

- 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) Cl_2

(B) HCl

(C) CuSO_4

(D) NaCl

(E) NaClO

(F) O^{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. În rețeaua cristalină a compusului (D) raportul dintre ionii de sodiu și ionii clorură este:

a. 1 : 1;

c. 1 : 3.

b. 1 : 2;

d. 2 : 1.

2. Specia chimică (F) este izoelectronică cu:

a. atomul de argon;

c. ionul de clor;

b. atomul de kripton;

d. ionul de sodiu.

3. Referitor la substanța (B), este adevărat că:

a. baza sa conjugată este (A);

c. reacționează cu NaOH cu absorbție de căldură;

b. *nu* există sub formă de molecule în soluție apoasă;

d. soluția sa apoasă *nu* modifică culoarea turnesolului.

4. Despre substanța (C), implicată în construcția și funcționarea pilei Daniell, este adevărat că:

a. se formează în timpul funcționării pilei;

c. se utilizează în construcția semicelulei zincului;

b. se utilizează în construcția semicelulei cuprului;

d. soluția sa apoasă este incoloră.

5. Substanțele (D) și (E) sunt produși ai reacției dintre substanța (A) și:

a. acid clorhidric;

c. hidroxid de sodiu;

b. apă;

d. sodiu.

6. Numărul de oxidare al clorului în substanța (E) este:

a. -2;

c. 0;

b. -1;

d. +1.

7. Specia chimică (A):

a. formează hidrogen în reacție cu apă;

c. *nu* reacționează cu bromura de sodiu;

b. *nu* reacționează cu apă;

d. poate substitui iodul din iodura de potasiu.

8. Concentrația molară a ionilor hidroniu într-o soluție apoasă a substanței (B), cu $\text{pH} = 1$, are valoarea:

a. $10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;

c. $10^7 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;

b. $10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;

d. $10^{13} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

9. În specia chimică (C) procentajul masic al oxigenului, este:

a. egal cu al cuprului;

c. mai mare decât al cuprului;

b. egal cu al sulfului;

d. mai mic decât al sulfului.

10. Sunt 7,1 g de clor în:

a. 1 mol (B);

c. 7,3 g (B);

b. 1 mol (D);

d. 58,5 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. Elementul chimic reprezintă specia de atomi cu aceeași sarcină nucleară.

2. Izotopii unui element chimic au număr diferit de electroni.

3. Între moleculele de apă, în stare lichidă, se stabilesc legături de hidrogen.

4. La dizolvarea clorurii de sodiu în apă, dipolii apei se orientează cu polul pozitiv către ionii de clor.

5. În ionul complex $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ moleculele de amoniac au rol de ligand.

10 puncte

SUBIECTUL al II-lea

(25 de puncte)

Subiectul C

- Un atom cu sarcina nucleară +56 are 137 de nucleoni. Determinați numărul de protoni, respectiv de neutroni al acestui atom. **2 puncte**
- a. Atomul unui element chimic (E) are patru electroni de valență în stratul al doilea. Scrieți configurația electronică a atomului elementului (E).
b. Notați poziția în Tabelul periodic (grupa, perioada) a elementului (E). **4 puncte**
- Modelați procesul de ionizare a atomului de azot, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor. **2 puncte**
- a. Modelați formarea legăturii chimice în molecula de acid clorhidric, utilizând simbolurile elementelor chimice și puncte pentru reprezentarea electronilor.
b. Notați tipul legăturii covalente (nepolară/polară) dintre atomi, în molecula de acid clorhidric. **3 puncte**
- Se amestecă 400 mL soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 0,15 M cu 300 mL soluție de hidroxid de sodiu de concentrație x M cu și cu apă distilată. Se obțin 900 mL de soluție (S), de concentrație 0,3 M. Determinați valoarea concentrației molare necunoscute, x . **4 puncte**

