

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
Clasa a XII-a

- *Timul de lucru efectiv este de trei ore.*

Informații:

1) Conform principiului I al termodinamicii, $\Delta U = Q + L$, unde ΔU – variația energiei interne a sistemului, Q – căldura cedată sau primită de sistem, $L = -p \cdot \Delta V$ este lucrul mecanic de volum efectuat de sistem sau efectuat asupra sistemului.

2) T (K) = t (°C) + 273,15

3) $Q = m \cdot \lambda$, în care Q – căldura cedată sau absorbită la schimbarea stării de agregare, λ - căldura latentă specifică.

4) 1 atm = 760 Torr

5) Pentru o reacție simplă de ordinul 1 de forma $A \rightarrow$ produși, ecuația cinetică integrală este:

$\ln \frac{C_0}{C_A} = k_1 \cdot t$, în care C_A este concentrația molară a reactantului A la momentul t , C_0 este concentrația

molară inițială a reactantului A și k_1 este constanta de viteză.

6) Pentru o reacție simplă de ordinul 2 de forma $2A \rightarrow$ produși, ecuația cinetică integrală este:

$\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_0} = 2k_2 \cdot t$, în care C_A este concentrația molară a reactantului A la momentul t , C_0 este

concentrația molară inițială a reactantului A și k_2 este constanta de viteză.

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

8) **Mase atomice:** H – 1, C – 12, O – 16, Cu – 64, Zn – 65.

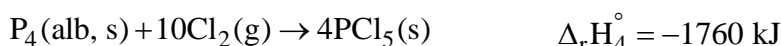
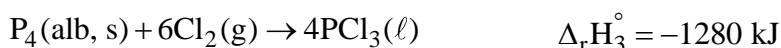
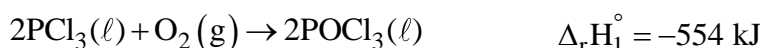
Subiectul I

25 de puncte

A. (8 puncte)

Din reacția fosforului cu oxigenul în exces rezultă pentaoxidul de fosfor (P_4O_{10}).

Se cunosc efectele termice ale următoarelor reacții chimice:



Se cer:

a) ecuația termochimică a reacției de formare a pentaoxidului de fosfor, $P_4O_{10}(\text{s})$;

b) folosind legea lui Hess, determinați entalpia molară de formare standard a pentaoxidului de fosfor - $P_4O_{10}(\text{s})$.

B. (17 puncte)

Alama (A) este un aliaj al cuprului cu zincul. Compoziția aliajului s-a determinat prin tratarea unei probe de alamă (A), cu masa de 40,625 g, cu o soluție de hidroxid de sodiu, în exces, când s-a degajat un volum de 5,6 L de gaz, măsurat în condiții normale de temperatură și presiune.

La presiune atmosferică, într-un calorimetru se găsesc 200 g de gheață mărunțită, având temperatura $t_0 = -10\text{ }^\circ\text{C}$. Capacitatea calorică a calorimetrului este $C = 149\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$. În calorimetru se introduce o bucată de alamă (A), cu masa de 2 kg și temperatura $t_1 = 40\text{ }^\circ\text{C}$. O parte din gheață se topește.

Se cer:

- compoziția alamei (A), exprimată în procente de masă;
- căldura specifică a alamei (A);
- masa de gheață care s-a topit.

Se cunosc următoarele date termochimice: $\lambda_{t\text{H}_2\text{O}(s)} = 334\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, $c_{\text{H}_2\text{O}(s)} = 2,09\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$,

$c_{\text{Zn}(s)} = 0,39\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, $c_{\text{Cu}(s)} = 0,38\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

λ_t - căldura latentă specifică de topire, c - căldura specifică

Subiectul al II-lea

25 de puncte

Bomba calorimetrică este un dispozitiv folosit pentru determinarea, la volum constant, a căldurii de combustie a diferitelor substanțe.

Alcanul (A), unul dintre alcanii izomeri cu opt atomi de carbon în moleculă, este folosit pentru aprecierea calității benzinelor.

