

- 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) CuSO_4 (B) N_2 (C) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ (D) Cl_2 (E) HCl (F) H_3O^+

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 substanțelor formate din molecule diatomice este egal cu:
a. 1; c. 3;
b. 2; d. 4.
- Ionul complex din compoziția substanței (C) are numărul de oxidare:
a. -1; c. +1;
b. -2; d. +2.
- La formarea speciei chimice (F) dintr-o moleculă de apă și un proton, legătura care se stabilește este:
a. covalentă; c. de hidrogen;
b. covalent-coordinativă; d. ionică.
- Despre substanța (D) este fals că:
a. are în moleculă o legătură covalentă simplă; c. formează NaClO și NaCl în reacție cu NaOH ;
b. are în moleculă 6 perechi de electroni neparticipanți; d. formează FeCl_2 în reacție cu fierul.
- Referitor la substanța (E), este adevărat că:
a. baza sa conjugată este (D); c. reacționează cu NaOH cu absorbție de căldură;
b. baza sa conjugată este (F); d. soluția sa apoasă schimbă culoarea turnesolului.
- Despre pila Daniell, la a cărei construcție se utilizează și substanța (A), este adevărat că:
a. are anodul confecționat din zinc; c. la anodul acestuia are loc reducerea ionilor Cu^{2+} ;
b. are catodul confecționat din zinc; d. la catodul acestuia are loc reducerea ionilor Zn^{2+} .
- La electroliza soluției apoase a substanței (A):
a. la anod migrează doar ionii HO^- ; c. în spațiul anodic se formează hidrogen;
b. la catod migrează ionii SO_4^{2-} și HO^- ; d. pe catod se depune cupru metalic.
- O soluție apoasă a substanței (E), de concentrație 0,01 M, are pH -ul egal cu:
a. 2; c. 10^{-12} ;
b. 12; d. 10^{-2} .
- Raportul masic $\text{Cu} : \text{O}$ în substanța (A) este:
a. 1 : 1; c. 2 : 1;
b. 1 : 2; d. 4 : 1.
- Conțin aceeași cantitate de cupru:
a. 0,4 mol de (A) și 0,2 mol de (C); c. 160 g de (A) și 166 g de (C);
b. 1 mol de (A) și 2 mol de (C); d. 166 g de (A) și 160 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.

- Într-un substrat p sunt maxim 3 electroni.
- Sodiul are caracter metalic mai pronunțat decât aluminiul.
- Numărul de oxidare al clorului în clorura de fier(III) este -3.
- Celula elementară a clorurii de sodiu este un cub.
- În soluția de hidroxid de sodiu, fenolftaleina se colorează în roșu-carmin.

10 puncte

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

1. Atomul unui element chimic are în nucleu 122 de nucleoni și 51 de protoni. Determinați numărul neutronilor, respectiv numărul de electroni ai atomului respectiv. **2 puncte**
2. a. Atomul unui element chimic (E) are 3 straturi electronice și 6 electroni de valență. Scrieți configurația electronică a atomului elementului (E).
b. Notați poziția în Tabelul periodic (grupa, perioada) a elementului (E). **4 puncte**
3. Modelați formarea legăturii chimice în molecula de acid clorhidric, utilizând simbolurile elementelor chimice și puncte pentru reprezentarea electronilor. **2 puncte**
4. 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**
5. Se amestecă 160 mL soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 0,1 M cu 20 mL soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 0,2 M cu și cu apă distilată. Se obțin 200 mL de soluție (S), de concentrație x M. Determinați valoarea concentrației molare, x , a soluției (S). **4 puncte**

Subiectul D

1. Aluminiul reacționează cu clorura de siliciu(IV), în anumite condiții. Ecuația reacției care are loc, este:
$$...Al + ...SiCl_4 \rightarrow ...Si + ...AlCl_3$$

a. Scrieți ecuațiile proceselor de oxidare, respectiv de reducere, care au loc în această reacție.
b. Notați rolul aluminiului (agent oxidant/ agent reducător). **3 puncte**
2. Notați coeficienții stoechiometrici ai ecuației reacției de la **punctul 1**. **1 punct**
3. a. Scrieți ecuația reacției globale care are loc la electroliza soluției apoase de sulfat de cupru.
b. Calculați masa de cupru, exprimată în grame, care se obține la electroliza a 64 g de sulfat de cupru, dintr-o soluție apoasă, la un randament al reacției de 80%. **6 puncte**

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

1. Ecuația termochimică a reacției de ardere a metanolului, este:
$$CH_3OH(l) + 3/2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) + 725,9 \text{ kJ}$$

Calculați entalpia molară de formare standard a metanolului, exprimată în kilojouli pe mol, utilizând ecuația termochimică a reacției de ardere a acestuia și entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^0_{CO_2(g)} = -393,5 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^0_{H_2O(l)} = -285,8 \text{ kJ/mol}$. **3 puncte**
2. Determinați masa de metanol, exprimată în grame, care trebuie arsă, astfel ca din reacție să rezulte căldura de 7259 kJ. Utilizați informații de la **punctul 1**. **3 puncte**
3. Determinați căldura, exprimată în kilojouli, necesară încălzirii a 25 kg de apă, de la 30 °C la 70 °C. Se consideră că nu au loc pierderi de căldură. **3 puncte**
4. Aplicați legea lui Hess pentru a determina variația de entalpie $\Delta_r H^0$, a reacției:
$$ClF(g) + F_2(g) \rightarrow ClF_3(g), \Delta_r H^0$$

