

- 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) KI (B) N₂ (C) HCl (D) [Ag(NH₃)₂]OH (E) H₂O (F) NaCl

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. Atomul elementului chimic comun din compoziția substanțelor (B) și (D), are în învelișul electronic:

- a. trei electroni de valență; c. trei substraturi ocupate cu electroni;
b. trei orbitali dielectronici; d. trei straturi ocupate cu electroni.

2. Substanțele formate din molecule diatomice sunt:

- a. (A) și (B); c. (B) și (C);
b. (A) și (C); d. (B) și (E).

3. Despre substanța (D) este adevărat că:

- a. are numărul de coordinare 3; c. ionul metalic central este monovalent;
b. este reactivul Schweizer; d. sarcina ionului complex este -1.

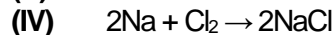
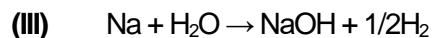
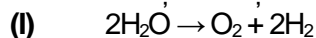
4. La electroliza soluției apoase a substanței (A):

- a. în spațiul anodic se formează hidrogen; c. la anod are loc reducerea ionilor K⁺;
b. în spațiul catodic se formează iod; d. la anod are loc oxidarea ionilor I⁻.

5. Este fals că:

- a. (A) reacționează cu clorul; c. (E) este lichidă, în condiții standard;
b. (C) ionizează la dizolvare în apă; d. (F) reacționează cu bromul.

6. Se consideră ecuațiile reacțiilor:



Are loc cu transfer de protoni reacția:

- a. (I); c. (III);
b. (II); d. (IV).

7. O probă de 0,2 L de soluție apoasă care conține 0,02 mol de substanță (C), are:

- a. $p\text{H} = 1$; c. $p\text{H} = 10$;
b. $p\text{H} = 7$; d. $p\text{H} = 11$.

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

- a. un ion de sodiu; c. patru ioni de sodiu;
b. trei ioni de sodiu; d. șase ioni de sodiu.

9. În 31,8 g de substanță (D), sunt:

- a. 1,4 g de hidrogen; c. 2,8 g de azot;
b. 2,16 g de argint; d. 3,6 g de oxigen.

10. Există aceeași masă de hidrogen în:

- a. 1 mol (C) și 2 mol (E); c. 7 mol (D) și 1 mol (E);
b. 3,65 g (C) și 1,8 g (E); d. 95,4 g (D) și 37,8 g (E).

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. Magneziul face parte din blocul de elemente *p*.
2. Reacția dintre sodiu și apă este o reacție rapidă.
3. În soluție apoasă, ionii Fe³⁺ formează cu ionii [Fe(CN)₆]⁴⁻ un precipitat albastru.
4. Într-o soluție cu $p\text{H} = 12$, turnesolul are culoarea albastră.
5. La anodul unui element galvanic are loc procesul de oxidare.

10 puncte

SUBIECTUL al II-lea

(25 de puncte)

Subiectul C

- Numărul de masă al unui atom este 91. Știind că atomul are în nucleu 40 de protoni, determinați numărul de neutroni, respectiv de electroni ai acestuia. **2 puncte**
- a. Atomul unui element chimic (E) are în învelișul de electroni cinci substraturi ocupate cu electroni. Știind că, în substraturile ocupate cu electroni, atomul are un orbital vacant, scrieți configurația electronică a atomului respectiv. **4 puncte**
b. Notați poziția în Tabelul periodic (grupa, perioada) a elementului (E). **4 puncte**
- Modelați formarea legăturilor chimice în molecula de apă, utilizând simbolurile elementelor chimice și puncte pentru reprezentarea electronilor. **2 puncte**
- a. Modelați procesul de ionizare a atomului de sodiu, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor. **3 puncte**
b. Notați caracterul electrochimic al sodiului. **3 puncte**
- Se amestecă 450 mL soluție de acid clorhidric de concentrație 0,02 M cu 100 mL soluție de acid clorhidric de concentrație 0,01 M cu și cu apă distilată. Se obțin 1000 mL de soluție (S), de concentrație x M. Determinați valoarea concentrației molare, x , a soluției (S). **4 puncte**

