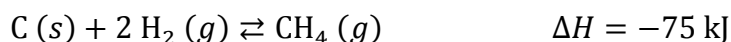


PROBLEMAS PROPUESTOS DE EQUILIBRIO QUÍMICO

1) Se dispone de un recipiente que contiene $C(s)$, $H_2(g)$ y $CH_4(g)$ en equilibrio según:



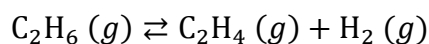
Indica si la concentración de metano aumentará, disminuirá o permanecerá constante si:

- a) Aumenta la temperatura.
- b) Disminuye la temperatura.
- c) Aumenta la presión a temperatura constante.
- d) Se introduce $C(s)$ en el recipiente a temperatura constante.
- e) Se elimina parte del $H_2(g)$ presente a temperatura constante.

Indica cómo se modificará la constante de equilibrio si:

- f) Aumenta la temperatura.
- g) Aumenta la presión.
- h) Se elimina metano del recipiente.
- i) Se introduce $H_2(g)$ en el recipiente.

2) El etileno (C_2H_4) se prepara industrialmente mediante la descomposición térmica del etano:



A 1 000 K, la reacción está caracterizada por una constante de equilibrio, $K_c = 2,5$; y un cambio de entalpía, $\Delta H = 147 \text{ kJ/mol}$. Si inicialmente, un reactor de 5 L de volumen contiene 40 g de C_2H_6 . Calcula:

- a) La presión en el interior del reactor una vez que se alcance el equilibrio.
- b) Si una vez alcanzado el equilibrio, se añaden 25 g de $H_2(g)$, ¿cuál será la nueva presión una vez que se alcance el equilibrio nuevamente?



c) ¿Cómo afectará la expansión isoterma de la mezcla en equilibrio a las concentraciones finales de reactivos y productos?

(Solución: a) 41,65 atm; b) 235,5 atm; c) Aumento de la concentración de los productos)

3) La formación de tetraóxido de dinitrógeno gas se explica mediante la formulación de dos equilibrios consecutivos:

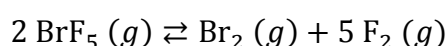
a) Monóxido de nitrógeno gas más oxígeno molecular gas, para dar dióxido de nitrógeno gas, cuya constante de equilibrio es $K_{p_1} = 5 \cdot 10^{-13}$ a una temperatura de 700 K.

b) Dióxido de nitrógeno gas para dar tetraóxido de dinitrógeno gas, cuya constante de equilibrio es $K_{p_2} = 1,82 \cdot 10^{-5}$ a una temperatura de 700 K.

¿Qué relación guardan las constantes de equilibrio de las reacciones anteriores con la constante de equilibrio que las engloba?

(Solución: $9,1 \cdot 10^{-18}$)

4) A temperaturas elevadas el pentafluoruro de bromo, BrF_5 , se descompone rápidamente de acuerdo a la ecuación química:



En un recipiente herméticamente cerrado, de 10,0 L, se inyectaron 0,1 moles del pentafluoruro y se dejó que el sistema alcanzase el equilibrio calentándolo hasta 1 500 K. Si en el equilibrio la presión de los gases encerrados en el recipiente era de 2,12 atm, calcular:

- El número total de moles gaseosos existentes en el equilibrio.
- El número de moles de cada gas.
- Las presiones parciales correspondientes a cada gas.
- Los valores de K_p y K_c a la citada temperatura.

(Solución: a) 0,172; b) $n_{\text{BrF}_5} = 0,064$ moles; $n_{\text{Br}_2} = 0,018$ moles; $n_{\text{F}_2} = 0,090$ moles; c) $p_{\text{BrF}_5} = 0,79$ atm ; $p_{\text{Br}_2} = 0,22$ atm ; $p_{\text{F}_2} = 1,11$ atm ; d) $K_p = 0,59$; $K_c = 2,6 \cdot 10^{-9}$)



5) Cuando se calienta cloruro de amonio sólido en un recipiente cerrado a 275°C, se descompone según la reacción:



Cuando se alcanza el equilibrio, la presión total en el interior del recipiente es de 0,18 atm. Calcula las cantidades de NH_4Cl , NH_3 y HCl cuando se alcanza el equilibrio en los siguientes casos:

a) En un recipiente de 10 L se introducen 10 g de NH_4Cl y se calienta a 275°C.

b) En un recipiente de 10 L se introducen 10 g de NH_4Cl , 10 g de HCl y 10 g de NH_3 y se calienta a 275°C.

c) En un recipiente de 10 L se introducen 10 g de NH_4Cl y 10 g de NH_3 y se calienta a 275°C.