în funcție de valorile entalpiilor reacțiilor redacte de ecuațiile termochimice:
(1) $2OF_2(g) \rightarrow O_2(g) + 2F_2(g), \Delta_r H^0_1$
(2) $2ClF(g) + O_2(g) \rightarrow Cl_2O(g) + OF_2(g), \Delta_r H^0_2$
(3) $2ClF_3(g) + 2O_2(g) \rightarrow Cl_2O(g) + 3OF_2(g), \Delta_r H^0_3$. **4 puncte**
5. Scrieți formulele chimice ale substanțelor: AgF(s), AgCl(s) și AgBr(s), în sensul creșterii stabilității acestora, utilizând entalpiile molare de formare standard:
 $\Delta_f H^0_{AgF(s)} = -204,6 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^0_{AgCl(s)} = -127 \text{ kJ/mol}$ și $\Delta_f H^0_{AgBr(s)} = -100,4 \text{ kJ/mol}$. **2 puncte**

Subiectul F

1. Scrieți ecuația reacției care are loc la ionizarea acidului clorhidric în apă. **2 puncte**
2. Calculați valoarea numerică și scrieți unitatea de măsură a constantei de viteză pentru o reacție de ordinul 2, de tipul $2A \rightarrow \text{produsi}$, dacă pentru concentrația reactantului de 0,4 mol·L⁻¹, viteza de reacție este 16·10⁻⁷ mol·L⁻¹·s⁻¹. **3 puncte**
3. a. Într-o butelie se află 4 g de hidrogen, la 27°C și 3 atm. Calculați volumul buteliei, exprimat în litri.
b. Determinați masa de hidrogen, exprimată în grame, care ocupă un volum de 11,2 L, măsurat în condiții normale de temperatură și de presiune. **5 puncte**

Numere atomice: H- 1; O- 8; Na- 11; Al- 13; Cl- 17.

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

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

Volumul molar (condiții normale): $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Constanta molară a gazelor: $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Examenul național de bacalaureat 2023

Proba E. d)

Chimie anorganică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Varianta 7

- Se punctează orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct, dar se pot acorda punctaje intermediare pentru rezolvări parțiale, în limitele punctajului indicat în barem.
- Se acordă zece puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea la zece a punctajului total acordat pentru lucrare.

SUBIECTUL I (40 de puncte)

Pentru itemii acestui subiect, în situația în care, candidatul scrie numărul itemului însoțit de mai multe litere și nu de o singură literă, așa cum prevede cerința, se acordă 0 puncte.

Subiectul A **30 de puncte**
(10x3p)

1. c; 2. d; 3. b; 4. d; 5. d; 6. a; 7. d; 8. a; 9. a; 10. c.

Subiectul B **10 puncte**
(5x2p)

1. F; 2. A; 3. F; 4. A; 5. A.

SUBIECTUL al II-lea (25 de puncte)

Subiectul C **15 puncte**

1. numărul de neutroni: 71 (1p), numărul electronilor 51 (1p) **2 p**
2. a. scrierea configurației electronice a atomului elementului (E): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ (2p)
- b. notarea poziției elementului (E) în Tabelul periodic: grupa 16 sau VIA (1p), perioada 3 (1p) **4 p**
3. modelarea formării legăturii chimice în molecula de acid clorhidric, utilizând simbolurile elementelor chimice și puncte pentru reprezentarea electronilor **2 p**
4. a. modelarea procesului de ionizare a atomului de oxigen, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor (2p)
- b. notarea caracterului chimic al oxigenului: caracter nemetalic (1p) **3 p**
5. raționament corect (3p), calcule (1p), $c = 0,1 \text{ M}$ **4 p**

Subiectul D **10 puncte**

1. a. scrierea ecuațiilor proceselor de oxidare a aluminiului (1p), respectiv de reducere a siliciului (1p)
- b. notarea rolului aluminiului: agent reducător (1p) **3 p**
2. notarea coeficienților stoechiometrici ai ecuației reacției:
- $$4\text{Al} + 3\text{SiCl}_4 \rightarrow 3\text{Si} + 4\text{AlCl}_3$$
- 1 p**
3. a. scrierea ecuației reacției globale care are loc la electroliza soluției apoase de sulfat de cupru-pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților stoechiometrici ai ecuației reacției (1p)
- b. raționament corect (3p), calcule (1p), $m = 20,48 \text{ g}$ de cupru **6 p**

SUBIECTUL al III-lea (25 de puncte)

Subiectul E **15 puncte**

1. raționament corect (2p), calcule (1p), $\Delta_f H^\circ_{\text{CH}_3\text{OH}(l)} = -239,2 \text{ kJ/mol}$ **3 p**
2. raționament corect (2p), calcule (1p), $m = 320 \text{ g}$ de metanol **3 p**
3. raționament corect (2p), calcule (1p), $Q = 4180 \text{ kJ}$ **3 p**
4. raționament corect (4p): $\Delta_r H^\circ = -1/2 \Delta_f H^\circ_1 + 1/2 \Delta_f H^\circ_2 - 1/2 \Delta_f H^\circ_3$ **4 p**
5. scrierea formulelor chimice în sensul creșterii stabilității substanțelor: AgBr(s), AgCl(s), AgF(s) **2 p**

Subiectul F **10 puncte**

1. scrierea ecuației reacției care are loc la ionizarea acidului clorhidric în apă **2 p**
2. raționament corect (2p), calcule (1p), $k = 10^{-5} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ **3 p**
3. a. raționament corect (2p), calcule (1p), $V = 16,4 \text{ L}$
- b. raționament corect (1p), calcule (1p), $m = 1 \text{ g}$ de hidrogen **5 p**