

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
4 februarie 2023
Clasa a XII-a

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

Informații:

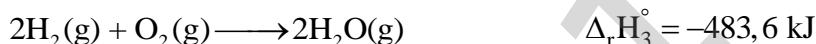
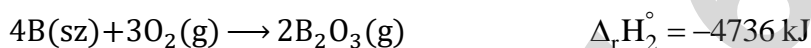
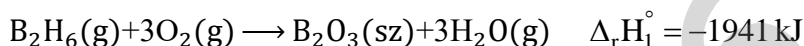
- 1) A termodinamika I. tétele alapján $\Delta U = Q + L$, ahol ΔU – a rendszer belső energiájának változása, Q – a rendszer által leadott vagy felvett hő, $L = -p \cdot \Delta V$ a rendszer által végzett, vagy a rendszeren végzett mechanikai munka.
- 2) $T \text{ (K)} = t \text{ (}^\circ\text{C)} + 273,15$
- 3) $Q = m \cdot \lambda$, ahol Q – a halmazállapot változás közben leadott vagy elnyelt hő, λ - fajlagos látens hő.
- 4) $1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$
- 5) Egy $2A(g) \rightarrow$ termékek típusú 2. rendű reakció esetében az integrált kinetikai egyenlet:
$$\frac{1}{P_A} - \frac{1}{P_0} = 2k \cdot t$$
, ahol P_A az A reagens parciális nyomása a t időpontban, P_0 az A reagens kezdeti nyomása és k a sebességállandó.
- 6) **Egyetemes gázállandó:** $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- 7) **Atomtömegek:** H – 1, C – 12, O – 16, Al – 27, Fe – 56, Cl – 35,5.

I. Tétel

20 pont

A. (5 pont)

Ismertek az alábbi standard reakcióentalpiák:



Határozd meg a $\text{B}_2\text{H}_6(\text{g})$ diborán standard moláris képződési entalpiáját!

B. (15 pont)

A kaloriméterbomba különböző anyagok égéshőjének állandó térfogaton történő meghatározására szolgáló eszköz.

Egy kaloriméterbombában 25°C -on fölös mennyiségű oxigénben elégetnek egy $0,727 \text{ g}$ tömegű D-ribóz ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$) mintát, közben $0,91 \text{ K}$ hőmérséklet növekedést figyelnek meg. Ugyanabban a kaloriméterbombában, egy másik kísérlet során 25°C -on $0,825 \text{ g}$ benzoésavat égetnek el, melynek a standard égési belsőenergia értéke -3251 kJ/mol . Azt tapasztalják, hogy a hőmérséklet növekedés ebben az esetben $1,94 \text{ K}$.

a) Írd le kaloriméterbombában lejátszódó, D-ribóz égési reakciójának a termokémiai egyenletét!

b) Számítsd ki a D-ribóz standard moláris égési belső energia-, standard moláris égési entalpia- és standard moláris képződési entalpia értékét!

c) Határozd meg annak a $0,1 \text{ M}$ -os HCl oldatnak a térfogatát, melyet fölös mennyiségű NaOH -val kellene semlegesíteni ahhoz, hogy ugyanazt a hőeffektust nyerjük, mint a $0,727 \text{ g}$ D-ribóz égésekor!

Ismertek a következő termokémiai adatok:

$\Delta_f H_{\text{CO}_2(\text{g})}^\circ = -393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta_f H_{\text{H}_2\text{O}(\text{f})}^\circ = -285,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ és a standard semlegesítési entalpia:

$$\Delta_n H^\circ = -57,3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol keletkezett H}_2\text{O}}.$$

II. Tétel

30 pont

Az A₁ keveréket 0 °C-on 98 g folyékony víz és 2 g jég alkotja. Ahhoz, hogy az A₁ keveréket 100 °C-os vízgőzzé alakítsák át, felhasználják az A₂ keveréket alkotó anyagok levegőmentes reakciójából származó teljes hőmennyiséget. Az A₂ keverék ferro-ferri-oxidot és alumíniumot tartalmaz, Fe₃O₄ : Al = 1 : 2 mólarányban.

a) Számítsd ki az A₂ keverék tömegét!

b) Határozd meg a reakciótermékek mólarányát abban a végső keverékben, amelyik az A₂ keveréket alkotó anyagok közötti kémiai reakciók során keletkezett!

c) Ha a 0 °C-os A₁ keverékhez 327 °C-os olvadási hőmérsékletű olvadt ólomot adnak, akkor a végső hőmérséklet 90 °C lesz. Feltételezve azt, hogy a külső környezettel nem történt hőcsere, határozd meg a hozzáadott ólom tömegét!