(Solución: a) 0,34 g de NH_3 ; 0,73 g de HCl ; 8,93 g de NH_4Cl ;

b) 5,359 g de NH_3 ; 0,036 g de HCl ; 24,606 g de NH_4Cl ;

c) 10,012 g de NH_3 ; 0,025 g de HCl ; 9,963 g de NH_4Cl)

6) Se considera el equilibrio: $\text{COCl}_2 (g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{Cl}_2 (g)$.

Un recipiente de un litro de capacidad contiene inicialmente un mol de fosgeno, COCl_2 , en equilibrio con un mol de monóxido de carbono y 0,25 moles de dicloro, a una temperatura T . Se desea doblar el número de moles de CO añadiendo fosgeno. ¿Cuánto fosgeno debería añadirse si la temperatura se mantiene constante?

(Solución: 10 moles de COCl_2)

7) A 473 K y 2 atm de presión, el PCl_5 se disocia en un 50% en PCl_3 y Cl_2 . Calcula la presión parcial del PCl_3 en el equilibrio y el valor de la constante K_c .

(Solución: 0,667 atm ; $K_c = 1,7 \cdot 10^{-2}$)

8) En una cámara de reacción de 80 L de capacidad se introducen 2,5 moles de $\text{SbCl}_5 (g)$ y se calienta a 450 K. A esta temperatura y a la presión de 1,5 atm el $\text{SbCl}_5 (g)$ se disocia un 30% según la reacción:



Calcula:

a) Las constantes K_p y K_c a 450 K.



b) Si manteniendo la temperatura constante, el volumen se reduce a la mitad, ¿cuáles son los moles de cada sustancia en el equilibrio? Compara los resultados obtenidos y justifícalos.

c) Suponiendo que ΔH para la reacción anterior fuese <0 , ¿cómo esperarías que fuese K_p a 325 K? ¿Mayor o menor que la anterior? Justifica la respuesta.

(Solución: a) $K_c = 4,0 \cdot 10^{-3}$ y $K_p = 0,148$; b) $n(\text{SbCl}_5) = 1,958$ moles, $n(\text{SbCl}_3) = n(\text{Cl}_2) = 0,543$ moles)

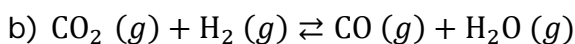
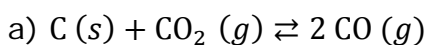
9) La constante de equilibrio correspondiente a la reacción entre el I_2 y H_2 para formar HI tiene valor 50 a 448°C .

a) Calcule en qué proporción molar se han de mezclar I_2 con H_2 a dicha temperatura para que reaccione el 80% de la cantidad de I_2 mezclada.

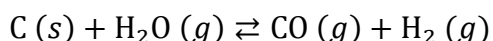
b) Indique cuál sería dicha proporción molar si la presión se elevase hasta alcanzar un valor doble que la del apartado anterior.

(Solución: a) $n_{\text{H}_2} = 1,056 \cdot n_{\text{I}_2}$)

10) Las constantes de equilibrio, a 1273 K, de las siguientes reacciones:

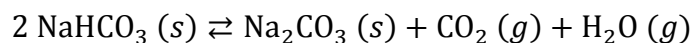


son, respectivamente, 121,5 y 1,59. A partir de estos datos calcula, a 1273 K, la constante de equilibrio de la reacción:



(Solución: 76,4)

11) El hidrogenocarbonato de sodio, NaHCO_3 , se descompone al suministrarle la energía calorífica suficiente, de acuerdo a la ecuación química:



Una muestra de 100 g de NaHCO_3 se coloca en un recipiente cerrado de 5 litros de capacidad y se calienta hasta 160°C , la temperatura a la que se descompone el hidrogenocarbonato de sodio.

