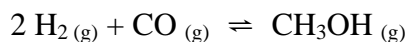


10. EQUILIBRIO QUÍMICO.

1. A 425 °C la K_C del siguiente proceso vale 300:



Si las concentraciones de todas las especies son iguales a 0'1 M, ¿se encuentra el sistema en equilibrio?

Sol: No, la reacción está teniendo lugar hacia la derecha.

2. La descomposición del NaHCO_3 tiene lugar según la reacción:



Si en un matraz de dos litros partimos de 2'5 moles de $\text{NaHCO}_3(\text{s})$, 0'15 moles de $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$, $2'5 \cdot 10^{-2}$ moles de $\text{CO}_2(\text{g})$ y $4 \cdot 10^{-2}$ moles de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, razona hacia dónde se producirá la reacción.

Sol: Está en equilibrio, no se desplaza en ningún sentido.

3. Un recipiente de 306 cm³ contiene a 35 °C una mezcla en equilibrio de 0'384 g. de NO_2 y 1'653 g. de N_2O_4 . Determina:

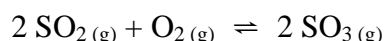
a) La presión en el recipiente y la densidad de la mezcla.

b) El valor de K_C y K_P para la reacción $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$.

$M_a(\text{N}) = 14$; $M_a(\text{O}) = 16$.

Sol: a) $P = 2'18 \text{ atm}$. $\rho = 6'66 \text{ g/L}$. b) $K_C = 0'0126$; $K_P = 0'32$.

4. En un recipiente de 5 L. se introducen un mol de dióxido de azufre y otro de oxígeno, y se calienta el sistema a 1.000 °C, con lo que se da la reacción:



a) Establece la cantidad de trióxido de azufre formado si en el equilibrio hay 0'15 moles del dióxido.

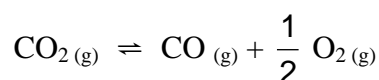
b) ¿Qué valor tiene K_C a esa temperatura?

Sol: a) 0'85 mol. b) $K_C = 279'2$.

5. Dada la siguiente reacción: $2 \text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ a 500 °C, calcula la K_C a dicha temperatura sabiendo que las concentraciones en el equilibrio son: $[\text{N}_2(\text{g})] = [\text{O}_2(\text{g})] = 0'05 \text{ M}$ y $[\text{NO}(\text{g})] = 0'02 \text{ M}$. ¿Cuál será el valor de K_P ?

Sol: $K_C = K_P = 6'25$.

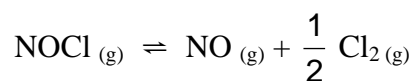
6. Calcula la constante de equilibrio K_P , a 2.000 °C, del siguiente equilibrio:



para el cual el grado de disociación es 0'018 a la presión de 1 atm.

Sol: $K_P = 1,73 \cdot 10^{-3}$

7. Al calentar el cloruro de nitrosilo, NOCl, se disocia según:



Cuando se calienta a 350 °C en un volumen de 1'00 L. una muestra de NOCl puro que pesa 1'75 g, el grado de disociación es del 56'8 %. Calcúlense K_C , K_P y la presión total en el sistema a esta temperatura.

$M_a(\text{N}) = 14$; $M_a(\text{O}) = 16$; $M_a(\text{Cl}) = 35,5$.

Sol: $K_C = 0,115$; $K_P = 0,82$; $P = 1,75$ atm.

8. En un recipiente de 1 L. y a la temperatura de 400 °C el amoníaco se encuentra disociado en un 40 % en nitrógeno e hidrógeno moleculares, cuando la presión de todo el sistema es 710 mm Hg, según la reacción: $2 \text{NH}_{3(g)} \rightleftharpoons \text{N}_{2(g)} + 3 \text{H}_{2(g)}$. Calcula:

a) La presión parcial de cada uno de los componentes en el equilibrio.

b) K_C y K_P .

Sol: a) $P(\text{NH}_3) = 0,400$ atm; $P(\text{N}_2) = 0,133$ atm; $P(\text{H}_2) = 0,400$ atm. b) $K_C = 1,74 \cdot 10^{-5}$; $K_P = 0,053$.

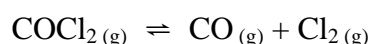
9. En un matraz de 250 cm³ a la temperatura de 27 °C se introdujeron 213 mg. de fosgeno, COCl₂. Cuando se hubo alcanzado el equilibrio, la presión que se alcanzó en el matraz fue de 230 mm Hg. Calcula:

a) El grado de disociación del fosgeno.

b) La presión parcial de cada componente gaseoso en la mezcla.

c) El valor de las constantes K_C y K_P .

La reacción de disociación del fosgeno es:



$M_a(\text{C}) = 12$; $M_a(\text{O}) = 16$; $M_a(\text{Cl}) = 35,5$.

Sol: a) 43 %. b) $P(\text{COCl}_2) = 0,12$ atm; $P(\text{CO}) = 0,09$ atm; $P(\text{Cl}_2) = 0,09$ atm. c) $K_C = 2,7 \cdot 10^{-3}$; $K_P = 0,067$.

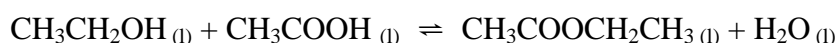
10. A 200 °C y 1 atm. de presión el pentacloruro de fósforo se disocia según la reacción:



en un 48'5 %. Calcula el grado de disociación a la misma temperatura de 200 °C pero a una presión de 10 atm.

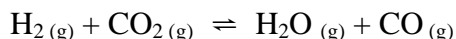
Sol: 17'3 %.

