



OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/ a sectoarelor municipiului București
22 martie 2026
Clasa a XII-a

- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.
- Se acordă 10 puncte din oficiu.

Informații:

1) Pentru procesul de reducere: $ox + ne^- \rightarrow red$, ecuația lui Nernst, la 25 °C, este:

$$\varepsilon_{ox|red} = \varepsilon_{ox|red}^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[ox]}{[red]}, \text{ unde } [ox] - \text{ concentrația molară a formei oxidate, } [red] - \text{ concentrația}$$

molară a formei reduse, $\varepsilon_{ox|red}$ - potențialul de reducere, $\varepsilon_{ox|red}^0$ - potențialul de reducere standard.

2) $\Delta_r G_T^\circ = -nFE^\circ$, unde $\Delta_r G_T^\circ$ - entalpia liberă de reacție standard la temperatura T, n – numărul de electroni implicați în reacția redox, F – numărul lui Faraday, E° - forța electromotoare standard a reacției redox.

- **Mase atomice:** H – 1, C – 12, N – 14, O – 16, Na – 23, Al – 27, S – 32, Br – 80, I – 127, Ca – 40, Cr – 52, Fe – 56, Cu – 64, Zn – 65, Ag – 108, Sn – 119, Pb – 207, Cl – 35,5

- **Constanta universală a gazelor:** $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

- **Numărul lui Faraday:** $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

Subiectul I 15 puncte

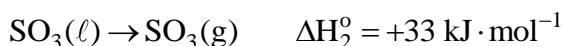
A. (10 puncte)

Se cunosc următoarele date termochimice:

a) la dizolvarea, în condiții standard, a unui mol de H_2SO_4 în x moli de H_2O se degajă o cantitate de căldură dată de relația empirică:

$$Q_{\text{diz}} = \frac{74,8 \cdot x}{1,8 + x} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

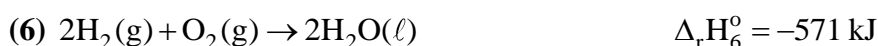
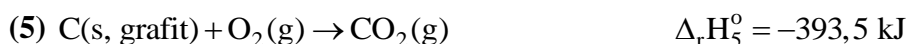
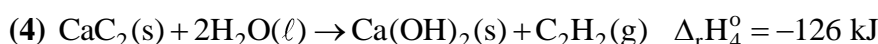
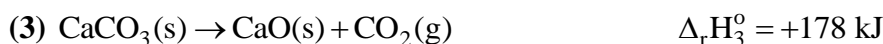
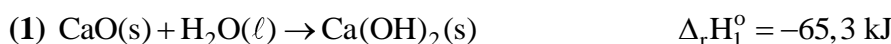
b) $\text{SO}_3(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\ell) \quad \Delta H_1^\circ = -97 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



Determinați căldura degajată la obținerea, în condiții standard, din $\text{SO}_3(\text{g})$ și $\text{H}_2\text{O}(\ell)$, a 300 g de soluție de acid sulfuric, de concentrație 49%.

B. (5 puncte)

Se dau următoarele ecuații termochimice:



a) Scrieți ecuația termochimică de formare a acetilenei.

b) Pe baza ecuațiilor termochimice necesare, folosind legea lui Hess, determinați entalpia de formare standard a acetilenei.

Subiectul al II-lea 20 de puncte

O soluție (S) conține ioni Fe^{2+} și ioni Fe^{3+} . Pentru a determina compoziția soluției, se efectuează două experimente, la temperatura de 25 °C.

Experiment (1)

100 mL de soluție (S) se tratează cu iodură de potasiu în exces, iar iodul eliberat este titrat până la punctul de echivalență, marcat cu amidon, cu 20 mL soluție de tiosulfat de sodiu, de concentrație 0,1 M.

Experiment (2)

100 mL de soluție (S) se tratează cu soluție de brom. După îndepărtarea excesului de brom, se repetă determinarea iodometrică și se consumă la titrare, până la punctul de echivalență, 50 mL soluție de tiosulfat de sodiu, de concentrație 0,1M.

a) Determinați potențialul de reducere standard $\varepsilon_{\text{Fe}^{3+}|\text{Fe}^{2+}}^{\circ}$.

b) Stabiliți dacă, în condiții standard, ionii bromură, respectiv ionii iodură pot reduce ionii Fe^{3+} , respectiv ionii Fe^{2+} dintr-o soluție.

c) Determinați concentrațiile molare ale ionilor Fe^{2+} și Fe^{3+} din soluția (S).

$$\varepsilon_{\text{Fe}^{3+}|\text{Fe}}^{\circ} = -0,036 \text{ V}, \varepsilon_{\text{Fe}^{2+}|\text{Fe}}^{\circ} = -0,440 \text{ V}, \varepsilon_{\text{Br}_2|\text{Br}^-}^{\circ} = 1,066 \text{ V}, \varepsilon_{\text{I}_2|\text{I}^-}^{\circ} = 0,535 \text{ V}$$

