

# Selectividad Comunidad Valenciana



Química



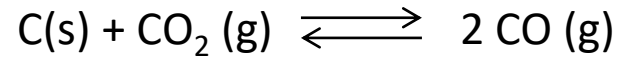
Problema 2

Julio 2023

Equilibrio químico

# PROBLEMA 2

El dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ , reacciona con carbono,  $\text{C}$ , para dar monóxido de carbono,  $\text{CO}$ , de acuerdo con el equilibrio:



En un reactor de 50 L de volumen, mantenido a  $700^\circ\text{C}$ , en el que previamente se ha hecho el vacío, se introduce  $\text{CO}_2$  hasta que la presión en su interior alcanza  $0,52 \text{ atm}$  y, posteriormente, se añade un exceso de carbono. Una vez alcanzado el equilibrio, la presión en el interior del reactor es de  $0,95 \text{ atm}$ .

a) Calcule las constantes  $K_p$  y  $K_c$  del equilibrio planteado.

b) Si tras vaciar completamente el reactor, se introduce únicamente  $\text{CO}$  hasta alcanzar una presión de  $0,5 \text{ atm}$ , calcule la masa (en gramos) de cada uno de los tres componentes de la mezcla una vez se alcance el equilibrio.

Datos: Masas atómicas relativas:  $\text{C}=12$ ;  $\text{O}=16$ .  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

**Solución:** En este ejercicio, nos conviene trabajar con un cuadro de equilibrio en el que consten las presiones parciales de las sustancias que participan en el equilibrio químico. Ello es posible, ya que las presiones parciales son directamente proporcionales a las cantidades de sustancia en moles.

Construyo el cuadro de equilibrio.

	$\text{C(s)}$	+	$\text{CO}_2 \text{ (g)}$	$\rightleftharpoons$	$2 \text{CO (g)}$
Presiones iniciales	—	—	0,52		— —
Variación de presión	—	—	$-x$		$2x$
Presión en el equilibrio	—	—	$0,52 - x$		$2x$

# PROBLEMA 2

a) Calcule las constantes  $K_p$  y  $K_c$  del equilibrio planteado.

“Una vez alcanzado el equilibrio, la presión en el interior del reactor es de 0,95 atm”

$$P_{CO_2} + P_{CO} = 0,95$$

$$0,52 - x + 2x = 0,95 \longrightarrow x = 0,43 \text{ atm}$$

Se calcula  $K_p$  a partir de su definición de y de los datos dados y calculados.

$$K_p = \frac{P_{CO}^2}{P_{CO_2}} = \frac{(2x)^2}{(0,52 - x)} = \frac{(2 \cdot 0,43)^2}{(0,52 - 0,43)} \approx 8,22$$

Se calcula  $K_c$  a partir de del valor de  $K_p$ . Se recuerda que  $T=700^\circ\text{C}=973 \text{ K}$

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n} \longrightarrow K_c = \frac{K_p}{(R \cdot T)^{\Delta n}} = \frac{8,22}{(0,082 \cdot 973)^{(2-1)}} \approx 0,103$$

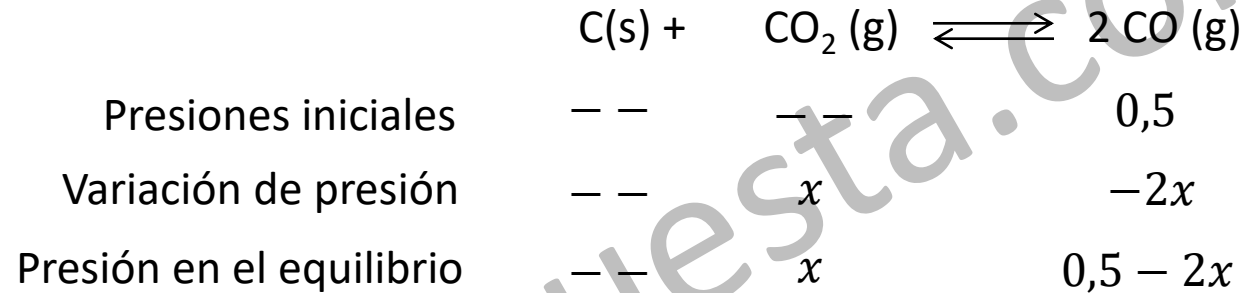
Los valores de  $K_p$  y  $K_c$  a la temperatura dada son:  $K_p = 8,22$  y  $K_c = 0,103$