11. Un mol de etanol puro se mezcla con un mol de ácido acético puro a 25 °C. Cuando se alcanza el equilibrio, se forman 2/3 de moles de acetato de etilo y 2/3 de moles de agua. Calcula la constante de equilibrio a esa temperatura para la reacción:



Sol: $K_C = 4$.

12. En el equilibrio a 100 °C de la reacción:



se ha medido el valor $K_P = 0'772$. Responde razonadamente:

- ¿Cuáles serán las concentraciones en el equilibrio si inicialmente están presentes 2'0 moles de H_2 y 2'0 moles de CO_2 en un recipiente de 10 L?
- ¿Cuáles serán las nuevas concentraciones de los reactivos si una vez alcanzado el equilibrio se introducen 0'5 moles adicionales de H_2 a la mezcla?

Sol: a) $[\text{H}_2] = [\text{CO}_2] = 0'1065 \text{ M}$; $[\text{H}_2\text{O}] = [\text{CO}] = 0'0935 \text{ M}$. b) $[\text{H}_2] = 0'146 \text{ M}$; $[\text{CO}_2] = 0'096 \text{ M}$; $[\text{H}_2\text{O}] = [\text{CO}] = 0'104 \text{ M}$.

13. A una determinada temperatura se introducen en un recipiente de 2 litros 128 g. de SO_2 . ¿Cuántos gramos de O_2 deberán añadirse para que en el equilibrio la mitad del SO_2 se oxide a SO_3 ?

$$M_a(\text{S}) = 32; M_a(\text{O}) = 16.$$

Para la reacción $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$, se sabe que $K_C = 2'33$.

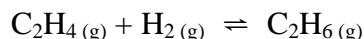
Sol: 43'5 g.

14. Se sabe que la constante de equilibrio K_P para la reacción de descomposición del pentacloruro de fósforo en tricloruro de fósforo y cloro ($\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$) es de 1'05 a 250 °C. Sabiendo que las presiones parciales del pentacloruro de fósforo y del tricloruro de fósforo en el equilibrio son, respectivamente, 0'875 atm. y 0'463 atm:

- ¿Cuál es la presión parcial del cloro en el equilibrio a 250 °C?
- ¿Cuál será el valor de K_C a esta temperatura?
- A la vista de los resultados obtenidos, di si la descomposición del pentacloruro de fósforo a 250 °C será o no un proceso espontáneo.

Sol: a) 1'98 atm. b) $K_C = 0'024$. c) El proceso es espontáneo.

15. El etano puede obtenerse por hidrogenación del etileno:

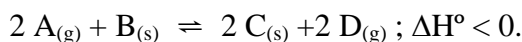


Calcula la constante de equilibrio de esta reacción a 298 K a partir de los siguientes datos:

$$\Delta G^\circ_f(\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})) = -33'0 \text{ kJ/mol.}$$

$$\Delta G^\circ_f(\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})) = 68'1 \text{ kJ/mol.}$$

16. En un cilindro metálico cerrado, de volumen V, se tiene el siguiente proceso químico en equilibrio:



Indica razonadamente el sentido hacia el que se desplazará el equilibrio si:

- Se duplica la presión.
- Se reduce a la mitad la cantidad de los componentes B y C.
- Aumenta la temperatura.

17. Suponiendo que la reacción $A_{(g)} + 3 B_{(g)} \rightleftharpoons 2 C_{(g)}$, exotérmica, estuviese en equilibrio, indica razonadamente tres procedimientos para que el equilibrio se desplace a la derecha.

18. En un recipiente cerrado se introducen oxígeno y el doble número de moles de NO, los cuales reaccionan parcialmente para dar NO₂ en condiciones de presión y temperatura tales que se mantienen todas las especies en estado gaseoso:



Una vez que se alcanza el equilibrio a dicha temperatura, indica y justifica cómo variará el número de moléculas de NO₂ en equilibrio por:

- Aumento de la temperatura a presión constante.
- Extracción de NO del recipiente.
- Adición de un catalizador.
- Disminución del volumen del recipiente.

19. A 298 K la K_P del equilibrio $\text{N}_2\text{O}_4_{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2_{(g)}$, es igual a 0,15.

- Razona en qué sentido evolucionará, hasta alcanzar el equilibrio, una mezcla de los dos gases en la que ambos tengan presión parcial igual a 1 atm.
- Si una vez alcanzado el equilibrio se comprime la mezcla, indica si la cantidad de dióxido de nitrógeno aumentará, disminuirá o no variará. Justifica la respuesta.
- Sabiendo que un aumento de temperatura provoca un aumento de la concentración de dióxido de nitrógeno, indica si la reacción de descomposición de tetróxido de dinitrógeno es exotérmica o endotérmica.

20. A la temperatura de 35 °C disponemos en un recipiente de 310 cm³ de capacidad de una mezcla gaseosa en equilibrio que contiene 0,385 g. de NO₂ y 1,660 g. de N₂O₄. Contesta razonadamente a las siguientes cuestiones:

- Calcula, a la temperatura de 35 °C, K_P y K_C de la reacción de disociación del tetróxido de dinitrógeno ($\text{N}_2\text{O}_4_{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2_{(g)}$).
- A 150 °C, el valor numérico de K_C es 3,20. ¿Cuál debe ser el volumen del recipiente para que estén en equilibrio un mol del tetróxido y dos moles del dióxido?
- ¿Cómo respondería el equilibrio a un aumento de presión? Contesta razonadamente.
- A partir de los datos que se han citado, justifica si la reacción es exotérmica o endotérmica.

Sol: a) $K_C = 0,0125$; $K_P = 0,315$. b) 1,25 L.