

2º BACH EXAMEN 9 MARZO 2004 Problema nº 3

La constante de equilibrio K_p para la reacción: $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$ tiene un valor de 0,63 a 986°C. A dicha temperatura se introducen, en un recipiente cerrado y vacío, un mol de vapor de agua y tres moles de monóxido de carbono, siendo la presión resultante, nada más añadir estos moles, de 2 atm.

Se desea conocer:

- El volumen del recipiente.
- La presión total en el recipiente cuando se alcanza el equilibrio.
- El número de moles de hidrógeno que existirán en las condiciones del apartado b)

RESOLUCIÓN

En el momento inicial, tenemos 4 moles de gas (1 de vapor de agua y 3 de monóxido de carbono) a 963°C y 2 atm de presión, por lo que el volumen puede calcularse por medio de la ecuación general de los gases:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow 2 \cdot V = 4 \cdot 0,082 \cdot 1259 \Rightarrow V = 206,476 \text{ litros}$$

Además, dado que en la reacción del equilibrio no hay variación del número de moles entre reactivos y productos, resultará que las constantes K_c y K_p tienen el mismo valor:

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{1+1-1-1} \Rightarrow K_p = K_c \cdot (RT)^0 \Rightarrow K_p = K_c$$

podemos utilizar la expresión de la K_c para determinar la composición en el equilibrio:

Nº de moles	CO	+	H ₂ O	\rightleftharpoons	CO ₂	+	H ₂	Llamando x al nº de moles de CO que reaccionan, también reaccionarán x moles de agua y se formarán x moles de dióxido de carbono y de hidrógeno
Inicial	3		1		---		---	
En el equilibrio	3 - x		1 - x		x		x	

Partiendo de la expresión que nos da el valor de la constante K_c , tenemos:

$$K_c = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}; 0,63 = \frac{\frac{x}{206,47} \cdot \frac{x}{206,47}}{\frac{3-x}{206,47} \cdot \frac{1-x}{206,47}}; 0,63 = \frac{x^2}{(3-x)(1-x)}$$

donde al resolver la ecuación de segundo grado que nos queda:

$0,63 \cdot (3-x)(1-x) = x^2 \Rightarrow 0,37 \cdot x^2 + 2,52x - 1,89 = 0$ obtenemos dos soluciones: $X=7,49$, la cual no es válida ya que ello supondría que nos quedarían cantidades de CO y agua negativas ($3 - 7,49$) y ($1 - 7,49$), mientras que la otra solución es $x = 0,68$, la cual sí es válida, por lo que la composición del sistema en equilibrio es:

$$\begin{aligned} \text{CO} &= 3 - 0,68 = 2,32 \text{ moles} \\ \text{H}_2\text{O} &= 1 - 0,68 = 0,32 \text{ moles} \\ \text{H}_2 &= \text{CO}_2 = 0,68 \text{ moles} \end{aligned}$$

La presión total cuando se alcanza el equilibrio se puede determinar aplicando la ecuación general de los gases para el número total de moles de gas, aunque en este caso tenemos que:

$n = (3-x)+(1-x)+x+x = 2,32 + 0,32 + 0,68 + 0,68 = 4$, es decir, que como ya habíamos dicho, no hay variación del número total de moles, y por tanto la presión no cambiará, será la misma que había inicialmente: **2 atm**