

- 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) HCN (B) H₃O⁺ (C) H₂O (D) NaOH (E) Cl₂ (F) S²⁻

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. Atomii elementului chimic care formează specia (F):

- a. au patru electroni de valență; c. au șase straturi ocupate cu electroni;
b. au patru substraturi electronice; d. au șase electroni pe ultimul strat.

2. Atomii elementului chimic din compoziția speciei (E) au sarcina nucleară:

- a. +15; c. +17;
b. +16; d. +18.

3. Este adevărat că:

- a. (A) este mai tare decât acidul clorhidric; c. (D) este o bază mai slabă decât amoniacul;
b. (C) poate fi utilizată ca solvent polar; d. (E) se formează prin legătură covalentă polară.

4. Specia chimică (B) se formează prin stabilirea unei legături chimice între o moleculă de apă și un proton. Această legătură este:

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

5. La adăugarea a 2-3 picături de turnesol în soluția apoasă a speciei (D), aceasta se colorează în:

- a. albastru; c. portocaliu;
b. galben; d. roșu.

6. În stare pură și condiții standard, substanța (C):

- a. este lichidă; c. conduce curentul electric;
b. este un gaz; d. dizolvă iodul.

7. Se adaugă, într-o eprubetă cu apă, o cantitate mică de substanță (D) și se agită ușor. Este adevărat că:

- a. are loc o reacție cu efervescentă; c. are loc dizolvarea, cu degajare de căldură;
b. are loc o reacție de neutralizare; d. are loc dizolvarea, cu absorbție de căldură.

8. O soluție apoasă de compus (D), de concentrație 0,001 M are:

- a. pH = 12; c. pH = 2;
b. pH = 11; d. pH = 1.

9. Raportul masic Na : O în specia chimică (D) este:

- a. 8 : 11; c. 16 : 23;
b. 11 : 8; d. 23 : 16.

10. În 10,8 g de compus (A) există aceeași cantitate de hidrogen ca cea din:

- a. 0,3 mol de acid clorhidric; c. 14,6 g de acid clorhidric;
b. 0,3 mol de (C); d. 18 g de (C).

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. Speciile de atomi ¹²₆C și ¹⁴₆C au același număr de neutroni.
2. În ionul de sodiu numărul electronilor este mai mic decât numărul protonilor.
3. Anodul unui element galvanic este electrodul pozitiv.
4. În stare lichidă, apa are moleculele asociate prin legături de hidrogen.
5. Celula elementară a clorurii de sodiu este un cub.

10 puncte

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

- În nucleul unui atom sunt 111 neutroni, iar în învelișul electronic al acestuia 75 de electroni. Determinați numărul protonilor, respectiv numărul de masă al atomului. **2 puncte**
- a. Atomul unui element chimic (E) are în învelișul electronic doi electroni în stratul al treilea. 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 hidrogen, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor. **2 puncte**
- a. Modelați procesul de ionizare a atomului de oxigen, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor.
b. Notați caracterul chimic al oxigenului. **3 puncte**
- Se amestecă 400 mL soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 0,2 M cu 300 mL soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 0,4 M cu și cu apă distilată. Se obțin 800 mL de soluție (S), de concentrație x M. Determinați valoarea concentrației molare necunoscute, x. **4 puncte**

Subiectul D

- Azotul poate fi obținut în reacția dintre amoniac și oxigen:
$$\dots \text{NH}_3 + \dots \text{O}_2 \rightarrow \dots \text{N}_2 + \dots \text{H}_2\text{O}.$$

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 reducător. **3 puncte**
- Notați coeficienții stoechiometrici ai ecuației reacției de la **punctul 1**. **1 punct**
- a. Scrieți ecuația reacției dintre sodiu și oxigen, cu formarea peroxidului de sodiu.
b. Determinați randamentul reacției, știind că din 0,8 mol de sodiu s-au obținut 23,4 g de peroxid de sodiu. **6 puncte**

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

- Ecuația termochimică a reacției care are loc la formarea acidului azotic, în atmosfera terestră, este:
$$2\text{N}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 4\text{HNO}_3(\text{l}), \quad \Delta_r H^\circ = -124,8 \text{ kJ}.$$

Determinați entalpia molară de formare standard a acidului azotic, utilizând entalpia molară de formare standard $\Delta_f H^\circ_{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} = -285,8 \text{ kJ/mol}$. **3 puncte**
- Determinați căldura, exprimată în kilojouli, implicată în procesul de formare a 50,4 g de acid azotic. Utilizați informații de la **punctul 1**. **3 puncte**
- Determinați căldura, exprimată în kilojouli, necesară încălzirii a 0,5 kg de apă de la 83 °C la 85 °C. Se consideră că nu au loc pierderi de căldură. **3 puncte**
- Aplicați legea lui Hess pentru a determina variația de entalpie $\Delta_r H^\circ$, a reacției:
$$\text{N}_2(\text{g}) + 5/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5(\text{g}), \quad \Delta_r H^\circ$$

în funcție de valorile entalpiilor reacțiilor redade de ecuațiile termochimice:
(1) $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}), \quad \Delta_r H_1^\circ$
(2) $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{HNO}_3(\text{l}), \quad \Delta_r H_2^\circ$
(3) $1/2\text{N}_2(\text{g}) + 3/2\text{O}_2(\text{g}) + 1/2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HNO}_3(\text{l}), \quad \Delta_r H_3^\circ.$ **4 puncte**
- Scrieți formulele chimice ale substanțelor: $\text{CH}_3\text{NO}(\text{g})$, $\text{CH}_3\text{NO}_2(\text{g})$ și $\text{CH}_3\text{ONO}_2(\text{g})$ în sensul creșterii stabilității acestora, utilizând entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^\circ_{\text{CH}_3\text{NO}(\text{g})} = -193,9 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{CH}_3\text{NO}_2(\text{g})} = -80,8 \text{ kJ/mol}$ și $\Delta_f H^\circ_{\text{CH}_3\text{ONO}_2(\text{g})} = -122 \text{ kJ/mol}$. **2 puncte**

Subiectul F

- Clorul înlocuiește bromul din bromura de sodiu, deoarece este mai reactiv decât acesta. Scrieți ecuația reacției care are loc. **2 puncte**
- Pentru o reacție de tipul $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{produs}$, cu ordinele parțiale de reacție $n_A = 2$ și $n_B = 1$, se cunosc următoarele date experimentale:

[A] (mol·L ⁻¹)	[B] (mol·L ⁻¹)	v (mol·L ⁻¹ ·s ⁻¹)
6·10 ⁻²	9·10 ⁻²	v ₁
2·10 ⁻²	3·10 ⁻²	v ₂

- Calculați raportul dintre viteza de reacție v_1 și viteza de reacție v_2 . **3 puncte**
- a. O butelie umplută cu azot are volumul 8,2 L. Știind că butelia conține 5 mol de azot la 10 atm, determinați temperatura gazului din butelie, exprimată în kelvini.
b. Determinați volumul ocupat de o probă de acid clorhidric care are masa 73 g, măsurat în condiții normale de temperatură și de presiune, exprimat în litri. **5 puncte**

Numere atomice: H- 1; C- 6; N- 7; O- 8; Na- 11; S- 16; Cl- 17.**Mase atomice:** H- 1; C- 12; N- 14; O- 16; Na- 23; Cl- 35,5. **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):** $V = 22,4 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.