



### TRES EJERCICIOS DE EQUILIBRIO QUÍMICO

#### EJERCICIO N° 1

Se tiene el equilibrio  $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$  para el cual  $\Delta H < 0$ . Indique razonadamente que le sucederá a una mezcla en equilibrio de los tres gases si se realizan sobre ella las siguientes opciones:

- aumentar la temperatura.
- disminuir la presión.
- añadir un gas inerte como el helio.

#### EJERCICIO N° 2

En un recipiente cerrado de 200 mL se ha hecho el vacío, se introducen 1'28 g de yoduro de hidrógeno. Se calienta a 400°C y se alcanza el equilibrio:



El valor de  $K_p$  para este equilibrio a 400°C es 0'017. Calcule:

- El valor de  $K_c$  para este equilibrio a 400°C.
- La presión total en el equilibrio.
- La composición, en peso, de la mezcla gaseosa en el equilibrio.

H = 1 ; I = 127

#### EJERCICIO N° 3

Para el equilibrio:  $\text{NH}_4\text{SH}_{(s)} \rightleftharpoons \text{NH}_{3(g)} + \text{H}_2\text{S}_{(g)}$ , la constante de equilibrio es  $K_c = 1'2 \cdot 10^{-4}$ .

- En un recipiente de 1 L se coloca  $\text{NH}_4\text{SH}_{(s)}$  que se descompone hasta alcanzar el equilibrio. Calcular la concentración de ambos gases presentes.
- Se introduce  $\text{NH}_4\text{SH}_{(s)}$  en un recipiente igual (1 L.) en el que hay presentes  $1'1 \cdot 10^{-3}$  moles de  $\text{NH}_3$  y se alcanza de nuevo el equilibrio. Calcular las concentraciones de los gases de dicho compuesto.

Resolución en las páginas siguientes.



EJERCICIO N° 1

Se tiene el equilibrio  $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$  para el cual  $\Delta H < 0$ . Indique razonadamente que le sucederá a una mezcla en equilibrio de los tres gases si se realizan sobre ella las siguientes opciones:

- aumentar la temperatura.
- disminuir la presión.
- añadir un gas inerte como el helio.

Solución

El principio de Le Chatelier predice la evolución de un sistema hasta alcanzar un nuevo equilibrio, ya que enuncia que el equilibrio tiende a reestablecerse contrarrestando la causa que le perturba. Por lo tanto:

- Si se aumenta la temperatura el equilibrio se desplazará en sentido ENDOTÉRMICO, es decir de derecha a izquierda, pues en el sentido  $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$   $\Delta H < 0$ .
- Si disminuye la presión el equilibrio tenderá a desplazarse hacia donde mayor número de moles gaseosas habrá, es decir, a la izda, en donde hay dos por uno que hay a la derecha.
- Al añadir un gas inerte se aumenta la presión. Por lo tanto, el equilibrio se desplazará hacia donde hay menor número de moles gaseosas, esto es, a la derecha, en donde hay uno solo.



EJERCICIO N° 2

En un recipiente cerrado de 200 mL se ha hecho el vacío, se introducen 1'28 g de yoduro de hidrógeno. Se calienta a 400°C y se alcanza el equilibrio:



El valor de  $K_p$  para este equilibrio a 400°C es 0'017. Calcule:

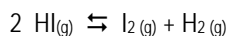
- El valor de  $K_c$  para este equilibrio a 400°C.
- La presión total en el equilibrio.
- La composición, en peso, de la mezcla gaseosa en el equilibrio.

H = 1 ; I = 127

Solución

a)  $K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}$  como  $\Delta n = 0$   $K_c = K_p = 0'017$

b)  $N^\circ$  de moles de HI =  $\frac{128}{128} = 0'01$  mol.



In	0'01			
Disoc.	2x			
Eq	0'01-2x	x	x	

$$K_c = \frac{[\text{I}_2] \cdot [\text{H}_2]}{[\text{HI}]^2} = \frac{\frac{x}{02} \cdot \frac{x}{02}}{\left(\frac{0'01 - 2x}{02}\right)^2}$$

Haciendo operaciones se obtiene la ecuación de 2º grado:  $0'932x^2 + 6'8 \cdot 10^{-4}x - 1'7 \cdot 10^{-6} = 0$

Y su única solución con sentido químico es:  $x = 1'034 \cdot 10^{-3}$ .

En el equilibrio tendremos:

$n(\text{HI}) = 0'01 - 2 \cdot 1'034 \cdot 10^{-3} = 7'932 \cdot 10^{-3}$  moles.

$n(\text{I}_2) = n(\text{H}_2) = 1'034 \cdot 10^{-3}$  mol

moles totales =  $7'932 \cdot 10^{-3} + 7'932 \cdot 10^{-3} + 1'034 \cdot 10^{-3} = 0'01$

$P_T \cdot V = n_T \cdot R \cdot T \Leftrightarrow P_T \cdot 02 = 0'01 \cdot 0'082 \cdot 673 \Leftrightarrow P_T = 2'76$  atm



El apartado b podría haberse resuelto de forma mucho más rápida, ya que al verificarse que  $\Delta n = 0$  para nuestro equilibrio, el número total de moles es siempre el inicial, es decir, 0'01. La aplicación directa de la ecuación de los gases nos habría proporcionado la presión en el equilibrio. Sin embargo, hemos planteado el problema de este modo por un doble motivo: 1) ofrecer un método general de trabajo, y 2) resolver de paso el apartado 8c). De todos modos, conviene destacar la importancia de una clara comprensión de los conceptos fundamentales; en este caso, que la verificación de  $\Delta n = 0$  nos permite la resolución del



EJERCICIO N° 3

Para el equilibrio:  $\text{NH}_4\text{SH}_{(s)} \rightleftharpoons \text{NH}_3_{(g)} + \text{H}_2\text{S}_{(g)}$ , la constante de equilibrio es  $K_c = 1'2 \cdot 10^{-4}$ .

- En un recipiente de 1 L se coloca  $\text{NH}_4\text{SH}_{(s)}$  que se descompone hasta alcanzar el equilibrio. Calcular la concentración de ambos gases presentes.
- Se introduce  $\text{NH}_4\text{SH}_{(s)}$  en un recipiente igual (1 L.) en el que hay presentes  $1'1 \cdot 10^{-3}$  moles de  $\text{NH}_3$  y se alcanza de nuevo el equilibrio. Calcular las concentraciones de los gases de dicho compuesto.

Solución

a)

	$\text{NH}_4\text{SH}_{(s)}$	$\rightleftharpoons$	$\text{NH}_3_{(g)}$	$\text{H}_2\text{S}_{(g)}$
Inicialmente	da igual			
Disocc	x			
Equil			x	x

$$K_c = [\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_2\text{S}] = x \cdot x = 12 \cdot 10^{-4} \Rightarrow x = \sqrt{12 \cdot 10^{-4}} = 0019 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

b) En esta nueva situación :

	$\text{NH}_4\text{SH}_{(s)}$	$\rightleftharpoons$	$\text{NH}_3_{(g)}$	$\text{H}_2\text{S}_{(g)}$
Inicialmente	da igual		$1'1 \cdot 10^{-3}$	
Disocc	x'			
Equil			$1'1 \cdot 10^{-3} + x'$	x'

$$K_c = [\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_2\text{S}] = x' \cdot (1'1 \cdot 10^{-3} + x') = 1'2 \cdot 10^{-4}$$

$$x' = 0'0104 \text{ mol/L}$$