

- 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) H_2O (B) HCl (C) NaCl (D) NaBr (E) H_3O^+ (F) NaOH

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.

- Despre elementul chimic comun din compoziția substanțelor (B) și (C), este adevărat că:
 - are caracter electropozitiv;
 - are caracter metalic;
 - atomul său are sarcina nucleară +35;
 - atomul său are șapte electroni de valență.
- Specia chimică (E):
 - este baza conjugată a apei;
 - este un anion;
 - are concentrația molară mai mare decât $10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, în soluții acide;
 - are concentrația molară mai mare decât $10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, în soluții bazice.
- În condiții standard, substanța chimică (A):
 - are moleculele asociate prin legături de hidrogen;
 - conduce curentul electric în stare pură;
 - formează un amestec eterogen cu substanța (B);
 - formează un amestec eterogen cu substanța (C).
- Este adevărat că:
 - (A) dizolvă (F) cu absorbție de căldură;
 - (B) reacționează cu (F) cu absorbție de căldură;
 - (C) reacționează cu bromul și formează (D);
 - (D) reacționează cu clorul și formează (C).
- Reacția care *nu* are loc cu transfer de electroni este:
 - $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$;
 - $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + 1/2\text{H}_2$;
 - $2\text{KI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$;
 - $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$.
- La adăugarea a 2-3 picături de turnesol, se colorează în albastru, soluția apoasă a substanței:
 - (A);
 - (B);
 - (C);
 - (F).
- Numărul substanțelor care conțin un element chimic cu număr de oxidare -1 este egal cu:
 - 1;
 - 2;
 - 3;
 - 4.
- O soluție apoasă a substanței (F), cu $\text{pH} = 13$, are:
 - $[\text{H}_3\text{O}^+] = 13 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
 - $[\text{HO}^-] = 13 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
 - $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-13} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
 - $[\text{HO}^-] = 10^{-13} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- În 5,85 g de substanță (C), există aceeași:
 - masă de clor ca în 0,1 mol de substanță (B);
 - masă de clor ca în 7,3 g de substanță (B);
 - masă de sodiu ca în 0,2 mol de substanță (D);
 - masă de sodiu ca în 1,03 g de substanță (D).
- Raportul masic H : O este:
 - 1 : 1 în compusul (A);
 - 16 : 1 în compusul (A);
 - 1 : 1 în compusul (F);
 - 1 : 16 în compusul (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.

- Energia electronilor este cu atât mai mare cu cât aceștia sunt mai îndepărtați de nucleul atomului.
- Un ion negativ are în învelișul electronic mai mulți electroni decât numărul protonilor din nucleu.
- Entalpia molară de formare standard reprezintă variația de entalpie în reacția de sinteză a unui mol de substanță din elementele componente, în condiții standard.
- Anodul acumulatorului cu plumb este constituit dintr-un grătar de plumb ale cărui ochiuri sunt umplute cu dioxid de plumb.
- Reacția dintre clor și iodura de potasiu demonstrează caracterul nemetalic mai pronunțat al clorului față de iod.

10 puncte

SUBIECTUL al II-lea

(25 de puncte)

Subiectul C.

1. Atomii unui element chimic formează ioni izoelectronici cu atomul de argon, care au în învelișul electronic cu doi electroni mai puțin față de numărul protonilor. Știind că în nucleul unui ion sunt 20 de neutroni, determinați numărul de masă al elementului chimic. **3 puncte**
2. a. Scrieți configurația electronică a atomului elementului (E), care are 3 electroni în orbitali s.
b. Notați poziția elementului (E) (grupa, perioada) în Tabelul periodic. **4 puncte**
3. a. Modelați formarea ionului de azot, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor.
b. Notați caracterul electrochimic al azotului. **3 puncte**
4. Modelați formarea legăturii chimice în molecula de acid clorhidric, utilizând simbolurile elementelor chimice și puncte pentru reprezentarea electronilor. **2 puncte**
5. Peste 800 g soluție (S_1) de hidroxid de sodiu, de concentrație procentuală masică 20%, se adaugă x g de apă distilată. Soluția obținută (S_2) are concentrația procentuală masică 16%. Determinați valoarea lui x. **3 puncte**

Subiectul D.

