

## SO<sub>3</sub> előállítás

A kén-trioxidot az iparban kén-dioxid és oxigén reakciójával állítják elő az alábbi egyensúlyi folyamatban:  $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$

a) Számítsa ki a fenti egyenlethez tartozó reakcióhőt! A számításhoz az alábbi

Vegyület neve	Kén-dioxid (g)	Kén-trioxid (g)
Képződéshő (kJ/mol)	-297	-395

képződéshő-értékeket használja:

b) Az alábbi lehetőségek közül húzza alá azokat, melyekkel a folyamat egyensúlya a kén-trioxid képződése irányába tolható el!

*Katalizátor alkalmazása*      *Nyomás növelése*      *Az oxigén feleslegben való alkalmazása*  
*Melegítés*                      *Kén-dioxid elvonása*

A kén-dioxid átalakítását olyan konverterben végzik, amely négy, elkülönített reakcióágyból áll. Az egyes reakcióágyak finom eloszlású katalizátort is tartalmaznak. A vanádium(V)-oxid katalizátor inaktív 400 °C alatt és tönkremegy 620 °C felett. Az egyes reakcióágyak közötti átvezetés alkalmával a gázelegyet külső hőcserélők alkalmazásával rendre visszahűtik 420-450 °C közé. Az első, 30,0 m<sup>3</sup> térfogatú reakcióágyba 1,00·10<sup>5</sup> Pa nyomású, 420 °C hőmérsékletű kén-dioxidból és levegőből álló gázelegyet vezetnek (A levegő összetétele: 20,0 V/V% oxigén és 80,0 V/V% nitrogén). A kiindulási gázelegy átlagos moláris tömege 34,7 g/mol.

c) Számítsa ki, mekkora anyagmennyiségű gázt tartalmaz az első reakcióágy a kémiai átalakulás megindulása előtt!

d) Számítsa ki az oxigén és kén-dioxid anyagmennyiség-arányát a kémiai átalakulás megindulása előtt! Az első reakcióágyon való áthaladás után az elegyet hőcserélőn átvezették a második, ugyanekkora térfogatú reakcióágyba, miközben a kén-dioxid 60,0 %-a alakult át, és visszaállt az eredeti, 420 °C-os hőmérséklet.

e) Számítsa ki a folyamat egyensúlyi állandóját 420 °C-on!

(2019. október)

Megoldás: (13 pont)

a) Hess tételének alkalmazása: 1 pont

A vizsgált folyamat reakcióhője:

$$\Delta_r H_f = -395 \text{ kJ/mol} \cdot 2 - (-297 \text{ kJ/mol}) \cdot 2 = -196 \text{ kJ/mol} \quad 1 \text{ pont}$$

b) Nyomás növelése.

Oxigén feleslegben való alkalmazása. (együtt:) 1 pont

c) A kiindulási gázelegy anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2) = \frac{1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 30,0 \text{ m}^3}{8,314 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)} \cdot 693 \text{ K}} = 520,69 \text{ mol} \approx 521 \text{ mol} \quad 2 \text{ pont}$$

d) Jelölje  $x$  a kén-dioxid,  $y$  pedig az oxigén anyagmennyiségét a kiindulási elegyben. Az átlagos moláris tömegre az alábbi egyenlet írható fel:

$$34,7 = \frac{64,1x + 32,0y + 28,0 \cdot 4y}{x + 5y} \quad 1 \text{ pont}$$

Az egyenletből a keresett molarány:

$$\frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{O}_2)} = \frac{x}{y} = 1,0034 \approx \mathbf{1,00}$$

**1 pont**

e) A kén-dioxid és oxigén kiindulási koncentrációja:

$$c_1(\text{SO}_2) = c_1(\text{O}_2) = \frac{\frac{1}{6} \cdot 521 \text{ mol}}{30000 \text{ dm}^3} = 2,89 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

**1 pont**

Egyensúlyi táblázat:

	SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>
<b>Kiindulás</b>	2,89 · 10 <sup>-3</sup> mol/dm <sup>3</sup>	2,89 · 10 <sup>-3</sup> mol/dm <sup>3</sup>	0 mol
<b>Átalakulás</b>	1,74 · 10 <sup>-3</sup> mol/dm <sup>3</sup>	8,68 · 10 <sup>-4</sup> mol/dm <sup>3</sup>	1,74 · 10 <sup>-3</sup> mol/dm <sup>3</sup>
<b>Egyensúly</b>	1,16 · 10 <sup>-3</sup> mol/dm <sup>3</sup>	2,03 · 10 <sup>-3</sup> mol/dm <sup>3</sup>	1,74 · 10 <sup>-3</sup> mol/dm <sup>3</sup>
	<b>1 pont</b>	<b>1 pont</b>	<b>1 pont</b>

Az egyensúlyi állandó értéke:

$$\mathbf{K} = \frac{(1,74 \cdot 10^{-3})^2}{(1,16 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 2,03 \cdot 10^{-3}} = \mathbf{1,11 \cdot 10^3 \text{ (dm}^3/\text{mol)}}$$

**2 pont**