

QUÍMICA

TEMA 5: EQUILIBRIO QUÍMICO

- Junio, Ejercicio 3, Opción A
- Junio, Ejercicio 5, Opción B
- Reserva 1, Ejercicio 4, Opción B
- Reserva 1, Ejercicio 5, Opción B
- Reserva 2, Ejercicio 5, Opción A
- Reserva 3, Ejercicio 3, Opción A
- Reserva 3, Ejercicio 5, Opción B
- Reserva 4, Ejercicio 5, Opción A
- Septiembre, Ejercicio 3, Opción A
- Septiembre, Ejercicio 5, Opción B

Uno de los métodos utilizados industrialmente para la obtención de dihidrógeno consiste en hacer pasar una corriente de vapor de agua sobre carbón al rojo, según la reacción:



Explique cómo afectan los siguientes cambios al rendimiento de producción de H_2

- La adición de C(s)
- El aumento de temperatura.
- La reducción del volumen del recipiente.

QUÍMICA. 2019. JUNIO. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

R E S O L U C I Ó N

El principio de Le Chatelier dice que: “Si sobre un sistema en equilibrio se introduce una modificación, el sistema evolucionará en el sentido en que se oponga a tal cambio”.

- Al añadir C(s) , el equilibrio no se modifica, ya que los sólidos no intervienen en la constante de equilibrio.
- Como el signo de la entalpía de la reacción es positivo, se deduce que la reacción, de izquierda a derecha, es endotérmica. Por lo que: Si se eleva la temperatura, el sistema evolucionará en el sentido en que se absorba calor, es decir, en que sea endotérmica, que es tal y como está escrita, aumentando la concentración de hidrógeno.
- Al disminuir el volumen del recipiente, la presión aumenta. Por lo tanto, el equilibrio se desplaza en el sentido que sea menor el número de moles, es decir hacia la izquierda, por lo que, disminuye el rendimiento en la obtención de hidrógeno.

En un recipiente de 2 L se introducen 0'043 moles de NOCl(g) y 0'01 moles de Cl₂(g). Se cierra, se calienta hasta una temperatura de 30°C y se deja que alcance el equilibrio:



Calcule:

a) El valor de K_c sabiendo que en el equilibrio se encuentran 0'031 moles de NOCl(g).

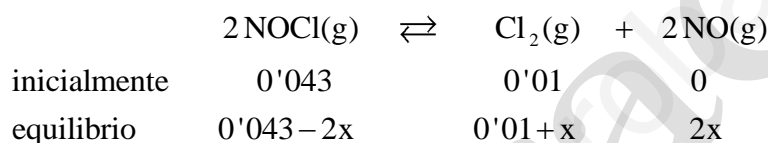
b) La presión total y las presiones parciales de cada gas en el equilibrio.

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

QUÍMICA. 2019. JUNIO. EJERCICIO 5. OPCIÓN B

R E S O L U C I Ó N

a)



Como en el equilibrio tenemos 0'031 moles de NOCl(g), entonces:

$$0'043 - 2x = 0'031 \Rightarrow x = 0'006$$

Luego:

$$K_c = \frac{[\text{Cl}_2] \cdot [\text{NO}]^2}{[\text{NOCl}]^2} = \frac{\left(\frac{0'01 + 0'006}{2}\right) \left(\frac{2 \cdot 0'006}{2}\right)^2}{\left(\frac{0'031}{2}\right)^2} = 1'198 \cdot 10^{-3}$$

b) Los moles totales son: $0'043 - 2x + 0'01 + x + 2x = 0'053 + x = 0'059$

$$P_T = \frac{nRT}{V} = \frac{0'059 \cdot 0'082 \cdot 303}{2} = 0'733 \text{ atm}$$

$$P_{\text{NOCl}} = \frac{nRT}{V} = \frac{0'031 \cdot 0'082 \cdot 303}{2} = 0'385 \text{ atm}$$

$$P_{\text{Cl}_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0'016 \cdot 0'082 \cdot 303}{2} = 0'199 \text{ atm}$$

$$P_{\text{NO}} = \frac{nRT}{V} = \frac{0'012 \cdot 0'082 \cdot 303}{2} = 0'149 \text{ atm}$$

Si la reacción $2A \rightarrow B + C$ es de primer orden, justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

a) La velocidad de la reacción disminuye al formarse cantidades crecientes de B y C.

b) La ecuación de velocidad es $v = [A]^2$.

c) Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad de la reacción.

