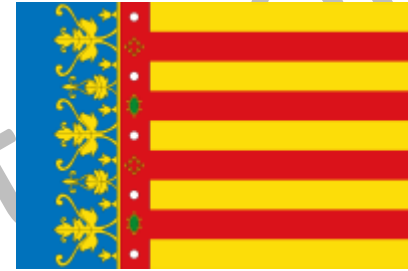


Selectividad Comunidad Valenciana



Química



Problema 2

Junio 2022

Equilibrio químico

PROBLEMA 2

Un reactor de 10 litros a 1000°C contiene una mezcla en equilibrio formada por 6'3 mol de CO₂, 2'1 mol de H₂, y 8'4 mol de CO y un número indeterminado de moles de H₂O. La presión total del reactor es 209 atm.

a) Calcule K_c y K_p para el equilibrio $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ a 1000°C.

b) Si se extraen del reactor los gases CO y H₂O en su totalidad, calcule la cantidad (en moles) de las cuatro sustancias una vez se haya alcanzado el nuevo equilibrio.

Dato: R = 0,082 atm·L·K⁻¹·mol⁻¹.

Solución: A partir de la presión total del reactor en el equilibrio, se calcula el número total de moles de gas que hay.

Se utiliza la ecuación de los gases ideales.

$$p \cdot V = n_T \cdot R \cdot T \longrightarrow 209 \cdot 10 = n_T \cdot 0'082 \cdot (1000 + 273) \longrightarrow n_T = 20 \text{ moles totales}$$

$$n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2} + n_{\text{CO}} + n_{\text{H}_2\text{O}} = 20 \longrightarrow n_{\text{H}_2\text{O}} = 20 - n_{\text{CO}_2} - n_{\text{H}_2} - n_{\text{CO}} = 20 - 6'3 - 2'1 - 8'4 = \mathbf{3'2 \text{ mol H}_2\text{O}}$$

Aplico la ley de acción de masas para calcular K_c.
$$K_c = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]} = \frac{\frac{8'4}{10} \cdot \frac{3'2}{10}}{\frac{6'3}{10} \cdot \frac{2'1}{10}} = \mathbf{2'03}$$

Conocido el valor de K_c ya puedo calcular el valor de K_p.

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n} = 2'03 \cdot (0'082 \cdot (1000 + 273))^0 = \mathbf{2'03}$$

PROBLEMA 2

b) Si se extraen del reactor los gases CO y H₂O en su totalidad, calcule la cantidad (en moles) de las cuatro sustancias una vez se haya alcanzado el nuevo equilibrio.

Construyo el cuadro de equilibrio.

	CO ₂ (g)	+ H ₂ (g)	\rightleftharpoons	CO (g)	+ H ₂ O (g)
Moles iniciales	6'3	2'1		--	--
Moles que reaccionan	-x	-x		x	x
Moles en equilibrio	6'3 - x	2'1 - x		x	x
Concentración en equilibrio	$\frac{6'3 - x}{10}$	$\frac{2'1 - x}{10}$		$\frac{x}{10}$	$\frac{x}{10}$

Aplico la ley de acción de masas.

$$K_c = \frac{[CO] \cdot [H_2O]}{[CO_2] \cdot [H_2]} = \frac{\left(\frac{x}{10}\right)^2}{\left(\frac{6'3 - x}{10}\right) \cdot \left(\frac{2'1 - x}{10}\right)} = \frac{x^2}{(6'3 - x) \cdot (2'1 - x)} = 2'03$$

Se resuelve a continuación la ecuación de segundo grado resultante

PROBLEMA 2

$$\frac{x^2}{(6'3 - x) \cdot (2'1 - x)} = 2'03 \longrightarrow \frac{x^2}{13'23 - 8'4x + x^2} = 2'03 \longrightarrow x^2 = 2'03 \cdot (13'23 - 8'4x + x^2)$$

$$x^2 = 26'86 - 17'052x + 2'03x^2 \longrightarrow 1'03x^2 - 17'052x + 26'86 = 0 \longrightarrow \begin{cases} x = 1'76 \\ x = 14'79 \end{cases}$$

La solución $x = 14'79$ no es válida, ya que el valor de x no puede ser superior a $2'1$ (cantidad inicial de H_2).

Calculo los moles de reactivos y productos.

$$n_{H_2O} = n_{CO} = x = \mathbf{1'76 \text{ moles}}$$

$$n_{CO_2} = 6'3 - x = 6'3 - 1'76 = \mathbf{4'54 \text{ moles } CO_2}$$

$$n_{H_2} = 2'1 - x = 2'1 - 1'76 = \mathbf{0'34 \text{ moles } H_2}$$

Las cantidades, en moles, de las sustancias presentes en el equilibrio son:
 $4'54 \text{ moles } CO_2$, $0'34 \text{ moles } H_2$, $1'76 \text{ moles de } CO \text{ y } H_2O$