La $25\text{ }^\circ\text{C}$, într-o bombă calorimetrică, s-au ars 0,689 g de acid benzoic în exces de oxigen, înregistrându-se o creștere a temperaturii cu 1,8 K. Într-un alt experiment, în același calorimetru, la $25\text{ }^\circ\text{C}$, s-au ars 0,57 g de alcan (A), înregistrându-se o creștere a temperaturii cu 2,67 K. Se cer:

- ecuația termochimică a reacției de ardere a acidului benzoic care are loc în bomba calorimetrică;
- capacitatea calorică a calorimetrului;
- energia internă molară de combustie standard și entalpia molară de combustie standard ale alcanului (A);
- entalpia molară de formare standard a alcanului (A).

Se cunosc următoarele date termochimice:

- energia internă molară de combustie standard a acidului benzoic $\Delta_c U_{\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}(s)}^\circ = -3251\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,

$\Delta_f H_{\text{CO}_2(g)}^\circ = -393,5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta_f H_{\text{H}_2\text{O}(\ell)}^\circ = -285,5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Subiectul al III-lea

25 de puncte

A. (10 puncte)

La 700 K, la temperatură și volum constante, are loc reacția de descompunere $A_{(g)} \rightarrow B_{(g)} + C_{(g)}$, a cărei constantă de viteză este $k = 4\cdot 10^{-4}\text{ s}^{-1}$. Presiunea inițială a substanței A este 600 Torr. Se cer:

- timpul de înjumătățire;
- presiunea totală din vasul de reacție, după o oră de la începutul reacției;
- presiunea parțială a gazului A, după 40 de minute de la începutul reacției.

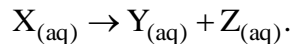
B. (15 puncte)

La 1000 K, la temperatură și volum constante, are loc reacția $2A_{(g)} \rightarrow D_{(g)} + E_{(g)}$, a cărei constantă de viteză este $k = 8\cdot 10^{-3}\text{ mol}^{-1}\cdot\text{L}\cdot\text{s}^{-1}$. Presiunea inițială a substanței A este 600 Torr.

Se cer:

- timpul de înjumătățire;
- presiunea totală din vasul de reacție, după o oră de la începutul reacției;
- presiunea parțială a substanței A, după 40 de minute de la începutul reacției.

În soluție apoasă, substanța **X** se descompune ușor, ecuația reacției chimice fiind:



Energia de activare a reacției date este 58,4 kJ/mol, iar efectul termic al reacției este neglijabil.

La studiul cinetic al reacției de descompunere, la **15 °C**, concentrația reactantului **X**, la diferite momente, este:

t (min)	0	5	10	20	30
[X] (mol/L)	2	1,926	1,856	1,722	1,595

În două reactoare are loc reacția de descompunere a substanței **X**.

- În reactorul **R₁** care, la momentul inițial, conține 2 L de soluție apoasă de substanță **X**, de concentrație 2 mol/L, reacția are loc la **15 °C**.
- În reactorul **R₂** care, la momentul inițial, conține 3 L de soluție apoasă de substanță **X**, de concentrație 1 mol/L, reacția are loc la **30 °C**.

După 15 minute de la momentul inițial, soluțiile din cele două reactoare se amestecă brusc.

Se cer:

- a) verificați faptul că reacția de descompunere a substanței **X** respectă o cinetică de ordin 1;
- b) determinați valoarea constantei de viteză și timpul de înjumătățire la 15 °C;
- c) calculați valoarea constantei de viteză la 30 °C;
- d) determinați concentrația reactantului **X** din soluția finală rezultată, la 10 minute după amestecare.

Se neglijează capacitatea calorică a reactoarelor **R₁** și **R₂**. Toate soluțiile apoase sunt diluate și au căldura specifică și densitatea aproximativ egale cu cele ale apei pure.

Subiecte propuse de:

prof. Vasile Sorohan de la Colegiul Național "Costache Negruzzi" din Iași
prof. Iuliana Shajaani de la Colegiul Național "Matei Basarab" din București
prof. Carmen Argeșanu de la Colegiul Național "Nichita Stănescu" din Ploiești
prof. Gabi Micu de la Colegiul Național Militar "Alexandru Ioan Cuza" din Constanța