QUÍMICA. 2019. RESERVA 1. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

R E S O L U C I Ó N

a) Verdadera. Al formarse cantidades crecientes de B y C, la $[A]$ disminuye, con lo cual disminuye la velocidad de reacción.

b) Falsa. La ecuación de velocidad es: $v = k \cdot [A]$.

c) Verdadera. Experimentalmente, Arrhenius dedujo la relación existente entre la constante de la

ecuación de velocidad y la temperatura: $k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$

Al aumentar la temperatura, aumenta el valor de k y, por tanto, de la velocidad de reacción.

En un recipiente de 5 L se introducen 1 mol de SO_2 y 1 mol de O_2 y se calienta a 727°C , produciéndose la siguiente reacción: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$. Una vez alcanzado el equilibrio, se analiza la mezcla encontrando que hay 0,15 moles de SO_2 . Calcule:

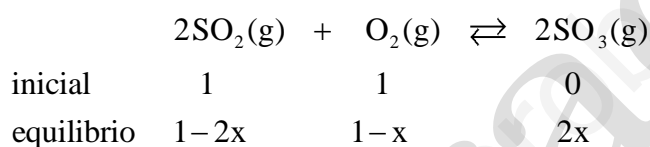
- a) Los gramos de SO_3 que se forman.
b) El valor de la constante de equilibrio K_c .

Datos: $R = 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; masas atómicas relativas $S = 32$; $O = 16$.

QUÍMICA. 2019. RESERVA 1. EJERCICIO 5. OPCIÓN B

R E S O L U C I Ó N

a)



Sabemos que: $1-2x = 0'15 \Rightarrow x = 0'425$

Luego: Moles de $\text{SO}_3 = 2x = 2 \cdot 0'425 = 0'85$ moles $= 0'85 \cdot 80 = 68 \text{ g SO}_3$

b) Calculamos la constante de equilibrio

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} = \frac{\left(\frac{0'85}{5}\right)^2}{\left(\frac{0'15}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{0'575}{5}\right)} = 279'22$$

La descomposición del hidrogenosulfuro de amonio según la reacción



es un proceso endotérmico. Una muestra de 6,16 g del sólido se coloca en un recipiente al vacío de 4 L a 24 °C. Una vez alcanzado el equilibrio la presión total en el interior es de 0,709 atm. Calcule:

a) El valor de K_p para la reacción.

b) El porcentaje de sólido que se ha descompuesto.

Datos: $R = 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; masas atómicas relativas $N = 14$; $H = 1$; $S = 32$.

QUÍMICA. 2019. RESERVA 2. EJERCICIO 5. OPCIÓN A

R E S O L U C I Ó N

a) Se trata de un equilibrio heterogéneo en el que los únicos gases son los que aparecen en los productos y como aparece la misma cantidad de cada uno, la presión parcial de cada uno de ellos será la mitad de la total.

$$P_{\text{NH}_3} = P_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{0'709}{2} = 0'3545$$

$$K_p = P_{\text{NH}_3} \cdot P_{\text{H}_2\text{S}} = 0'3545 \cdot 0'3545 = 0'126$$

$$K_c = K_p (RT)^{-\Delta n} = \frac{0'14}{(0'082 \cdot 300)^2} = 2'31 \cdot 10^{-4} \text{ (mol/L)}^2$$

b) Los moles que desaparecen de NH_4HS son los mismos que aparecen de amoníaco o de sulfuro de hidrógeno:

$$0'3545 = \frac{n \cdot 0'082 \cdot 297}{4} \Rightarrow n = 0'058 \text{ moles } \text{NH}_4\text{HS} = 0'058 \cdot 51 = 2'958 \text{ g de } \text{NH}_4\text{HS}$$

Luego, el porcentaje de sólido descompuesto es:

$$\frac{2'958}{6'16} \cdot 100 = 48'02\%$$

La reacción elemental $A + B \rightarrow C$ es de orden 1 para cada reactivo.

a) Escriba la ecuación de velocidad correspondiente a dicha reacción.

b) A una determinada temperatura la velocidad inicial es de $6'68 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ y las concentraciones de A y B son $0'17 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, calcule la constante de velocidad indicando sus unidades.

c) Justifique qué le ocurriría a la velocidad de la reacción si se adiciona un catalizador.

