

QUÍMICA

TEMA 5: EQUILIBRIO QUÍMICO

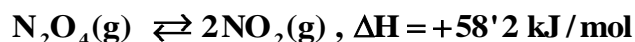
- Junio, Ejercicio B2
- Junio, Ejercicio C1
- Reserva 1, Ejercicio C1
- Reserva 2, Ejercicio C1
- Reserva 3, Ejercicio B2
- Reserva 3, Ejercicio C1
- Reserva 4, Ejercicio B2
- Reserva 4, Ejercicio C1
- Septiembre, Ejercicio B6
- Septiembre, Ejercicio C1

emestrada

Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

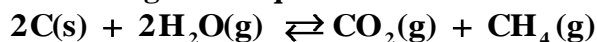
a) Para un equilibrio, K_p nunca puede ser más pequeña que K_c .

b) Para aumentar la concentración de NO_2 en el equilibrio:



tendremos que calentar el sistema.

c) Un incremento de presión en el siguiente equilibrio:



aumenta la producción de metano gaseoso.

QUÍMICA. 2020. JUNIO. B2

R E S O L U C I Ó N

a) Falsa. Ya que la relación entre las dos constantes es $K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$. Por lo tanto:

- Si $\Delta n > 0 \Rightarrow K_p > K_c$
- Si $\Delta n = 0 \Rightarrow K_p = K_c$
- Si $\Delta n < 0 \Rightarrow K_p < K_c$

b) Verdadera. Ya que la reacción es endotérmica y el incremento de temperatura favorece la reacción endotérmica, por lo tanto, el equilibrio se desplaza hacia la derecha y aumenta la concentración de NO_2 .

c) Falsa. Al aumentar la presión el equilibrio evoluciona hacia donde disminuya el volumen, es decir, hacia donde haya menos moles de sustancias gaseosas. Como el número de moles de sustancias gaseosas en reactivos y productos es la misma, el aumento de la presión total no modifica el equilibrio y, por lo tanto, no se modifica la producción de metano.

En un recipiente cerrado y vacío de 5 L de capacidad, a 727°C, se introducen 1 mol de selenio y 1 mol de hidrógeno, alcanzándose el equilibrio siguiente: $\text{Se}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{Se}(\text{g})$

Cuando se alcanza el equilibrio se observa que la presión en el interior del recipiente es de 18'1 atm. Calcule:

a) Las concentraciones de cada una de las especies en el equilibrio.

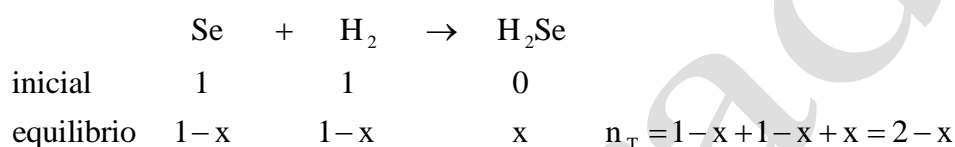
b) El valor de K_p y de K_c .

Datos: $R = 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

QUÍMICA. 2020. JUNIO. C1

RESOLUCIÓN

a)



$$P_T \cdot V = n_T \cdot R \cdot T \Rightarrow 18'1 \cdot 5 = (2-x) \cdot 0'082 \cdot 1000 \Rightarrow x = 0'896 \text{ moles}$$

$$\text{Luego: } [\text{Se}] = \frac{1-x}{5} = \frac{1-0'896}{5} = 0'0208 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{1-x}{5} = \frac{1-0'896}{5} = 0'0208 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2\text{Se}] = \frac{x}{5} = \frac{0'896}{5} = 0'1792 \text{ M}$$

b) Calculamos las constantes de equilibrio

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{Se}]}{[\text{Se}] \cdot [\text{H}_2]} = \frac{0'1792}{0'0208 \cdot 0'0208} = 414'2$$

$$\text{Como } \Delta n = 1 - 2 = -1$$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} = 414'2 \cdot (0'082 \cdot 1000)^{-1} = 5'05$$

En un recipiente de 5 litros se introducen 2,0 moles de $\text{PCl}_5(\text{g})$ y 1,0 mol de $\text{PCl}_3(\text{g})$. La temperatura se eleva a 250°C , estableciéndose el siguiente equilibrio:



Sabiendo que K_c para la reacción a esa misma temperatura es 0,042, calcule:

a) La concentración de $\text{Cl}_2(\text{g})$ en el equilibrio.

b) El valor de K_p a esa misma temperatura y la presión en el recipiente una vez alcanzado el equilibrio.