	$C(s) +$	$CO_2(g) \rightleftharpoons$	$2 CO(g)$
Presiones iniciales	--	0,52	--
Variación de presión	--	-x	2x
Presión en el equilibrio	--	0,52 - x	2x

# PROBLEMA 2

b) Si tras vaciar completamente el reactor, se introduce únicamente CO hasta alcanzar una presión de 0,5 atm, calcule la masa (en gramos) de cada uno de los tres componentes de la mezcla una vez se alcance el equilibrio.

Construyo el cuadro de equilibrio.



Se calcula x a partir del valor de  $K_p$  obtenido en el apartado anterior.

$$K_p = \frac{P_{CO}^2}{P_{CO_2}} = \frac{(0,5 - 2x)^2}{x} = \frac{0,25 - 2x + 4x^2}{x} = 8,22 \longrightarrow 4x^2 - 2x + 0,25 = 8,22x \longrightarrow 4x^2 - 10,22x + 0,25 = 0$$

Se resuelve la ecuación de segundo grado:  $\begin{cases} x = 0,0247 \\ x = 2,53 \end{cases}$  Solución no válida, pues  $0,5 - 2 \cdot 2,53 < 0$

De lo cual deducimos que en el equilibrio:  $P_{CO_2} = x = 0,0247 \text{ atm}$

$$P_{CO} = 0,5 - 2x = 0,4506 \text{ atm}$$

# PROBLEMA 2

b) Si tras vaciar completamente el reactor, se introduce únicamente CO hasta alcanzar una presión de 0,5 atm, calcule la masa (en gramos) de cada uno de los tres componentes de la mezcla una vez se alcance el equilibrio.

Recordamos que:  $P_{CO_2} = x = 0,0247 \text{ atm}$     $P_{CO} = 0,5 - 2x = 0,4506 \text{ atm}$     $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2 CO(g)$   
 $V = 50 L$     $T = 973 K$

Se calculan los moles de  $CO_2$  y de CO a partir de las presiones parciales y de la ley de los gases ideales.

$$P_{CO_2} \cdot V = n_{CO_2} \cdot R \cdot T \longrightarrow n_{CO_2} = \frac{P_{CO_2} \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0,0247 \cdot 50}{0,082 \cdot 973} = 0,0155 \text{ moles de } CO_2$$

$$P_{CO} \cdot V = n_{CO} \cdot R \cdot T \longrightarrow n_{CO} = \frac{P_{CO} \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0,4506 \cdot 50}{0,082 \cdot 973} = 0,282 \text{ moles de } CO$$

Por la estequiometría del equilibrio:  $n_{CO_2} = n_C = 0,0155 \text{ moles}$

# PROBLEMA 2

b) Si tras vaciar completamente el reactor, se introduce únicamente CO hasta alcanzar una presión de 0,5 atm, calcule la masa (en gramos) de cada uno de los tres componentes de la mezcla una vez se alcance el equilibrio.

Recordamos que:  $n_{CO_2} = n_C = 0,0155$  moles  $n_{CO} = 0,282$  moles de CO Masas atómicas relativas: C=12; O=16.

A continuación, se calculan las masas moleculares  $M_r(CO_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$  g/mol

$$M_r(CO) = 12 + 16 = 28$$
 g/mol

Y se calculan los gramos.  $m_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot M_r(CO_2) = 0,0155 \cdot 44 = 0,682$  gramos de CO<sub>2</sub>

$$m_{CO} = n_{CO} \cdot M_r(CO) = 0,282 \cdot 28 = 7,896$$
 gramos de CO

$$m_C = n_C \cdot M_r(C) = 0,0155 \cdot 12 = 0,186$$
 gramos de C

Las masas en el equilibrio son:  $m_{CO_2} = 0,682$  g;  $m_C = 0,186$  g y  $m_{CO} = 7,896$  g