă de clor în:

- a. 1 mol (A) și 2 mol (D);
- b. 2 mol (A) și 1 mol (D);
- c. 5,85 g (A) și 3,65 g (D);
- d. 17,55 g (A) și 7,3 g (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. Într-un orbital pot exista simultan maxim doi electroni cu spinul opus.
2. Ionul de sodiu este izoelectronic cu atomul de neon.
3. La dizolvarea acidului clorhidric în apă au loc interacțiuni dipol-dipol.
4. În pila Daniell puntea de sare asigură contactul electric dintre soluții.
5. Dizolvarea hidroxidului de sodiu în apă este un fenomen exoterm.

10 puncte

SUBIECTUL al II-lea

(25 de puncte)

Subiectul C

- Numărul de masă al unui atom este 73. Știind că atomul are în nucleu 41 de neutroni, determinați numărul de protoni, respectiv de electroni ai acestuia. **2 puncte**
- a. Atomul unui element chimic (E) are în învelișul electronic cinci substraturi ocupate cu electroni și trei electroni de valență. Scrieți configurația electronică a atomului elementului (E).
b. Notați poziția în Tabelul periodic (grupa, perioada) a elementului (E). **4 puncte**
- Modelați formarea legăturii chimice în molecula de clor, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor. **2 puncte**
- a. Modelați procesul de ionizare a atomului de sulf, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor.
b. Notați caracterul chimic al sulfului. **3 puncte**
- Se amestecă 300 mL soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 0,2 M cu 200 mL soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 0,6 M cu și cu apă distilată. Se obțin 600 mL de soluție (S), de concentrație x M. Determinați valoarea concentrației molare necunoscute, x . **4 puncte**

Subiectul D

- Permanganatul de potasiu reacționează cu clorura de cupru(I) în mediu acid. Ecuația reacției care are loc este:
$$\dots \text{KMnO}_4 + \dots \text{CuCl} + \dots \text{HCl} \rightarrow \dots \text{KCl} + \dots \text{MnCl}_2 + \dots \text{CuCl}_2 + \dots \text{H}_2\text{O}.$$

a. Scrieți ecuațiile proceselor de oxidare, respectiv de reducere, care au loc în această reacție.
b. Notați rolul clorurii de cupru(I) (agent oxidant/agent reducător). **3 puncte**
- Notați coeficienții stoechiometrici ai ecuației reacției de la **punctul 1**. **1 punct**
- a. Scrieți ecuația reacției care are loc la electroliza unei soluții apoase de clorură de sodiu.
b. Calculați volumul de hidrogen, exprimat în litri, măsurat în condiții normale de temperatură și de presiune, obținut din 23,4 g de clorură de sodiu, la un randament al reacției de 95%. **6 puncte**

SUBIECTUL al III-lea

(25 de puncte)

Subiectul E

- Ecuația termochimică a reacției de obținere a clorului prin oxidarea acidului clorhidric, este:
$$4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 114 \text{ kJ}.$$

Calculați entalpia molară de formare standard a acidului clorhidric, exprimată în kilojouli pe mol, utilizând ecuația termochimică a reacției de oxidare a acestuia și entalpia molară de formare standard: $\Delta_f H^\circ_{\text{H}_2\text{O}(\text{g})} = -241,6 \text{ kJ/mol}$. **3 puncte**
- Determinați căldura, exprimată în kilojouli, care se obține dacă se oxidează 7,3 g de acid clorhidric. Utilizați informații de la **punctul 1**. **3 puncte**
- Pentru încălzirea a 2 kg de apă au fost necesari 418 kJ, căldură obținută la arderea unui combustibil. Determinați variația de temperatură, exprimată în grade Celsius, înregistrată la încălzirea apei. Se consideră că nu au avut loc pierderi de căldură. **3 puncte**
- Aplicați legea lui Hess pentru a determina variația de entalpie $\Delta_r H^\circ$, a reacției:
$$4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}), \quad \Delta_r H^\circ$$

în funcție de valorile entalpiilor reacțiilor redade de ecuațiile termochimice:
(1) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g}), \quad \Delta_f H_1^\circ$
(2) $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}), \quad \Delta_f H_2^\circ$
(3) $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}), \quad \Delta_f H_3^\circ.$ **4 puncte**
- Scrieți formulele chimice ale substanțelor: $\text{NaClO}_4(\text{s})$, $\text{CsClO}_4(\text{s})$ și $\text{KClO}_4(\text{s})$, în sensul creșterii stabilității acestora, utilizând entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^\circ_{\text{NaClO}_4(\text{s})} = -383,3 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{CsClO}_4(\text{s})} = -443,1 \text{ kJ/mol}$ și $\Delta_f H^\circ_{\text{KClO}_4(\text{s})} = -432,8 \text{ kJ/mol}$. **2 puncte**

Subiectul F

- Scrieți ecuația reacției de ionizare a acidului clorhidric, în soluție apoasă. **2 puncte**
- La încălzire, oxidul de etenă se descompune în metan și monoxid de carbon. Ecuația reacției care are loc este:
$$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}).$$

La 415 °C, au fost înregistrate următoarele date experimentale:

Experimentul	$[\text{C}_2\text{H}_4\text{O}]$ (mol·L ⁻¹)	v (mol·L ⁻¹ ·s ⁻¹)
1	$4,275 \cdot 10^{-3}$	$8,76 \cdot 10^{-7}$
2	$2,850 \cdot 10^{-3}$	$5,84 \cdot 10^{-7}$

Determinați ordinul de reacție. **3 puncte**

- a. Într-o incintă închisă se află 7 mol de heliu la 1,4 atm și 227 °C. Calculați volumul heliului din incintă, exprimat în litri.
b. Determinați masa de apă, care conține $9,033 \cdot 10^{22}$ molecule, exprimată în grame. **5 puncte**

Numere atomice: N- 7; Ne- 10; Na- 11; S- 16; Cl- 17. **Mase atomice:** H- 1; N- 14; O- 16; Na- 23; Cl- 35,5; Cu- 64.

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

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

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

Numărul lui Avogadro: $N = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.