

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

- *Munkaidő három óra.*

Információk:

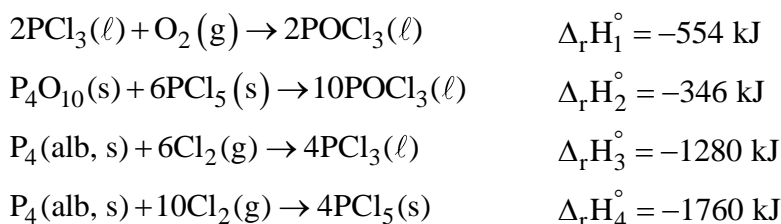
- 1) A termodinamika I tételének megfelelően $\Delta U = Q + L$, ahol ΔU – a rendszer belső energiájának a változása, Q – a rendszer által leadott vagy kapott hő, $L = -p \cdot \Delta V$ a rendszer által végzett, vagy a rendszeren végzett térfogatot mechanikai munka.
- 2) $T \text{ (K)} = t \text{ (}^\circ\text{C)} + 273,15$
- 3) $Q = m \cdot \lambda$, ahol Q – a halmazállapot változás közben leadott, vagy felvett hő, λ - a fajlagos látens hő.
- 4) $1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$
- 5) Egy $A \rightarrow$ termékek típusú egyszerű 1 rendű reakció esetében az integrált kinetikai egyenlet:
 $\ln \frac{C_0}{C_A} = k_1 \cdot t$, ahol C_A az A reagens moláris koncentrációja a t pillanatban, C_0 az A reagens kezdeti moláris koncentrációja és k_1 a sebességállandó.
- 6) Egy $2A \rightarrow$ termékek típusú egyszerű 2 rendű reakció esetében az integrált kinetikai egyenlet:
 $\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_0} = 2k_2 \cdot t$, ahol C_A az A reagens moláris koncentrációja a t pillanatban, C_0 az A reagens kezdeti moláris koncentrációja és k_2 a sebességállandó.
- 7) Egyetemes gázállandó: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- 8) **Atomtömegek:** H – 1, C – 12, O – 16, Cu – 64, Zn – 65.

I.Tétel

25 pont

A. (8 pont)

A foszfor fölös mennyiségű oxigénnel történő reakciójából foszfor-pentaoxid (P_4O_{10}) keletkezik. Ismertek az alábbi kémiai reakciók hőhatásai:



Követelmények:

- a) Írd le a $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s})$ foszfor-pentaoxid előállításának termokémiai egyenletét!
- b) Határozd meg a $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s})$ foszfor-pentaoxid standard moláris képződési entalpiáját, használd fel Hess törvényét!

B. (17 pont)

Az (A) sárgaréz a réznek cinkkel alkotott ötvözet. Az ötvözet összetételét úgy határozták meg, hogy 40,625 g tömegű (A) sárgaréz mintát fölös mennyiségű nátrium-hidroxid oldattal kezeltek, miközben 5,6 L normál hőmérséklet és nyomás értéken mért gáz keletkezett.

Léggöri nyomáson egy kaloriméterben 200 g aprított jég van, amelynek a hőmérséklete $t_0 = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$. A kaloriméter hőkapacitása $C = 149\text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$. A kaloriméterbe egy 2 kg tömegű és $t_1 = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű (A) sárgaréz darabot tesznek. A jég egy része megolvad. Határozd meg:

- a) az (A) sárgaréz összetételét, tömegszázalékban kifejezve;
- b) az (A) sárgaréz fajhőjét;
- c) a megolvadt jég tömegét.

Ismertek a következő termokémiai adatok: $\lambda_{t\text{H}_2\text{O(s)}} = 334\text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, $c_{\text{H}_2\text{O(s)}} = 2,09\text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,

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

λ_o - fajlagos olvadáshő, c – fajhő

II.Tétel

25 pont

A kaloriméterbomba egy eszköz, amelyet különböző anyagok égéshőjének a meghatározására használnak, állandó térfogaton.

Az (A) alkán a molekulájukban nyolc szénatomot tartalmazó alkánok egyik izomere, amelyet a benzinek minőségének értékelésére használnak.

