

- 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) Na (B) Cl₂ (C) H₂O (D) HCN (E) NH₄⁺ (F) Mg(OH)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.

- Numărul de oxidare (N.O.) al clorului din substanța (B) este egal cu N.O. al:
 - hidrogenului din substanța (D);
 - azotului din substanța (E);
 - magneziului din substanța (F);
 - natriului din substanța (A).
- Despre atomul elementului (A), din perioada a 3-a, este adevărat că:
 - se află în blocul p;
 - are 5 electroni de valență;
 - prezintă caracter metalic mai pronunțat decât Al;
 - are aceeași configurație electronică cu neonul.
- Specia chimică (E) se formează printr-o legătură:
 - ionică;
 - covalentă nepolară;
 - de hidrogen;
 - covalent-coordinativă.
- Substanța (D) este considerată ca:
 - bază tare;
 - acid tare;
 - acid slab;
 - compus ionic.
- În ecuația reacției $2\text{Fe} + 3\text{B} \rightarrow 2\text{FeCl}_3$, substanța (B) are rol de:
 - agent reducător;
 - agent oxidant;
 - acid tare;
 - electrolit.
- Procesul de dizolvare a clorurii de sodiu (NaCl) în substanța (C) implică:
 - desfacerea legăturilor covalente din NaCl;
 - formarea de legături covalente-coordinative între Na⁺ și Cl⁻;
 - hidratarea ionilor Na⁺ și Cl⁻ de către moleculele polare de H₂O;
 - o creștere a stabilității cristalului NaCl.
- Atomii speciei chimice care prezintă în moleculă legătură covalentă nepolară au:
 - 5 electroni de valență;
 - 5 electroni pe ultimul strat;
 - au în învelișul electronic 9 orbitali ocupați cu electroni;
 - au în învelișul electronic 9 substraturi ocupate cu electroni.
- La adăugarea a 2-3 picături de fenolftaleină în soluția apoasă a speciei (F), aceasta se colorează în:
 - albastru;
 - galben;
 - portocaliu;
 - roșu carmin.
- Raportul masic Mg : H : O în specia chimică (F) este:
 - 12 : 16: 1;
 - 1 : 2: 2;
 - 12 : 1: 16;
 - 2 : 2: 1.
- În 2,7 g de compus (D) există aceeași masă de hidrogen ca cea din:
 - 0,05 mol de compus (C);
 - 1,8 g de compus (C);
 - 0,2 mol de compus (F);
 - 29 g de compus (F).

30 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.

- Caracterul nemetalic crește în grupa 17 de jos în sus.
- Variația de entalpie în reacția de ardere a magneziului este pozitivă.
- Moleculele de acid clorhidric (HCl) sunt asociate prin legături de hidrogen.
- În timpul descărcării acumulatorului cu plumb, PbO₂ acționează ca anod.
- Dizolvarea dioxidului de carbon în apă este favorizată de creșterea presiunii.

10 puncte

SUBIECTUL al II-lea

(25 de puncte)

SUBIECTUL C

- Atomul unui element chimic are în nucleu 40 de protoni și 51 de neutroni. Determinați numărul de masă, respectiv numărul de electroni al acestui atom. **3 puncte**
- Atomul unui element chimic (E) din perioada a 3-a se află în blocul s și formează cationi divalenți, izoelectronici cu atomul de neon.
 - Scrieți configurația electronică a atomului elementului (E).
 - Notați grupa elementului (E) din Tabelul periodic. **4 puncte**
- Modelați formarea legăturii chimice în clorura de natriu, NaCl, utilizând simbolurile elementelor chimice și puncte pentru reprezentarea electronilor. **3 puncte**
- a. Modelați formarea legăturii chimice în molecula de azot, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor.
 - Notați caracterul chimic al azotului. **2 puncte**
- Peste 200 g soluție (S1) de hidroxid de sodiu se adaugă 110 g de apă distilată și 10 g de hidroxid de sodiu. Soluția (S2) obținută are concentrația procentuală de masă 12,5%. Determinați concentrația procentuală de masă a soluției (S1). **3 puncte**

SUBIECTUL D

- Sulfura de mercur(II) reacționează cu un amestec de acid azotic și acid clorhidric, conform ecuației reacției:

$$\dots \text{HgS} + \dots \text{HNO}_3 + \dots \text{HCl} \rightarrow \dots \text{HgCl}_2 + \dots \text{S} + \dots \text{NO} + \dots \text{H}_2\text{O}$$
 - Scrieți ecuațiile proceselor de oxidare, respectiv de reducere care au loc în această reacție.
 - Notați formula chimică a substanței cu rol de agent oxidant. **3 puncte**
- Notați coeficienții stoechiometrici ai ecuației reacției de la subpunctul 1. **1 punct**
- a. Scrieți ecuația reacției dintre clor și bromura de sodiu.
 - O probă de 4,48 L de clor, măsurată în condiții normale de temperatură și de presiune, reacționează cu bromura de sodiu. În urma reacției s-au obținut 0,36 mol de sare. Determinați randamentul reacției. **6 puncte**

SUBIECTUL al III-lea

(25 de puncte)

SUBIECTUL E

- Glicerolul, utilizat în industria farmaceutică, arde în prezența oxigenului. Ecuația termochimică a reacției este:

$$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3(\text{l}) + 7/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 1652,9 \text{ kJ}$$
 Calculați entalpia molară de formare standard a glicerolului, $\Delta_f H^\circ_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3}(\text{l})$, utilizând entalpiile molare de formare standard $\Delta_f H^\circ_{\text{CO}_2} = -393,5 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{H}_2\text{O}} = -285,5 \text{ kJ/mol}$. **3 puncte**
- Determinați căldura, exprimată în kilojouli, rezultată în urma arderii a 27,6 g de glicerol. 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:

$$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{HCN}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}), \quad \Delta_r H^\circ$$
 în funcție de valorile entalpiilor reacțiilor redat de ecuațiile termochimice:
 - $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}), \quad \Delta_r H^\circ_1$
 - $\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{C}(\text{s, grafit}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCN}(\text{g}), \quad \Delta_r H^\circ_2$
 - $\text{C}(\text{s, grafit}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}), \quad \Delta_r H^\circ_3$**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 amoniacului în soluție apoasă. **2 puncte**
- O soluție de acid clorhidric cu volumul 100 ml are pH = 2. Calculați masa de acid clorhidric din soluție, exprimată în grame. **3 puncte**
- a. O probă de 2,5 mol de dioxid de carbon (CO_2) se află într-o incintă închisă cu volumul de 10 L, la temperatura de 77° C. Determinați presiunea dioxidului de carbon în incintă, exprimată în atmosfere.
 - Determinați masa unei probe de dioxid de carbon (CO_2) care conține $9,033 \cdot 10^{23}$ molecule, exprimată în grame. **5 puncte**

Numere atomice: H-1, C-6, N-7, O-8, Ne-10, Na-11, Mg-12, Cl-17, Br- 35.

Mase atomice: H-1, C-12, N-14, O-16, Na- 23, Mg- 24, Cl- 35,5, Br- 80.

$c_{\text{apă}} = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; Volumul molar: $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$; **Numărul lui Avogadro:** $N = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constanta molară a gazelor: $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; **Temperatura absolută:** $T = 273 \text{ K}$