Datos: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

QUÍMICA. 2020. RESERVA 1. EJERCICIO C1

RESOLUCIÓN

a)

	PCl_5	\rightleftharpoons	PCl_3	$+$	Cl_2
inicial	2		1		0
equilibrio	$2-x$		$1+x$		x

$$K_c = \frac{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{\frac{1+x}{5} \cdot \frac{x}{5}}{\frac{2-x}{5}} = 0,042 \Rightarrow x = 0,28$$

Luego: $[\text{Cl}_2] = \frac{x}{5} = \frac{0,28}{5} = 0,056 \text{ M}$

b) El nº total de moles será: $n_T = 2-x+1+x+x = 3+x = 3+0,28 = 3,28$

$$P_T \cdot V_T = n_T \cdot R \cdot T \Rightarrow P_T = \frac{n_T \cdot R \cdot T}{V_T} = \frac{3,28 \cdot 0,082 \cdot 523}{5} = 28,13 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{\left(\frac{1+x}{3+x} \cdot P_T\right) \cdot \left(\frac{x}{3+x} \cdot P_T\right)}{\left(\frac{2-x}{3+x} \cdot P_T\right)} = \frac{\left(\frac{1,28}{3,28} \cdot 28,13\right) \cdot \left(\frac{0,28}{3,28} \cdot 28,13\right)}{\left(\frac{1,72}{3,28} \cdot 28,13\right)} = \frac{\left(\frac{1,28}{3,28} \cdot 28,13\right) \cdot 0,28}{1,72} = 1,78$$

El cloruro de nitrosilo (NOCl) se forma según la reacción: $2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NOCl}(\text{g})$, cuya $K_c = 4'6 \cdot 10^4$ a 298 K. En el equilibrio, en un matraz de 1'5 L, hay 4'125 moles de NOCl y 0'2215 moles de Cl_2 . Calcule:

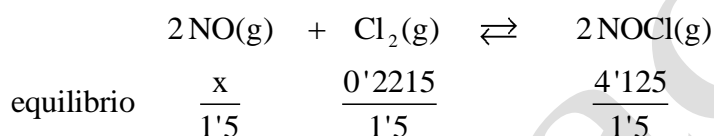
a) La presión parcial del NO en el equilibrio.

b) El valor de K_p a esa temperatura y la presión total del matraz en el equilibrio.

Datos: $R = 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

QUÍMICA. 2020. RESERVA 2. EJERCICIO C1

R E S O L U C I Ó N



$$K_c = \frac{[\text{NOCl}]^2}{[\text{NO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]} \Rightarrow 4'6 \cdot 10^4 = \frac{\left(\frac{4'125}{1'5}\right)^2}{\left(\frac{x}{1'5}\right)^2 \left(\frac{0'2215}{1'5}\right)} \Rightarrow x = 0'05$$

a) $P_{\text{NO}} = \frac{nRT}{V} = \frac{0'05 \cdot 0'082 \cdot 298}{1'5} = 0'81 \text{ atm}$

b) Calculamos el número total de moles en el equilibrio

$$n_T = 0'05 + 0'2215 + 4'125 = 4'3965$$

Luego: $P_T = \frac{nRT}{V} = \frac{4'3965 \cdot 0'082 \cdot 298}{1'5} = 71'62 \text{ atm}$

Calculamos K_p

$$K_p = K_c (\text{RT})^{\Delta n} = 4'6 \cdot 10^4 \cdot (0'082 \cdot 298)^{-1} = 1'88 \cdot 10^3$$

En el siguiente equilibrio: $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$, razone si las siguientes afirmaciones son correctas o no:

- a) Un aumento de la presión en el sistema favorece la formación de NO.
- b) Un aumento de la concentración de O_2 desplaza el equilibrio a la izquierda.
- c) K_p es igual a K_c .