QUÍMICA. 2019. RESERVA 3. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

R E S O L U C I Ó N

a) La ecuación de velocidad es: $v = k \cdot [A] \cdot [B]$

$$b) k = \frac{v}{[A] \cdot [B]} = \frac{6'68 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{0'17 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0'17 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 231'14 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$$

c) Los catalizadores son sustancias que hacen variar la velocidad de una reacción sin que ellos sufran ningún cambio químico permanente. Si aumenta la velocidad de reacción es un catalizador positivo y, si la retarda, es un catalizador negativo. Lo que hacen es modificar la energía de activación. Los catalizadores sólo modifican la velocidad de una reacción que se produzca espontáneamente, nunca pueden provocar una reacción que no se realice por sí sola.

En un matraz de 5 L se introduce una mezcla de 0,92 moles de N_2 y 0,51 moles de O_2 . Se calienta la mezcla hasta 2200 K, estableciéndose el equilibrio $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$. Teniendo en cuenta que en estas condiciones reacciona el 1,09 % del N_2 inicial con el O_2 correspondiente, calcule:

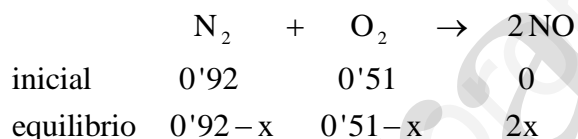
- a) La concentración de todos los compuestos en el equilibrio a 2200 K.
 b) El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

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

QUÍMICA. 2019. RESERVA 3. EJERCICIO 5. OPCIÓN B

RESOLUCIÓN

a)



Como reacciona el 1,09 % del $N_2 \Rightarrow x = 0'92 \cdot \frac{1'09}{100} = 0'01$

$$\text{Luego: } [N_2] = \frac{0'92 - x}{5} = \frac{0'92 - 0'01}{5} = 0'182 \text{ M}$$

$$[O_2] = \frac{0'51 - x}{5} = \frac{0'51 - 0'01}{5} = 0'1 \text{ M}$$

$$[NO] = \frac{2x}{5} = \frac{2 \cdot 0'01}{5} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

b) Calculamos las constantes de equilibrio

$$K_c = \frac{[NO]^2}{[N_2] \cdot [O_2]} = \frac{(4 \cdot 10^{-3})^2}{0'182 \cdot 0'1} = 8'79 \cdot 10^{-4}$$

Como $\Delta n = 0 \Rightarrow K_c = K_p = 8'79 \cdot 10^{-4}$

Cuando el óxido de mercurio HgO(s) se calienta en un recipiente cerrado, en el que se ha hecho el vacío, se disocia reversiblemente en vapor de mercurio y oxígeno, de acuerdo con el equilibrio: $2\text{HgO(s)} \rightleftharpoons 2\text{Hg(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$. Tras alcanzar el equilibrio, la presión total fue de 0,185 atm a 380 °C. Calcule:

- Las presiones parciales de cada uno de los componentes gaseosos.
- El valor de las constantes de equilibrio K_p y K_c .

