

EQUILIBRIO QUÍMICO

1. En un recipiente de 4 litros, a una cierta temperatura, se introducen las cantidades de HCl, O₂ y Cl₂ indicadas en la tabla, estableciéndose el siguiente equilibrio:

	HCl	O ₂	H ₂ O	Cl ₂
moles iniciales	0'16	0'08	0	0'02
moles en equilibrio	0'06			

calcule: a) Los datos necesarios para completar la tabla. b) El valor de K_c a esa temperatura.

2. El N₂O₄ se disocia en NO₂, según la ecuación: N₂O₄ (g) ↔ 2NO₂ (g)
Si en un recipiente de 4 litros en el que se ha hecho el vacío se introducen 0'20 moles de N₂O₄ y 0'20 moles de NO₂ y se calienta a 50°C:
- a) Calcule el cociente de reacción en el instante inicial.
b) Pronostique el sentido en el que ocurrirá la reacción para alcanzar el equilibrio.
Dato. K_c=0'029 a 50°C.
3. A 523 K las concentraciones de PCl₅, PCl₃ y Cl₂ en equilibrio para la reacción:
Cl₅ (g) ↔ PCl₃ (g) + Cl₂ (g)
son 0,809 M, 0,190 M y 0,190 M, respectivamente. Calcule a esa temperatura:
- a) Las presiones parciales de las tres especies en el equilibrio.
b) La constante K_p de la reacción.
4. En un recipiente de 1 L y a una temperatura de 800°C, se alcanza el siguiente equilibrio:
CH₄(g) + H₂O(g) ↔ CO(g) + 3H₂(g)
Calcule:

a) Los datos que faltan en la tabla.

	CH ₄	H ₂ O	CO	H ₂
moles iniciales	2'00	0'50		0'73
variación en los moles hasta el equilibrio	0'40			
moles en el equilibrio			0'40	

b) La constante de equilibrio K_p.

Dato. R = 0'082 atm.L.K-1.mol-1.

5. En un matraz de un litro de capacidad se introducen 0'387 moles de nitrógeno y 0'642 moles de hidrógeno, se calienta a 800 K y se establece el equilibrio: N₂ (g) + 3 H₂ (g) ↔ 2 NH₃ (g)
Encontrándose que se han formado 0,060 moles de amoníaco. Calcule:
- a) La composición de la mezcla gaseosa en equilibrio.
b) K_c y K_p a la citada temperatura.
6. En un recipiente de 5 litros se introducen 1'84 moles de nitrógeno y 1'02 de oxígeno. Se calienta el recipiente hasta 2000°C, estableciéndose el equilibrio: N₂(g) + O₂(g) ↔ 2 NO(g)
En estas condiciones, reacciona el 3% del nitrógeno existente. Calcule:
- a) El valor de K_c a dicha temperatura.
b) La presión total en el recipiente, una vez alcanzado el equilibrio.
7. En una vasija que tiene una capacidad de 3 litros se hace el vacío y se introducen 0,5 gramos de H₂ y 30 gramos de I₂. Se eleva la temperatura a 500°C, estableciéndose el siguiente equilibrio:
I₂ (g) + H₂(g) ↔ 2 HI(g)
para el que K_c vale 50. Calcule:
- a) Moles de HI que se han formado.
b) Moles de I₂ presentes en el equilibrio.
Datos. Masas atómicas: H = 1; I = 127.
8. Se introduce una mezcla de 0'50 moles de H₂ y 0'50 moles de I₂ en un recipiente de 1 litro y se calienta a la temperatura de 430 °C. Calcule:
- a) Las concentraciones de H₂, I₂ y HI en el equilibrio, sabiendo que, a esa temperatura, la constante de equilibrio K_c es 54,3 para la reacción: H₂(g) + I₂ (g) ↔ 2HI(g)