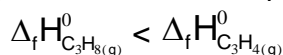
1. În reacția dintre cloratul de sodiu și acidul clorhidric se formează clor. Ecuația reacției care are loc este:
$$\dots\text{NaClO}_3 + \dots\text{HCl} \rightarrow \dots\text{Cl}_2 + \dots\text{NaCl} + \dots\text{H}_2\text{O}.$$
 - a. Scrieți ecuațiile proceselor de oxidare, respectiv de reducere, care au loc în această reacție.
 - b. Notați formula chimică a substanței cu rol de agent reducător. **3 puncte**
2. Notați coeficienții stoichiometrici ai ecuației reacției de la **punctul 1**. **1 punct**
3. a. Scrieți ecuația reacției dintre clor și fier.
b. Din reacția clorului cu 16,8 g de fier se obțin 24,375 g de sare. Determinați randamentul reacției. **6 puncte**

SUBIECTUL al III-lea

(25 de puncte)

Subiectul E.

1. a. Amoniacul se formează în reacția dintre dioxidul de azot și hidrogen. Ecuația termochimică a reacției care are loc este:
$$\text{NO}_2(\text{g}) + 7/2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{NH}_3(\text{g}), \quad \Delta_f H^0 = -650,5 \text{ kJ}.$$
Determinați entalpia molară de formare standard a amoniacului, utilizând entalpiile molare de formare standard: $\Delta_f H^0_{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} = -285,8 \text{ kJ/mol}$ și $\Delta_f H^0_{\text{NO}_2(\text{g})} = +33 \text{ kJ/mol}$.
 - b. Precizați tipul reacției având în vedere schimbul de căldură cu mediul exterior. **3 puncte**
2. Determinați căldura, exprimată în kilojouli, implicată în procesul de formare a 170 g de amoniac, în reacția de la **punctul 1.a**. **2 puncte**
3. Determinați masa de apă, exprimată în kilograme, care poate fi încălzită, de la 37 °C la 57 °C, utilizând căldura de 836 kJ, rezultată la arderea unui combustibil. Se consideră că nu au loc pierderi de căldură. **3 puncte**
4. Dioxidul de azot poate reacționa cu apa și formează acid azotic. Ecuația reacției care are loc, este:
$$3\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g}), \quad \Delta_f H^0.$$
Aplicați legea lui Hess pentru a determina variația de entalpie a reacției dintre dioxidul de azot și apă, $\Delta_f H^0$, în condiții standard, în funcție de variațiile de entalpie ale ecuațiilor reacțiilor:
 - (1) $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g}) \quad \Delta_f H^0_1$
 - (2) $2\text{N}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 4\text{HNO}_3(\text{aq}) \quad \Delta_f H^0_2$
 - (3) $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta_f H^0_3.$**4 puncte**
5. Relația de ordine dintre entalpiile molare de formare standard a propanului (C_3H_8) și a propinei (C_3H_4), este:



Utilizați această relație pentru a demonstra că reacția de hidrogenare a propinei pentru obținerea propanului, reprezentată de ecuația termochimică: $\text{C}_3\text{H}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$, $\Delta_f H^0$ este exotermă. **3 puncte**

Subiectul F.

1. Scrieți ecuația reacției de ionizare, în soluție apoasă, a acidului cianhidric. **2 puncte**
2. Pentru reacția de tipul: $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{Produs}$, ordinele parțiale de reacție sunt $n_A = 1$ și $n_B = 2$. Determinați viteza de reacție, exprimată în $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, știind concentrația reactantului (A) $0,05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, concentrația reactantului (B) $0,2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ și constanta de viteză $5\cdot 10^{-1} \text{ L}^2\cdot\text{mol}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. **2 puncte**
3. a. Un amestec gazos conține 2,2 g de dioxid de carbon și 0,1 mol de monoxid de carbon. Determinați presiunea exercitată de amestecul gazos într-un recipient cu volumul de 5 L, la temperatura de 227 °C.
b. Calculați numărul atomilor din 18,6 g de acid carbonic. **6 puncte**

Numere atomice: H- 1; N- 7; Cl- 17; Ar-18.

Mase atomice: H- 1; N- 14; O- 16; C- 12; Na- 23; Cl- 35,5; Fe- 56; Br- 80. $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,18 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Numărul lui Avogadro: $N = 6,022\cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. **Constanta molară a gazelor:** $R = 0,082 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.