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

QUÍMICA. 2019. RESERVA 4. EJERCICIO 5. OPCIÓN A

R E S O L U C I Ó N

a) Sabemos que: $P_T = P_{\text{Hg}} + P_{\text{O}_2}$

Como en el equilibrio hay doble número de moles de mercurio que de oxígeno, la presión del mercurio será el doble $P_{\text{Hg}} = 2 \cdot P_{\text{O}_2}$, luego sustituyendo, tenemos que:

$$P_T = 0'185 = P_{\text{Hg}} + P_{\text{O}_2} = 2P_{\text{O}_2} + P_{\text{O}_2} = 3P_{\text{O}_2} \Rightarrow P_{\text{O}_2} = \frac{0'185}{3} = 0'062$$

$$P_{\text{Hg}} = 2P_{\text{O}_2} = 2 \cdot 0'062 = 0'124$$

b) Como el óxido de mercurio se encuentra en estado sólido, entonces:

$$K_p = P_{\text{Hg}}^2 \cdot P_{\text{O}_2} = (0'124)^2 \cdot 0'062 = 9'53 \cdot 10^{-4}$$

A partir de K_p , calculamos K_c :

$$K_c = K_p \cdot (RT)^{-\Delta n} = 9'53 \cdot 10^{-4} \cdot (0'082 \cdot 653)^{-3} = 6'2 \cdot 10^{-9}$$

Un recipiente de 2 L contiene 1'37 moles de FeBr_3 , 2'42 moles de FeBr_2 y 1'34 moles de Br_2 , a una temperatura dada. Sabiendo que para la reacción $2\text{FeBr}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{FeBr}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g})$, la constante de equilibrio, K_c , a esa temperatura, vale 0'683, responda razonadamente a las siguientes cuestiones:

- ¿Se encuentra el sistema en equilibrio?
- Si no lo está, ¿en qué sentido evolucionará?
- Una vez en equilibrio, ¿qué ocurrirá si aumentamos el volumen del recipiente?

QUÍMICA. 2019. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

R E S O L U C I Ó N

- a) Calculamos el cociente de reacción con los datos del problema:

$$Q_c = \left(\frac{2'42}{2}\right)^2 \cdot \left(\frac{1'34}{2}\right) = 0'981 > 0'683 \Rightarrow \text{No está en equilibrio}$$

- b) El equilibrio se desplazará hacia la izquierda para que disminuya el cociente de reacción.
- c) Al aumentar el volumen del recipiente la presión disminuye, por lo tanto, el equilibrio se desplaza en el sentido en que aumente el número de moles, es decir, hacia la derecha.

La obtención de dicloro mediante el proceso Deacon tiene lugar por medio de la siguiente reacción: $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

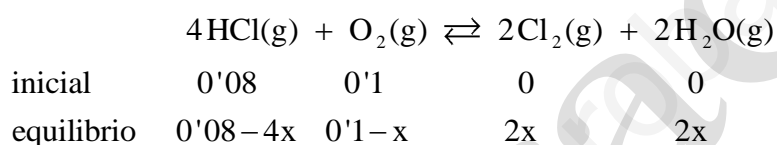
Si a 390°C se mezclan $0'08$ moles de HCl y $0'1$ moles de O_2 se forman, a la presión total de 1 atmósfera, $3'32 \cdot 10^{-2}$ moles de Cl_2 . Calcule:

- El volumen del recipiente que contiene la mezcla.
- El valor de K_p a esa temperatura.

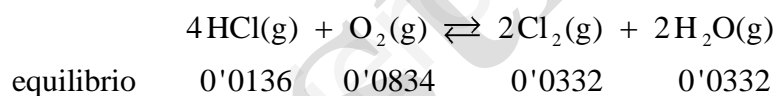
Dato: $R = 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

QUÍMICA. 2019. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 5. OPCIÓN B

R E S O L U C I Ó N



Por el enunciado sabemos que: $2x = 0'0332 \Rightarrow x = 0'0166$. Luego, los moles en el equilibrio de cada sustancia serán:



- a) Calculamos el volumen

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0'1634 \cdot 0'082 \cdot 663}{1} = 8'88 \text{ L}$$

- b) Calculamos K_p

$$K_p = \frac{P_{\text{Cl}_2}^2 \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}^2}{P_{\text{HCl}}^4 \cdot P_{\text{O}_2}} = \frac{\left(\frac{0'0332}{0'1634} \cdot 1\right)^2 \cdot \left(\frac{0'0332}{0'1634} \cdot 1\right)^2}{\left(\frac{0'0136}{0'1634} \cdot 1\right)^4 \cdot \left(\frac{0'0834}{0'1634} \cdot 1\right)} = 69'57$$