QUÍMICA. 2020. RESERVA 3. EJERCICIO B2

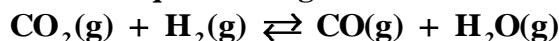
R E S O L U C I Ó N

a) Falsa, al aumentar la presión el volumen disminuye, con lo cual el equilibrio se desplaza hacia donde hay menos moles, es decir, hacia la izquierda. Por lo tanto, disminuye la formación de NO.

b) Verdadera, ya que $K_c = \frac{[\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2}$ y al aumentar el numerador, tiene que aumentar el denominador para que siga siendo constante, luego, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda.

c) Falsa. ya que la relación entre K_c y K_p viene dada por la fórmula: $K_p = K_c \cdot (\text{RT})^{\Delta n}$ y, en nuestro caso $\Delta n = 1$, luego, la relación es: $K_p = K_c \cdot R \cdot T$

En un recipiente de 10 L se introducen 0'61 moles de CO_2 y 0'39 moles de H_2 calentando hasta 1250 °C. Una vez alcanzado el equilibrio según la reacción:



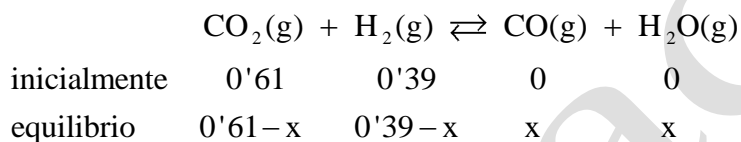
Se analiza la mezcla de gases, encontrándose 0'35 moles de CO_2 .

- a) Calcule la presión total en el equilibrio.
b) Calcule el valor de K_c y K_p a esa temperatura.

QUÍMICA. 2020. RESERVA 3. EJERCICIO C1

R E S O L U C I Ó N

a)



Según el enunciado $0'61-x = 0'35 \Rightarrow x = 0'26$.

El número total de moles en el equilibrio es: $n_T = 0'61-x + 0'39-x + x + x = 1$

$$\text{Luego: } P_T = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{1 \cdot 0'082 \cdot 1523}{10} = 12'48 \text{ atm}$$

b) Calculamos la concentración en el equilibrio de cada especie es:

$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = \frac{0'26}{10} = 0'026 \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{0'39 - 0'26}{10} = 0'013 \text{ mol/L}$$

$$[\text{CO}_2] = \frac{0'35}{10} = 0'035 \text{ mol/L}$$

Calculamos K_c

$$K_c = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]} = \frac{0'026 \cdot 0'026}{0'013 \cdot 0'035} = 1'48$$

Como $\Delta n = 0$, entonces: $K_c = K_p$

Indique de forma razonada si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:
a) La velocidad de una reacción es independiente de la concentración de los reactivos.
b) La unidad de la constante de velocidad de una reacción de orden uno es s^{-1} .
c) El uso de catalizadores aumenta la energía de activación de la reacción.

QUÍMICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO B2

R E S O L U C I Ó N

a) Falsa. La velocidad de reacción aumenta con la concentración de los reactivos.

b) Verdadera. La ecuación de velocidad es: $v = k \cdot [A] \Rightarrow k = \frac{v}{[A]} = \frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} = \text{s}^{-1}$.

c) Es falso, precisamente un catalizador lo que hace es aumentar la velocidad de la reacción sin intervenir de forma directa en los procesos químicos que ocurren. Esto se consigue, en la mayoría de los casos, disminuyendo la energía de activación.

El cloruro de amonio se descompone según la reacción:



En un recipiente de 5 litros, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 2'5 g de cloruro de amonio y se calientan a 300° C hasta que se alcanza el equilibrio. El valor de K_p a dicha temperatura es $1'2 \cdot 10^{-3}$. Calcule:

a) La presión total de la mezcla en equilibrio.

b) La masa de cloruro de amonio sólido que queda en el recipiente.