Subiectul al III-lea 25 de puncte

O probă P, cu masa de 19,6 g, care conține oxalat de calciu ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), impurificat cu carbonat de calciu, se încălzește treptat până la 200 °C și se constată că masa probei scade cu 9,184%, obținându-se proba P'. Proba P' se supune descompunerii termice, la 950 °C, în absența aerului, căldura consumată fiind de 31,065 kJ. La 950 °C, în absența aerului, rezultă o singură substanță solidă și două substanțe gazoase care au aceeași compoziție calitativă. La 500 °C, în prezența aerului, rezultă tot o substanță solidă și numai una dintre cele două substanțele gazoase obținute și la 950 °C.

a) Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice care au loc la descompunerea probei P' la 950 °C, în absența aerului și la 500 °C, în prezența aerului.

b) Calculați puritatea oxalatului de calciu anhidru din proba P.

c) Determinați formula chimică a cristalohidratului $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

d) Determinați efectul termic care însoțește descompunerea probei P', la 500 °C, în prezența aerului.

Se consideră că efectul termic al reacțiilor care intervin în problemă este independent de temperatură pe intervalul 25 – 1000 °C și se neglijează căldura absorbită de către substanțe la încălzire.

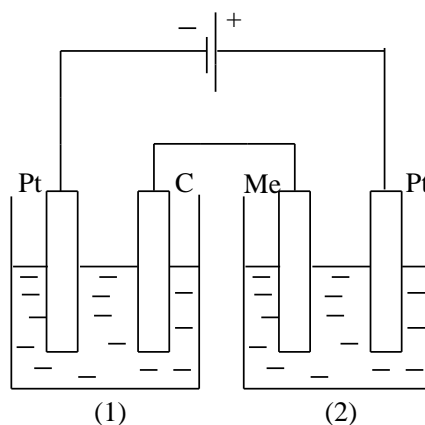
Se cunosc următoarele date termochimice:

$$\Delta_f H_{\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s})}^{\circ} = -1360,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta_f H_{\text{CaCO}_3(\text{s})}^{\circ} = -1206,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta_f H_{\text{CaO}(\text{s})}^{\circ} = -635,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1},$$

$$\Delta_f H_{\text{CO}_2(\text{g})}^{\circ} = -393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta_f H_{\text{CO}(\text{g})}^{\circ} = -110,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Subiectul al IV-lea 30 de puncte

S-a efectuat electroliza soluțiilor din două celule conectate în serie. Celula (1) conține 50 mL de soluție de azotat al metalului necunoscut Me, de concentrație 1 M, iar celula (2) conține 100 mL de soluție de clorură a metalului Me, de concentrație procentuală masică 10% și densitate 1,08 g/mL. S-au realizat două experimente, la temperatura constantă de 25 °C. În ambele celule, la catod s-a depus metalul Me. Se consideră că pH-ul soluțiilor este 3 pe toată durata experimentelor și că presiunile parțiale ale tuturor gazelor sunt 1 atm. Se neglijează variația volumului soluțiilor în timpul experimentelor.



Experiment (1)

Electroliza s-a efectuat folosindu-se un curent de 1,5 A, timp de o oră, când pe catodul din celula (1) s-au depus 1,164 g metal Me.

a) Notați care este anodul și care este catodul în ambele celule.

b) Identificați metalul Me, considerând că randamentul de curent în celula (1) este 65%, iar în celula (2) este 100%.

Experiment (2)

Se schimbă între ei electrodul de C (grafit) din celula (1) și electrodul de metal Me din celula (2) și se continuă electroliza până când masa catodului din celula (2) nu se mai modifică. Intensitatea curentului electric este constantă de 1,5 A și se consideră că randamentul de curent este 100%, în ambele celule.

c) Determinați durata electrolizei în **Experimentul (2)**.

d) Calculați cu câte grame s-a modificat masa electrodului de metal Me după cele două experimente.

e) Scrieți ecuațiile proceselor posibile la electrozi, în **ambele celule**, calculați potențialul fiecărei semireacții, notați procesele care au loc la electrozi în cursul **experimentului (1)** și scrieți ecuațiile reacțiilor globale care au loc în **ambele celule**.

f) Scrieți ecuațiile proceselor posibile la electrozi în **celula (1)**, calculați potențialul fiecărei semireacții, notați procesele care au loc la electrozi în cursul **experimentului (2)** și scrieți ecuația reacției globale care are loc în **celula (1)**

Procesul	Potențialul de reducere standard ε^0	Supratensiunea $\Delta\varepsilon$
$\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	1,23 V	Pe grafit $\Delta\varepsilon_{\text{O}_2} = +0,79 \text{ V}$ Pe platină $\Delta\varepsilon_{\text{O}_2} = +0,96 \text{ V}$ $\Delta\varepsilon_{\text{Cl}_2} = +0,01 \text{ V}$
$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	1,36 V	
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0,34 V	
$\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \frac{1}{2}\text{H}_2$	0,00	

Subiecte elaborate de:

prof. Vasile Sorohan, Colegiul Național *Costache Negruzzi* din Iași

prof. Iuliana Shajaani, Colegiul Național *Matei Basarab* din București

prof. Daniela Tudor, Colegiul Național *Mihai Viteazul* din București

prof. Mihaela Vișan, Colegiul Național *Petru Rareș* din Piatra-Neamț