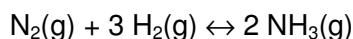
- b) El valor de la constante K_p a la misma temperatura.
9. En un recipiente de 1L, a 2000 K, se introducen $6 \cdot 10^{-3}$ moles de CO_2 y una cierta cantidad de H_2 , produciéndose la reacción:
 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$
 Si cuando se alcanza el equilibrio, la presión total es de 6 atm, calcule:
 a) Los moles iniciales de H_2 .
 b) Los moles en el equilibrio de todas las especies químicas presentes.
10. En un matraz de un litro, a 440°C , se introducen 0,03 moles de yoduro de hidrógeno y se cierra, estableciéndose el equilibrio:
 $2 \text{HI}(\text{g}) \leftrightarrow \text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
 En estas condiciones, la fracción molar del HI en la mezcla es 0,80. Calcule:
 a) Las concentraciones de cada gas y K_c
 b) La presión parcial de cada gas y K_p
11. Se añade un número igual de moles de CO y H_2O a un recipiente cerrado de 5 L que se encuentra a 327°C , estableciéndose el siguiente equilibrio:
 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
 Una vez alcanzado éste, se encuentra que la concentración de CO_2 es $4 \cdot 6 \text{ M}$ y el valor de K_c es 302.
 a) ¿Cuáles son las concentraciones de CO, H_2 y H_2O en el equilibrio?
 b) Calcule la presión total del sistema en el equilibrio.
 Dato. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.
12. Para el siguiente equilibrio: $\text{PCl}_5(\text{g}) \leftrightarrow \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
 el valor de la constante K_c , a 360°C , es $0,58$. En un recipiente de 25 litros se introducen $2,0$ moles de PCl_3 , $1,5$ moles de Cl_2 y $0,15$ moles de PCl_5 y se calienta hasta 360°C . Calcule:
 a) Las concentraciones de todas las especies en el equilibrio.
 b) Las presiones parciales de cada una de las especies en equilibrio.
13. A 1200°C , el valor de la constante K_c es $1,04 \cdot 10^{-3}$ para el equilibrio: $\text{Br}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2 \text{Br}(\text{g})$
 Si la concentración inicial de bromo molecular es 1 M , calcule:
 a) El tanto por ciento de Br_2 que se encuentra disociado.
 b) La concentración de bromo atómico en el equilibrio.
14. En un recipiente de 5 litros se introducen 0,28 moles de N_2O_4 a 50°C . A esa temperatura, el N_2O_4 se disocia según: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$
 Al llegar al equilibrio, la presión total es de 2 atm. Calcule:
 a) El grado de disociación del N_2O_4 a esa temperatura.
 b) El valor de K_p a 50°C .
15. Para el equilibrio: $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$
 la constante de equilibrio K_c es $54,8$ a 425°C . Calcule:
 a) Las concentraciones de todas las especies en el equilibrio si se calientan, a la citada temperatura, $0,60$ moles de HI y $0,10$ moles de H_2 en un recipiente de un litro de capacidad.
 b) El porcentaje de disociación del HI.
16. En un recipiente de 2 litros que se encuentra a 25°C , se introducen $0,50$ gramos de N_2O_4 en estado gaseoso y se produce la reacción: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$
 Calcule:
 a) La presión parcial ejercida por el N_2O_4 en el equilibrio.
 b) El grado de disociación del mismo.
 Datos. $K_p = 0,114$; Masas atómicas: $\text{N} = 14$; $\text{O} = 16$.
17. A la temperatura de 400°C y 710 mm de mercurio de presión, el amoníaco se encuentra disociado en un 40% según la ecuación: $2 \text{NH}_3(\text{g}) \leftrightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$
 Calcule:
 a) La presión parcial de cada uno de los gases que constituyen la mezcla en equilibrio
 b) El valor de las constantes K_p y K_c a esa temperatura.
18. Al calentar $\text{PCl}_5(\text{g})$ a 250°C , en un reactor de 1 litro de capacidad, se descompone según:
 $\text{PCl}_5(\text{g}) \leftrightarrow \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

Si una vez alcanzado el equilibrio, el grado de disociación es 0,8 y la presión total es 1 atm, calcule:

- a) El número de moles de PCl_5 iniciales.
 b) La constante K_p a esa temperatura.
19. Para la reacción en equilibrio: $\text{SnO}_2(\text{s}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{Sn}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ a 750°C , la presión total del sistema es 32,0 mm de Hg y la presión parcial del agua 23,7 mm de Hg. Calcule:
 a) El valor de la constante K_p para dicha reacción, a 750°C .
 b) Los moles de vapor de agua y de hidrógeno presentes en el equilibrio, sabiendo que el volumen del reactor es de dos litros.
20. El cloruro de amonio se descompone según la reacción: $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \leftrightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$
 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.
21. Para la reacción: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \leftrightarrow 2 \text{CO}(\text{g})$
 $K_p = 10$, a la temperatura de 815°C . Calcule, en el equilibrio:
 a) Las presiones parciales de CO_2 y CO a esa temperatura, cuando la presión total en el reactor es de 2 atm.
 b) El número de moles de CO_2 y de CO , si el volumen del reactor es de 3 litros.
22. Una muestra de 6'53 g de NH_4HS se introduce en un recipiente de 4 L de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, y se descompone a 27°C según la ecuación:

$$\text{NH}_4\text{HS}(\text{s}) \leftrightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$$

