

Examenul național de bacalaureat 2021
Proba E. d)
Chimie anorganică

Varianta 4

- **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) **NaOH** (B) **HCl** (C) **KI** (D) **H₂CO₃** (E) **NH₃** (F) **PbO₂**

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 orbitalilor complet ocupați din învelișul electronic al atomului cu sarcina nucleară mai mare, din molecula substanței (E), este egal cu:

- | | |
|-------|-------|
| a. 2; | c. 4; |
| b. 3; | d. 5. |
2. Cationul din compoziția substanței (A) este izoelectronic cu:
- | | |
|---------------------|--------------------|
| a. atomul de argon; | c. ionul clorură; |
| b. atomul de heliu; | d. ionul fluorură. |
3. Este adevărat că:
- | | |
|---|--|
| a. acidul conjugat al substanței (D) este HCO ₃ ⁻ ; | c. baza conjugată a substanței (B) este Cl ⁻ ; |
| b. acidul conjugat al substanței (D) este CO ₃ ²⁻ ; | d. baza conjugată a substanței (E) este NH ₄ ⁺ . |
4. Substanța (A):
- | | |
|---|---|
| a. se dizolvă în apă cu absorbție de căldură; | c. <i>nu</i> reacționează cu clorul; |
| b. se dizolvă în apă cu degajare de căldură; | d. <i>nu</i> reacționează cu acidul clorhidric. |
5. Despre acumulatorul cu plumb, la a cărui construcție se utilizează și substanța (F), este adevărat că:
- | | |
|--|---|
| a. anodul este confecționat din substanța (F); | c. electrolitul este o soluție de acid sulfuric; |
| b. catodul este confecționat din plumb; | d. electrolitul este o soluție de sulfat de zinc. |
6. La adăugarea a 2-3 picături de turnesol în soluția apoasă a substanței (B), aceasta se colorează în:
- | | |
|--------------|------------|
| a. albastru; | c. roșu; |
| b. galben; | d. violet. |
7. Despre substanța (E) este adevărat că:
- | | |
|-------------------------------------|---|
| a. este un acid mai tare decât (B); | c. ionizarea sa în soluție apoasă este un proces reversibil; |
| b. este o bază mai tare decât (A); | d. ionizarea sa în soluție apoasă este un proces ireversibil. |
8. Concentrația molară a ionilor hidroniu dintr-o soluție apoasă a substanței (B), cu pH = 1, are valoarea:
- | | |
|---|--|
| a. 10 ⁻¹ mol·L ⁻¹ | c. 10 ⁻¹¹ mol·L ⁻¹ ; |
| b. 10 ⁻⁷ mol·L ⁻¹ ; | d. 10 ⁻¹³ mol·L ⁻¹ . |
9. Raportul masic oxigen : carbon în substanța (D) este:
- | | |
|-----------|-----------|
| a. 1 : 3; | c. 1 : 4; |
| b. 3 : 1; | d. 4 : 1. |
10. Există:
- | | |
|---|--|
| a. 0,6 g de hidrogen în 0,3 mol de substanță (D); | c. 16 g de oxigen în 0,1 mol de substanță (A); |
| b. 0,6 g de hidrogen în 0,3 mol de substanță (E); | d. 16 g de oxigen în 0,1 mol de substanță (F). |

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. Într-un orbital pot exista maximum doi electroni cu spin opus.
2. Într-un cation, numărul electronilor este mai mare decât numărul protonilor din nucleul său.
3. Acidul clorhidric este solubil în apă, deoarece apa este un solvent polar.
4. În reacția clorului cu fierul se formează clorura de fier(II).
5. În timpul funcționării acumulatorului cu plumb se formează sulfat de plumb.

10 puncte

SUBIECTUL al II-lea

(25 de puncte)

Subiectul C

1. Atomul unui element chimic are în nucleu zece neutroni și în învelișul electronic nouă electroni. Determinați numărul protonilor, respectiv numărul de masă al atomului respectiv. **2 puncte**
2. a. Atomul unui element chimic (E) are în învelișul electronic cinci orbitali ocupați cu electroni, dintre care trei sunt monoelectronici. Scrieți configurația electronică a atomului elementului (E).
b. Notați poziția în Tabelul periodic (grupa, perioada) a elementului (E). **4 puncte**
3. Modelați procesul de ionizare a atomului de oxigen, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor. **2 puncte**
4. Modelați formarea legăturii chimice în molecula de hidrogen, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor. **2 puncte**
5. Într-un vas se introduc 20 mL de soluție de hidroxid de sodiu, de concentrație 2 M și 80 g de soluție de hidroxid de sodiu, de concentrație procentuală masică x%. Se adaugă apă distilată, obținându-se o soluție finală cu volumul de 200 mL și concentrația 0,5 M. Determinați valoarea concentrației procentuale x%. **5 puncte**