Datos: $R = 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$. Masas atómicas: $\text{H} = 1$; $\text{N} = 14$; $\text{Cl} = 35'5$.

QUÍMICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO C1

R E S O L U C I Ó N

a) La presión total de la mezcla será la suma de las presiones parciales de los dos únicos gases que existen en el equilibrio: amoníaco y cloruro de hidrógeno que serán iguales pues de ambos se produce la misma cantidad. Sustituyendo en la expresión de K_p :

$$K_p = P_{\text{NH}_3} \cdot P_{\text{HCl}} = \left(\frac{P_T}{2} \right)^2 = 1'2 \cdot 10^{-3} \Rightarrow P_T = 0'069 \text{ at}$$

b) De cada uno de los productos se puede calcular los moles que se han formado aplicando la ecuación de los gases ideales, ya que se conoce su presión, temperatura y volumen:

$$\text{moles de NH}_3 = \text{moles de HCl} : n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0'0345 \cdot 5}{0'082 \cdot 573} = 3'67 \cdot 10^{-3}$$

Los moles que quedan de NH_4Cl sin reaccionar son:

$$\frac{2'5}{53'5} - 3'67 \cdot 10^{-3} = 0'043 \text{ moles} = 0'043 \cdot 53'5 = 2'3 \text{ gramos}$$

La reacción: $A + 2B \rightarrow C$, es de orden cero con respecto a A, orden 2 respecto a B y su constante de velocidad vale $0'053 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$

a) ¿Cuál es el orden total de la reacción.

b) ¿Cuál es la velocidad si las concentraciones iniciales de A y de B son $0'48 \text{ M}$ y $0'35 \text{ M}$, respectivamente?.

c) ¿Cómo se modifica la velocidad si la concentración inicial de A se reduce a la mitad?.

QUÍMICA. 2020. SEPTIEMBRE. B6

R E S O L U C I Ó N

a) La ecuación de velocidad es $v = k \cdot [B]^2$. El orden total de la reacción es 2.

b) $v = k \cdot [B]^2 = 0'053 \cdot 0'35^2 = 0'0065 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

c) La concentración de A no afecta a la velocidad, por lo tanto, la velocidad no se modifica.

Para la reacción en equilibrio $\text{SnO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, a 750°C , la presión total del sistema es $32,0 \text{ mmHg}$ y la presión parcial del agua $23,7 \text{ mmHg}$. Calcule:

a) El valor de la constante K_p para dicha reacción, a 750°C .

b) Los moles de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ y de $\text{H}_2(\text{g})$ presentes en el equilibrio, sabiendo que el volumen del reactor es de 2 L .

Dato: $R = 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

QUÍMICA. 2020. SEPTIEMBRE. C1

RESOLUCIÓN

a) Como los dos únicos gases que existen en el equilibrio son el hidrógeno y agua, si la presión parcial del agua es $23'7 \text{ mmHg}$, la del hidrógeno será la total menos la del agua:

$$32 \text{ mmHg} - 23'7 \text{ mmHg} = 8'3 \text{ mmHg}$$

Conocidas las presiones, se sustituye en la expresión de K_p :

$$K_p = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}^2}{P_{\text{H}_2}^2} = \frac{\left(\frac{23'7}{760}\right)^2}{\left(\frac{8'3}{760}\right)^2} = 8'15$$

b) Aplicando la ecuación de los gases ideales para cada uno de los dos:

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V}{R \cdot T} = \frac{\frac{23'7}{760} \cdot 2}{0'082 \cdot 1023} = 7'43 \cdot 10^{-4} \text{ moles}$$

$$n_{\text{H}_2} = \frac{P_{\text{H}_2} \cdot V}{R \cdot T} = \frac{\frac{8'3}{760} \cdot 2}{0'082 \cdot 1023} = 2'6 \cdot 10^{-4} \text{ moles}$$