Subiectul D

- Iodura de potasiu reacționează cu sulfatul de fier(III). Ecuația reacției care are loc este:
$$\dots \text{KI} + \dots \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \dots \text{I}_2 + \dots \text{FeSO}_4 + \dots \text{K}_2\text{SO}_4.$$

a. Scrieți ecuațiile proceselor de oxidare, respectiv de reducere, care au loc în această reacție.
b. Notați rolul sulfatului de fier(III) (agent oxidant/agent reducător). **3 puncte**
- Notați coeficienții stoechiometrici ai ecuației reacției de la *punctul 1*. **1 punct**
- a. Scrieți ecuația reacției dintre fier și clor.
b. Calculați masa de fier, exprimată în grame, necesară obținerii a 130 g de sare, în reacție cu clorul, la un randament al reacției de 80%. **6 puncte**

SUBIECTUL al III-lea

(25 de puncte)

Subiectul E

- Nitrometanul poate fi utilizat drept combustibil. Ecuația termochimică a reacției de ardere a nitrometanului este:
$$2\text{CH}_3\text{NO}_2(\text{l}) + 3/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) + 1286,6 \text{ kJ}.$$

Calculați entalpia molară de formare standard a nitrometanului, $\Delta_f H^\circ_{\text{CH}_3\text{NO}_2(\text{l})}$, exprimată în kilojouli pe mol, utilizând ecuația termochimică a reacției de ardere a nitrometanului și entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^\circ_{\text{CO}_2(\text{g})} = -393,5 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{H}_2\text{O}(\text{g})} = -241,6 \text{ kJ/mol}$. **3 puncte**
- Determinați căldura, exprimată în kilojouli, rezultată în urma arderii a 48,8 g de nitrometan. Utilizați informații de la *punctul 1*. **3 puncte**
- Pentru încălzirea a 8 kg de apă au fost necesari 167,2 kJ, căldură obținută la arderea unui combustibil. Determinați variația de temperatură, exprimată în kelvini, 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:
$$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{HCN}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}), \Delta_r H^\circ$$

în funcție de valorile entalpiilor reacțiilor redade de ecuațiile termochimice:
(1) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}), \Delta_f H_1^\circ$
(2) $\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{C}(\text{s,grafit}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCN}(\text{g}), \Delta_f H_2^\circ$
(3) $\text{C}(\text{s,grafit}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}), \Delta_f H_3^\circ$. **4 puncte**
- Scrieți formulele chimice ale substanțelor: $\text{CoSO}_4(\text{s})$, $\text{CuSO}_4(\text{s})$, și $\text{FeSO}_4(\text{s})$ în sensul creșterii stabilității acestora, utilizând entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^\circ_{\text{CoSO}_4(\text{s})} = -888,3 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{CuSO}_4(\text{s})} = -771,4 \text{ kJ/mol}$ și $\Delta_f H^\circ_{\text{FeSO}_4(\text{s})} = -928,4 \text{ kJ/mol}$. **2 puncte**

Subiectul F

- Scrieți ecuația reacției de ionizare a acidului cianhidric, în soluție apoasă. **2 puncte**
- Ecuația reacției de descompunere a dioxidului de azot este: $2\text{NO}_2 \rightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$. Calculați viteza medie de formare a monoxidului de azot, exprimată în moli \cdot litru⁻¹ \cdot secundă⁻¹, în intervalul de timp 0 – 40 s. Utilizați informații din tabel:

timp (s)	$[\text{NO}_2]$ mol \cdot L ⁻¹
0	0,1000
40	0,0040

- a. O butelie cu volumul de 41 L este umplută cu clor, la 27°C și 3 atm. Calculați cantitatea de clor din butelie, exprimată în moli. **3 puncte**
b. Determinați masa de apă, exprimată în grame, care conține $12,044 \cdot 10^{23}$ molecule. **5 puncte**

Numere atomice: H- 1; N- 7; O- 8; Na- 11; Cl- 17; Ar- 18; Kr- 36. **Căldura specifică a apei:** $c = 4,18 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

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

Mase atomice: H- 1; C- 12; N- 14; O- 16; Na- 23; S- 32; Cl- 35,5; Fe- 56; Cu- 64.