Subiectul D

- Fierul reacționează cu acidul azotic, în soluție diluată. Ecuația reacției care are loc este:
$$\dots\text{Fe} + \dots\text{HNO}_3 \rightarrow \dots\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \dots\text{NO} + \dots\text{H}_2\text{O}.$$

a. Scrieți ecuațiile proceselor de oxidare, respectiv de reducere, care au loc în această reacție. **3 puncte**
b. Notați denumirea agentului reducător. **1 punct**
- Notați coeficienții stoechiometrici ai ecuației reacției de la **punctul 1**. **1 punct**
- a. Scrieți ecuația reacției dintre magneziu și apă. **3 puncte**
b. Calculați masa de hidroxid de magneziu, exprimată în grame, obținută din 4,8 g de magneziu în reacția cu apa, la un randament al reacției de 90%. **6 puncte**

SUBIECTUL al III-lea

(25 de puncte)

Subiectul E

- În reacția dintre monoxidul de carbon și hidrogen se obține metan. Ecuația termochimică a reacției este:
$$4\text{CO}(\text{g}) + 8\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 746,9 \text{ kJ}.$$

Calculați entalpia molară de formare standard a metanului, exprimată în kilojouli pe mol, utilizând ecuația termochimică a reacției și entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^\circ_{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} = -285,8 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{CO}(\text{g})} = -110,5 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{CO}_2(\text{g})} = -393,5 \text{ kJ/mol}$. **3 puncte**
- Determinați căldura, exprimată în kilojouli, rezultată în reacția de obținere a 4,8 g de metan. Utilizați informații de la **punctul 1**. **3 puncte**
- Pentru încălzirea unei probe de apă, de la 25 °C la 35 °C, au fost necesari 209 kJ. Determinați masa probei de apă supusă încălzirii, exprimată în kilograme. Se consideră că nu au avut loc pierderi de căldură. **3 puncte**
- Aplicați legea lui Hess pentru a determina variația de entalpie $\Delta_f H^\circ$, a reacției:
$$\text{CHCl}_3(\text{l}) + 3\text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}), \quad \Delta_f H^\circ$$

în funcție de valorile entalpiilor reacțiilor redade de ecuațiile termochimice:
(1) $1/2\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HCl}(\text{g}), \quad \Delta_f H_1^\circ$
(2) $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s, grafit}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}), \quad \Delta_f H_2^\circ$
(3) $\text{C}(\text{s, grafit}) + 1/2\text{H}_2(\text{g}) + 3/2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CHCl}_3(\text{l}), \quad \Delta_f H_3^\circ$. **4 puncte**
- Scrieți formulele chimice ale substanțelor: $\text{CHCl}_3(\text{g})$, $\text{CH}_2\text{Cl}_2(\text{g})$ și $\text{CH}_3\text{Cl}(\text{g})$, în sensul creșterii stabilității acestora, utilizând entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^\circ_{\text{CHCl}_3(\text{g})} = -102,7 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{CH}_2\text{Cl}_2(\text{g})} = -95,4 \text{ kJ/mol}$ și $\Delta_f H^\circ_{\text{CH}_3\text{Cl}(\text{g})} = -81,9 \text{ kJ/mol}$. **2 puncte**

Subiectul F

- Notați o metodă de protecție anticorozivă a metalelor. **2 puncte**
- Clorura de iod reacționează cu hidrogenul și formează acid clorhidric și iod. Ecuația reacției care are loc este:
$$2\text{ICl}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}).$$

La temperatura t°C, au fost înregistrate următoarele date experimentale:

Experimentul	[ICl] (mol·L ⁻¹)	[H ₂] (mol·L ⁻¹)	v (mol·L ⁻¹ ·s ⁻¹)
1	0,2000	0,0500	0,0015
2	0,4000	0,0500	0,0030
3	0,2000	0,2000	0,0060

- Determinați ordinele parțiale de reacție, în raport cu fiecare reactant. **3 puncte**
- a. Într-o incintă închisă cu volumul de 50 L se află 5 mol de heliu, la 227 °C. Determinați presiunea heliului din incintă, exprimată în atmosfere. **5 puncte**
b. Determinați masa de heliu, care conține $12,044 \cdot 10^{22}$ atomi, exprimată în grame. **5 puncte**

Numere atomice: H- 1; N- 7; O- 8; Na- 11; Mg- 12. **Numărul lui Avogadro:** $N = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Mase atomice: H- 1; He- 4; C- 12; N- 14; O- 16; Mg- 24; Cl- 35,5; Ag- 108.

Căldura specifică a apei: $c = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. **Constanta molară a gazelor:** $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.