Ismertek a termokémiai adatok:

$$\Delta_f H_{\text{Al}_2\text{O}_3(\text{sz})}^\circ = -1676 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta_f H_{\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{sz})}^\circ = -1118 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta_f H_{\text{FeO}(\text{sz})}^\circ = -272 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{PH}_2\text{O}(\text{f})} = 2260 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}, \lambda_{\text{OH}_2\text{O}(\text{sz})} = 335 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}, \lambda_{\text{OPb}(\text{sz})} = 23,02 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$c_{\text{Pb}} = 0,129 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

λ_p - fajlagos látens párolgási hő, λ_o - fajlagos látens olvadási hő,

c – fajhő

III. Tétel

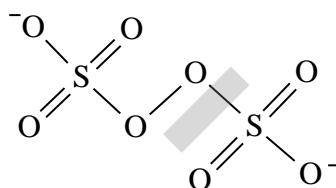
25 pont

A kálium-peroxo-diszulfát az ismert oxidálószerkezők közül az egyik legerősebb. A peroxo-diszulfát ionok viszonylag lassan a halogenid ionokat képesek halogénné oxidálni, kivéve a fluorid ionokat. A lejátszódó reakció egyenlete: $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{X}^- \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + \text{X}_2$.

A kezdeti sebességet, miközben jódot keletkezik jodid ionokat peroxo-diszulfáttal oxidálva, 25 °C-on határozták meg, a reagensek különböző kezdeti koncentrációt használva:

$[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_0 \cdot 10^4 \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$[\text{I}^-]_0 \cdot 10^2 \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$v_o \cdot 10^8 \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$
1	1	1,1
2	1	2,2
2	0,5	1,1

A peroxo-diszulfát ion szerkezete:



a) Másold át a szerkezetet a vizsgalapra és mindegyik atom fölé írd oda az oxidációs számot!

b) Határozd meg a teljes reakciórend értékét és jegyezd le a jodid ionok oxidációs reakciójának a sebességegyenletét!

c) Számítsd ki a sebességállandó értékét 25 °C-on!

d) A jodid ionok oxidációs reakciójának az aktiválási energiája 42 kJ/mol. Határozd meg, Celsius fokban kifejezve azt a hőmérsékletet, amelyen a reagensek koncentrációját állandó értéken tartva, a reakciósebesség 10-szer nagyobb, mint 25 °C-on!

e) A tioszulfát ionok gyorsan reagálnak a jóddal. Írd le a tioszulfát ionok és a jód közötti reakció egyenletét!

f) Írd le a jodid ionoknak peroxo-diszulfát ionnal történő oxidációs reakciójának a sebességegyenletét abban az esetben, ha a rendszerhez nátrium-tioszulfátot adnak fölös mennyiségben úgy a peroxo-diszulfát ionokra, mint a jodid ionokra nézve!

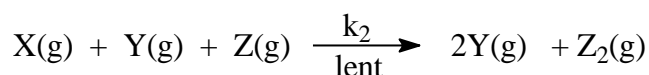
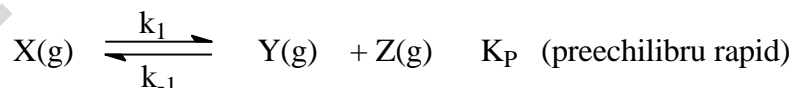
Az X vegyület bomlásának kinetikai vizsgálatához egy légüres és nem deformálódó tartályba 0,8 mol X(g) vegyületet vezettek. A 127 °C-ra termosztatált tartályban a (P) össznyomás értékei különböző időpillanatokban az alábbiak:

t (perc)	0	2	4	6	8
P (Torr)	350	388,3	412,8	430	442,5

Az X(g) anyag bomlási reakciójának az egyenlete: $2X(g) \rightarrow 2Y(g) + Z_2(g)$.

Feltételezzük, hogy a reakcióelegy tökéletes gázként viselkedik.

- Számítsd ki az X(g) vegyület bomlásának kinetikai vizsgálatára használt tartály térfogatát!
- Vezesd le az X vegyület (P_X) parciális nyomásának a kifejezését egy adott pillanatban, a rendszerben levő (P) össznyomás és a (P_0) kezdeti nyomás függvényében!
- Bizonyítsd be azt, hogy a fenti kísérleti eredmények arra utalnak, hogy az X(g) vegyület bomlása 2 rendű kinetika szerint játszódik le!
- Határozd meg az X(g) vegyület felezési idejét!
- Számítsd ki a tartályban a nyomást 5 perccel a reakció indulása után és abban pillanatban, amikor gyakorlatilag a teljes X(g) vegyület lebomlott!
- Az X(g) vegyület bomlására a következő mechanizmust javasolták:



Tudva azt, hogy sebességet meghatározó szakasz a lassú szakasz, állapítsd meg azt, hogy a javasolt mechanizmus összhangban van-e az X(g) vegyület bomlási reakciójának kinetikai vizsgálatokor meghatározott sebességegyenlettel!

Subiecte elaborate, selectate și prelucrate de:

Vasile Sorohan, *Colegiul Național "Costache Negruzzi", Iași*

Iuliana Shajaani, *Colegiul Național "Matei Basarab", București*

Mihaela Dana Hristea, *Colegiul Național "Mihai Eminescu", Botoșani*

Gabriela Micu, *Colegiul Național Militar "Alexandru Ioan Cuza", Constanța*