Egy kaloriméterbombában $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on elégetnek fölös mennyiségű oxigénben 0,689 g benzoetsavat, a hőmérséklet $1,8\text{ K}$ -nel nő. Egy másik kísérletben ugyanazt a kalorimétert használva $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 0,57 g (A) alkánt égetnek, ekkor a hőmérséklet $2,67\text{ K}$ -el nő. Határozd meg:

- a) a benzoetsavnak a kaloriméterbombában lejátszódó égési reakciójának termokémiai egyenletét;
- b) a kaloriméter hőkapacitását;
- c) az (A) alkán standard égési belső energiáját és a standard moláris égési entalpiáját;
- d) az (A) alkán standard moláris képződési entalpiáját.

Ismertek a következő termokémiai adatok:

- a benzoetsav standard moláris égési belső energiája $\Delta_c U_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH(s)}}^{\circ} = -3251\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,
 $\Delta_f H_{\text{CO}_2(\text{g})}^{\circ} = -393,5\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta_f H_{\text{H}_2\text{O}(\ell)}^{\circ} = -285,5\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

III.Tétel

25 pont

A. (10 pont)

700 K -en, állandó térfogaton és hőmérsékleten végbemegy az $\text{A}_{(\text{g})} \rightarrow \text{B}_{(\text{g})} + \text{C}_{(\text{g})}$, bomlási reakció, amelynek a sebességállandója $k = 4 \cdot 10^{-4}\text{ s}^{-1}$. Az A anyag kezdeti nyomása 600 Torr. Határozd meg:

- a) a felezési időt;
- b) a reakcióedényben az össznyomást a reakció kezdete után egy órával;
- c) az A gáz parciális nyomását 40 perccel a reakció kezdete után.

B. (15 pont)

1000 K -en, állandó térfogaton és nyomáson végbemegy a $2\text{A}_{(\text{g})} \rightarrow \text{D}_{(\text{g})} + \text{E}_{(\text{g})}$, reakció, amelynek a sebességállandója $k = 8 \cdot 10^{-3}\text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$. Az A anyag kezdeti nyomása 600 Torr.

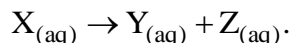
Határozd meg:

- a) a felezési időt;
- b) a reakcióedényben az össznyomást a reakció kezdete után egy órával;
- c) az A anyag parciális nyomását 40 perccel a reakció kezdete után.

IV.Tétel

25 pont

Vizes oldatban az **X** anyag könnyen lebomlik, a lejátszódó kémiai reakció egyenlete:



Az adott reakció aktiválási energiája 58,4 kJ/mol, a reakció hőhatása elhanyagolható.

A bomlási reakció kinetikai vizsgálatokor **15 °C**-on az **X** reagens koncentrációját különböző időpontokban a táblázat mutatja:

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

Az **X** anyag bomlása két reaktorban megy végbe.

- Az **R₁** reaktorban, amely a kezdeti időpontban 2 L, 2 mol/L koncentrációjú vizes oldatát tartalmazza az **X** anyagnak, a reakció **15 °C**- on megy végbe..
- Az **R₂** reaktorban, amely a kezdeti időpontban 3 L, 1 mol/L koncentrációjú vizes oldatát tartalmazza az **X** anyagnak, a reakció **30 °C**- on megy végbe.

A kezdeti időpont után 15 perccel a két reaktorban levő oldatokat hirtelen összekeverik.

Követelmények:

- a) Ellenőrizd azt, hogy az **X** anyag bomlási reakciója 1 rendű kinetikának felel meg!
- b) Határozd meg a sebességállandó értékét és a felezési időt 15 °C- on!
- c) Számold ki a sebességállandó értékét 30 °C-on!
- d) határozd meg az **X** reagens koncentrációját a kapott végső oldatban, 10 perccel az összekeverés után!

Az **R₁** és **R₂** reaktorok hőkapacitását elhanyagoljuk. Az összes vizes oldat híg és a fajhőjük, valamint a sűrűségük körülbelül azonos a tiszta vízével.

A tételeket összeállították:

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*