

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

(A) HCN (B) NaOH (C) HCl (D) N₂ (E) CuSO₄ (F) H₂O

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. Numărul electronilor neparticipați la legătura chimică din molecula compusului (D) este:

- a. 2; c. 4;
b. 3; d. 6.

2. Atomul elementului chimic comun din compoziția substanțelor (E) și (F) are:

- a. 4 electroni de valență; c. 2 orbitali monoelectronici;
b. 4 electroni pe ultimul strat; d. 2 orbitali dielectronici.

3. Despre compusul (B) este adevărat că:

- a. este o bază mai slabă decât amoniacul; c. reacționează rapid cu compusul (C);
b. *nu* ionizează în soluție apoasă; d. se dizolvă în apă cu absorbție de căldură.

4. Despre compusul (C) este adevărat că:

- a. are în moleculă electroni neparticipanți; c. este un acid mai slab decât (A);
b. baza sa conjugată este ionul H₃O⁺; d. ionizează parțial în soluție apoasă.

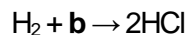
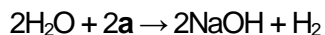
5. Pila Daniell, la a cărei construcție se utilizează și compusul (E) are:

- a. anodul confecționat din cupru; c. soluție a compusului (E) în semicelula cuprului;
b. catodul confecționat din zinc; d. soluție a compusului (E) în semicelula zincului.

6. În stare pură, substanța (F):

- a. conduce curentul electric; c. este solidă la -10 °C;
b. este lichidă la -10 °C; d. formează cu iodul un amestec omogen.

7. În schemă sunt ecuațiile unor reacții de obținere a compusilor (B) și (C):



Este adevărat că:

- a. iodul are caracter nemetalic mai pronunțat decât **b**; c. substanța **a** este lichidă, în condiții standard;
b. magneziul are caracter metalic mai pronunțat decât **a**; d. substanța **b** este gazoasă, în condiții standard.

8. Despre soluția apoasă a unuia dintre compuși, care are pH = 11, este adevărat că:

- a. are concentrația ionilor hidroniu 10⁻³ M; c. poate fi soluția apoasă a lui (C);
b. poate fi soluția apoasă a lui (B); d. se neutralizează cu soluție bazică.

9. Într-un mol de compus (A) sunt:

- a. 14 g de azot; c. 12,044 · 10²³ atomi;
b. 12 g de hidrogen; d. 12,044 · 10²³ molecule.

10. Într-un mol de compus (E):

- a. masa cuprului este egală cu masa de sulf; c. masa de cupru este mai mare decât masa de oxigen;
b. masa oxigenului este egală cu masa de sulf; d. masa de cupru este mai mare decât masa de sulf.

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. Substratul *p* este format dintr-un număr de șase orbitali cu aceeași energie.
2. Reacția dintre acidul cianhidric și hidroxidul de sodiu este o reacție cu transfer de protoni.
3. Blocul de elemente *s* conține elementele chimice cu electronul distinctiv într-un orbital *s*.
4. În circuitul exterior al pilei Daniell, electronii circulă de la anod la catod.
5. Ionul metalic central din reactivul Tollens este divalent.

10 puncte

SUBIECTUL al II-lea

(25 de puncte)

Subiectul C

- În nucleul unui atom sunt 197 de nucleoni, iar în învelișul electronic al acestuia 79 de electroni. Determinați numărul de protoni, respectiv de neutroni al acestui atom. **2 puncte**
- a. În învelișul electronic al atomului unui element chimic (E) sunt trei substraturi electronice 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 hidrogen, utilizând simbolul elementului chimic 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.
b. Notați caracterul chimic al sodiului. **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, x . **4 puncte**

Subiectul D

- Dioxidul de sulf se barbotează în apă de brom. Ecuația reacției care are loc este:
$$\dots\text{SO}_2 + \dots\text{Br}_2 + \dots\text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots\text{HBr} + \dots\text{H}_2\text{SO}_4.$$

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 oxidant. **3 puncte**
- Notați coeficienții stoechiometrici ai ecuației reacției de la **punctul 1**. **1 punct**
- a. Scrieți ecuația reacției dintre aluminiu și oxigen.
b. Determinați randamentul reacției, știind că din 1,2 mol de aluminiu s-au obținut 48,96 g de oxid. **6 puncte**

SUBIECTUL al III-lea

(25 de puncte)

Subiectul E

- Ecuația termochimică a reacției care are loc la descompunerea termică a carbonatului de calciu, este:
$$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{CaO}(\text{s}), \Delta_r H^\circ = 182 \text{ kJ}.$$

Determinați entalpia molară de formare standard a carbonatului de calciu, exprimată în kilojouli pe mol, utilizând entalpiile molare de formare standard: $\Delta_f H^\circ_{\text{CaO}(\text{s})} = -634,9 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{CO}_2(\text{g})} = -393,5 \text{ kJ/mol}$ și variația de entalpie standard a reacției. **3 puncte**
- Determinați căldura, exprimată în kilojouli, necesară pentru descompunerea termică a 200 g de carbonat de calciu. Utilizați informații de la **punctul 1**. **3 puncte**
- Determinați căldura, exprimată în kilojouli, necesară încălzirii a 50 kg de apă de la 42 °C la 82 °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:
$$\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CCl}_4(\text{g}) + 4\text{HCl}(\text{g}), \Delta_r H^\circ$$

în funcție de valorile entalpiilor reacțiilor redacte de ecuațiile termochimice:
(1) $\text{C}(\text{s}, \text{grafit}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}), \Delta_r H^\circ$
(2) $\text{C}(\text{s}, \text{grafit}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CCl}_4(\text{g}), \Delta_r H^\circ$
(3) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g}), \Delta_r H^\circ$. **4 puncte**
- Scrieți formulele chimice ale substanțelor: $\text{C}_2\text{H}_6\text{OS}(\text{g})$, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_3\text{S}(\text{g})$ și $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2\text{S}(\text{g})$ în sensul creșterii stabilității acestora, utilizând entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^\circ_{\text{C}_2\text{H}_6\text{OS}(\text{g})} = -151,3 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_3\text{S}(\text{g})} = -483,4 \text{ kJ/mol}$ și $\Delta_f H^\circ_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2\text{S}(\text{g})} = -373,1 \text{ kJ/mol}$. **2 puncte**

Subiectul F

- Clorul reacționează cu hidroxidul de sodiu. Scrieți ecuația reacției care are loc. **2 puncte**
- Pentru reacția $A + B \rightarrow \text{Produs}$, se cunosc informațiile:
- dacă se dublează concentrația reactantului (B) și concentrația reactantului (A) rămâne constantă, viteza de reacție se dublează;
- dacă se dublează concentrațiile celor doi reactanți (A) și (B), viteza de reacție crește de 16 ori.
Determinați ordinul de reacție în raport cu fiecare reactant. **3 puncte**
- a. O butelie cu volumul de 3 L este umplută cu amoniac la 27 °C și 0,41 atm. Determinați cantitatea de amoniac din butelie, exprimată în moli.
b. Determinați volumul ocupat de o probă de amoniac cu masa 34 g, măsurat în condiții normale de temperatură și de presiune, exprimat în litri. **5 puncte**

Numere atomice: H- 1; N- 7; O- 8; Na- 11; Cl- 17.

Mase atomice: H- 1; C- 12; N- 14; O- 16; Al- 27; S- 32; Ca- 40; Cu- 64.

Constanta molară a gazelor: $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. **Volumul molar (condiții normale):** $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

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

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