Subiectul D

1. Fosforul arde în vapori de acid azotic, formând acid fosforic:
$$\dots\text{HNO}_3 + \dots\text{P}_4 + \dots\text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots\text{H}_3\text{PO}_4 + \dots\text{NO}$$

a. Scrieți ecuațiile proceselor de oxidare, respectiv de reducere, care au loc în această reacție.
b. Notați rolul fosforului în această reacție (agent oxidant/agent reducător). **3 puncte**
2. Notați coeficienții stoichiometrici ai ecuației reacției de la **punctul 1**. **1 punct**
3. a. Sodiul arde, cu flacăra galbenă, într-o atmosferă de clor. Scrieți ecuația reacției care are loc.
b. Calculați masa de substanță, exprimată în grame, care se obține în reacția sodiului cu 6,72 L de clor, măsurată în condiții normale de temperatură și de presiune, la un randament al reacției de 90%. **6 puncte**

SUBIECTUL al III-lea

(25 de puncte)

Subiectul E

1. Ecuația termochimică a reacției de obținere a diclorometanului este:
$$\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{HCl}(\text{g}) + 205,4 \text{ kJ}$$

Calculați entalpia molară de formare standard a diclorometanului, exprimată în kilojouli pe mol, utilizând ecuația termochimică a reacției de obținere a acestuia și entalpiile molare de formare standard: $\Delta_f H^\circ_{\text{CH}_4(\text{g})} = -74,6 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{HCl}(\text{g})} = -92,3 \text{ kJ/mol}$. **3 puncte**
2. Determinați masa de metan, exprimată în grame, care trebuie clorurată pentru ca din reacție să rezulte căldura de 51,35 kJ. Utilizați informații de la **punctul 1**. **3 puncte**
3. Determinați masa de apă, exprimată în kilograme, care poate fi încălzită de la 16 °C la 26 °C, utilizând 1254 kJ, căldură rezultată la arderea unui combustibil. Se consideră că nu au loc pierderi de căldură. **3 puncte**
4. Aplicați legea lui Hess pentru a determina variația de entalpie $\Delta_r H^\circ$, a reacției:
$$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}), \quad \Delta_r H^\circ$$

în funcție de valorile entalpiilor reacțiilor redade de ecuațiile termochimice:
(1) $4\text{C}(\text{s}) + 5\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}(\text{l}), \quad \Delta_r H_1^\circ$
(2) $4\text{C}(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_8(\text{g}), \quad \Delta_r H_2^\circ$
(3) $1/2\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}), \quad \Delta_r H_3^\circ$. **4 puncte**
5. Scrieți formulele chimice ale substanțelor: $\text{CBr}_4(\text{g})$, $\text{CF}_4(\text{g})$ și $\text{CCl}_4(\text{g})$, în sensul creșterii stabilității acestora, utilizând entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^\circ_{\text{CBr}_4(\text{g})} = +83,9 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ_{\text{CF}_4(\text{g})} = -933,6 \text{ kJ/mol}$ și $\Delta_f H^\circ_{\text{CCl}_4(\text{g})} = -95,7 \text{ kJ/mol}$. **2 puncte**

Subiectul F

1. Scrieți ecuația reacției de ionizare a acidului cianhidric în soluție apoasă. **2 puncte**
2. Pentru o reacție de tipul $A \rightarrow$ produși se constată că la o creștere a concentrației reactantului (A) de 2 ori, viteza de reacție crește de 4 ori. Determinați expresia matematică a legii vitezei. **3 puncte**
3. a. Într-o butelie cu volumul de 0,41 L, se află 16 g de oxigen, la 5°C. Calculați presiunea oxigenului din butelie, exprimată în atmosfere.
b. Determinați masa de acid clorhidric, exprimată în grame, care conține $12,044 \cdot 10^{23}$ atomi. **5 puncte**

Numere atomice: H- 1; He- 2; N- 7; O- 8; F- 9; Ne- 10; Na- 11; Cl- 17; Ar- 18.

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): $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

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