Después de alcanzarse el equilibrio queda algo de hidrogenocarbonato de sodio sin descomponer, siendo la presión en el recipiente de 7,76 atm.

a) ¿Cuántos moles de agua se han formado?

b) ¿Cuántos gramos de hidrogenocarbonato de sodio quedarán sin descomponer?



c) Calcula la presión parcial de cada gas y el valor de la constante de equilibrio K_p a esa temperatura.

d) ¿Cuál habría sido la presión en el recipiente si en vez de colocar 100 g se hubiese colocado 110 g de hidrogenocarbonato de sodio y se hubiese calentado hasta la temperatura indicada?

(Solución: a) 0,546 moles; b) 8,3 g; c) $p_{\text{CO}_2} = p_{\text{H}_2\text{O}} = 3,88 \text{ atm}$; $K_p = 15,1$)

12) Cuando se calienta el trióxido de azufre a 601°C y 1 atmósfera de presión, la mezcla de gases que resulta tiene una densidad de 0,91 g/L. Calcula el grado de disociación del SO_3 y la constante de equilibrio K_p a esa temperatura.

(Solución: 42,8%; $9,9 \cdot 10^{-2}$)

13) Para preparar 250 mL de disolución saturada de bromato de plata se usaron 1,75 g de esta sal. Hallar el producto de solubilidad del bromato de plata.

(Solución: $K_{ps} = 9 \cdot 10^{-4}$)

14) Se añaden 10 mg de carbonato de estroncio sólido, $\text{SrCO}_3 (s)$, a 2 L de agua pura. Calcule la cantidad de $\text{SrCO}_3 (s)$ que queda sin disolver. Supón que no hay variación de volumen al añadir el sólido al agua.

Dato. $K_{ps}(\text{SrCO}_3) = 5,6 \cdot 10^{-10}$

(Solución: 3 mg)

15) ¿Cuántos moles de yodato de cobre(II) pueden disolverse en 5 litros de agua si su producto de solubilidad es $K_{ps} = 7,4 \cdot 10^{-8}$?

(Solución: 0,013 moles)

16) Hallar la solubilidad del PbF_2 , en una disolución 0,2 M de nitrato de plomo(II).

Dato: $K_{ps}(\text{PbF}_2) = 4 \cdot 10^{-8}$.

(Solución: $2,23 \cdot 10^{-4} \text{ M}$)

17) A una disolución saturada de cloruro de plomo(II) a 25°C , se le añade yoduro de potasio hasta que alcance una concentración de 0,079 M. Calcular la cantidad de yoduro de plomo(II) que ha precipitado, expresada en gramos por litro.

Datos. $K_{ps}(\text{PbCl}_2) = 2,4 \cdot 10^{-4}$; $K_{ps}(\text{PbI}_2) = 1,39 \cdot 10^{-8}$; $M(\text{PbI}_2) = 461 \text{ uma}$.

(Solución: 12,57 g/L)

18) Tenemos 70 cm^3 de disolución en la que la concentración del ion Ca^{2+} es 10^{-4} M y añadimos 15 cm^3 de disolución $2 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ de K_2CO_3 . ¿Se formará precipitado?



Dato. $K_{ps}(\text{CaCO}_3) = 4 \cdot 10^{-9}$.

(Solución: No se formará)

19) ¿Cuántos gramos de HgF_2 se pueden disolver en 0,25 L de agua? ¿Y en 1 L de disolución acuosa que contiene NaF , 0,01 M?

Dato. $K_{ps}(\text{HgF}_2) = 8,0 \cdot 10^{-8}$

(Solución: 0,162 g de HgF_2 se pueden disolver en 0,25 L de agua; 0,19 g de HgF_2 en la segunda disolución)

20) Se dispone de una disolución de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ cuya concentración es de 123 g/L. ¿Cuál es la concentración de amoníaco acuoso necesaria para que precipite el hidróxido de calcio?

Datos: $K_s[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 10^{-5}$; $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

(Solución: 0,74 M)

