

3. El diòxid de sofre és un gas que s'origina sobretot durant la combustió de combustibles fòssils que contenen sofre (petroli i combustibles sòlids com ara el carbó), tot i que també es pot produir a partir del triòxid de sofre (SO_3) segons la reacció següent:



- a) En la taula adjunta es recullen els valors, a diferents temperatures, de la constant d'equilibri en concentracions (K_c) d'aquesta reacció. Raoneu com afecta a l'equilibri i a la K_c un increment de temperatura, tant si la reacció és endotèrmica com si és exotèrmica. Justifiqueu si la reacció de formació de diòxid de sofre és exotèrmica o endotèrmica. Expliqueu com afecta a l'equilibri i al rendiment de la reacció:
- un augment de la pressió, mantenint la temperatura constant;
 - un augment del volum, mantenint la temperatura constant.

[1,25 punts]

- b) Colloquem una quantitat de triòxid de sofre en un recipient tancat de 0,80 L a 1 000 K. Comprovem que a l'equilibri hi ha 2 mol d'oxigen. Calculeu les concentracions de les substàncies presents a l'equilibri.

[1,25 punts]

DADES: Constants d'equilibri en concentracions a diferents temperatures:

T (K)	298	400	600	800	1 000
K_c	$1,19 \times 10^{-26}$	$5,42 \times 10^{-18}$	$4,02 \times 10^{-10}$	$1,97 \times 10^{-5}$	$3,2 \times 10^{-3}$

Solució:

Pregunta 3a

Efecte d'un increment de temperatura a l'equilibri i la K_c segons els tipus de reacció: endotèrmica o exotèrmica

En una reacció endotèrmica ($\Delta H^0 > 0$) l'augment de temperatura afavoreix la reacció cap a la dreta (productes).

- Per tant, un **augment de temperatura** ($T_2 > T_1$) **augmenta** el valor de la **constant d'equilibri** de la reacció:

$$\Rightarrow K_c^{T_2} > K_c^{T_1} \text{ per reaccions endotèrmiques}$$

[0,25 p]

En una reacció exotèrmica ($\Delta H^0 < 0$) l'augment de temperatura afavoreix la reacció cap a l'esquerra (reactius).

- Per tant, un **augment de temperatura** ($T_2 > T_1$) **disminueix** el valor de la **constant d'equilibri** de la reacció:

$$\Rightarrow K_c^{T_2} < K_c^{T_1} \text{ per reaccions exotèrmiques}$$

[0,25 p]

Justificació de tipus de reacció: exotèrmica o endotèrmica

Com es pot veure en les dades de la taula, en **augmentar la temperatura es produeix un augment de la constant d'equilibri** de la reacció, per tant, **la reacció és endotèrmica** ($\Delta H^0 > 0$), ja que si la temperatura augmenta ($T_2 > T_1$), s'afavoreix la reacció cap a la dreta i la K_c augmenta.

$$\Rightarrow K_c^{T_2} > K_c^{T_1} \text{ es tracta d'una reacció endotèrmica}$$

[0,25 p]

Efecte en l'equilibri de la variació de pressió a temperatura constant

En augmentar la pressió segons el principi de Le Châtelier, l'equilibri es desplaça cap al sentit amb menys nombre de mols, per d'aquesta manera produir una disminució de la pressió. En aquest cas serà en el sentit dels reactius, és a dir en la producció de triòxid de sofre i, per tant, disminueix el rendiment de la reacció.

\Rightarrow **Afavoreix la reacció inversa** (cap a l'esquerra) i es produirà menys diòxid de sofre

\Rightarrow **Disminueix el rendiment de la reacció**

[0,25 p]

Efecte en l'equilibri de l'increment de volum a temperatura constant

En augmentar el volum segons el principi de Le Châtelier, l'equilibri es desplaça cap al sentit amb més nombre de mols, per d'aquesta manera produir un increment de la pressió. En aquest cas serà en el sentit dels productes és a dir en la producció de diòxid de sofre i oxigen per tant augmenta el rendiment de la reacció.

\Rightarrow **Afavoreix la reacció directa** (cap a la dreta) i es produirà més diòxid de sofre i oxigen

\Rightarrow **Augmenta el rendiment de la reacció**

[0,25 p]

Pregunta 3b

Concentracions de les espècies a l'equilibri

	$2 \text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$		
concentració inici	c	--	--
concentració equilibri	$c - 2x$	2x	x

Càlcul x:

Si a l'equilibri hi ha 2 mol O_2 i es coneix el volum es pot calcular "x":

$$V = 0,80 \text{ L}$$

$$[\text{O}_2] = \text{nombre de mols} / \text{volum}$$

$$\Rightarrow [\text{O}_2] = \frac{n}{V} = \frac{2,0 \text{ mol O}_2}{0,80 \text{ L}} = 2,5 \text{ M}$$

$$\Rightarrow x = 2,5$$

[0,30 p]

Càlcul de concentracions a l'equilibri:

	$2 \text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$		
concentració inici	c	--	--
concentració equilibri	$c - 5$	5	2,5

- $x = 2,5$
- per tant, es coneixen totes les concentracions menys $[\text{SO}_3]$
- el valor de K_c a 1000 K es pot obtenir de la taula $\Rightarrow K_c (1000 \text{ K}) = 3,2 \times 10^{-3}$

$$K_c = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{5^2 \cdot 2,5}{(c - 5)^2} = 3,2 \times 10^{-3}$$

[0,35 p]

$$\Rightarrow 62,5 = 0,0032 (c^2 - 10c + 25) \Rightarrow 0,0032 c^2 - 0,032 c - 62,42 = 0$$

$$\Rightarrow c = 144,75 \text{ mol L}^{-1} = \mathbf{144,75 \text{ M}}$$

[0,30 p]