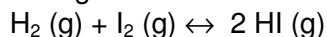
 Una vez establecido el equilibrio la presión total en el interior del recipiente es 0'735 atm. Calcule:
 a) Las constantes de equilibrio K_p y K_c .
 b) El porcentaje de hidrogenosulfuro de amonio que se ha descompuesto.
23. A 360°C se determina la composición de una mezcla gaseosa que se encuentra en equilibrio en el interior de un matraz de dos litros de capacidad, encontrándose 0,10 moles de H_2 , 0,12 moles de I_2 y 0,08 moles de HI . Calcule:
 a) K_c y K_p para la reacción: $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2 \text{HI}(\text{g})$
 b) La cantidad de hidrógeno que se ha de introducir en el matraz para duplicar el número de moles de HI , manteniéndose constante la temperatura.
24. En un recipiente se introduce una cierta cantidad de SbCl_5 y se calienta a 182°C , alcanzando la presión de una atmósfera y estableciéndose el equilibrio: $\text{SbCl}_5(\text{g}) \leftrightarrow \text{SbCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
 Sabiendo que en las condiciones anteriores el SbCl_5 , se disocia en un 29'2%. Calcule:
 a) Las constantes de equilibrio K_p .
 b) La presión total necesaria para que, a esa temperatura, el SbCl_5 se disocie un 60%.
25. A 50°C y presión de 1 atm, el N_2O_4 se disocia en un 40% en NO_2 , según la reacción: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$
 Calcule:
 a) Las constantes de equilibrio K_p y K_c .
 b) El grado de disociación del N_2O_4 a la misma temperatura pero a una presión de 10 atm.
26. Calcula la ΔG° y la constante K_p , a 25°C , para el sistema: $\text{NO}(\text{g}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{NO}_2(\text{g})$
 ΔS° (cal/mol K): NO 50,70; O_2 49,0; NO_2 57,47
 ΔH° (Kcal/mol): NO 21,60; O_2 0; NO_2 8,09
27. En el equilibrio: $2 \text{O}_3(\text{g}) \leftrightarrow 3 \text{O}_2(\text{g})$
 a la presión de 18,1 atmósfera y 1727°C , el grado de disociación del ozono es 0,97. Halla la energía libre de Gibbs estándar.
28. A 300 K y una atmósfera de presión el $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ está disociado un 20% en $\text{NO}_2(\text{g})$. Calcula la K_p y la variación de energía libre de Gibbs.
29. Calcula k_p y ΔG° para la reacción: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 A 1573 K, sabiendo que el 63 % de una mezcla equimolecular de CO_2 e H_2 se convierten en CO y H_2O .
30. En un matraz vacío, se introducen igual número de moles de H_2 y N_2 que reaccionan según la ecuación:



Justifique si, una vez alcanzado el equilibrio, las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- Hay doble número de moles de amoníaco de los que había inicialmente de N_2 .
- La presión parcial de nitrógeno será mayor que la presión parcial de hidrógeno.
- La presión total será igual a la presión de amoníaco elevada al cuadrado.

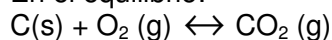
32. A partir de la composición de mezclas gaseosas de I_2 y H_2 a diferentes temperaturas, se han obtenido los siguientes valores de K_p para la reacción:



T (°C)	340	360	380	400	420	440	460	480
K_p	70'8	66'0	61'9	57'7	53'7	50'5	46'8	43'8

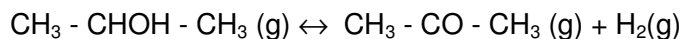
- Calcule K_c a 400°C.
- Justifique por qué esta reacción es exotérmica.
- ¿Variará K_p si se altera la concentración de H_2 ? Razone la respuesta.

33. En el equilibrio:



- Escriba las expresiones de K_c y K_p
- Establezca la relación entre ambas.

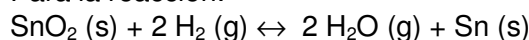
34. A la temperatura de 650 K, la deshidrogenación del propan-2-ol para producir propanona, según la reacción:



es una reacción endotérmica. Indique, razonadamente, si la constante de equilibrio de esta reacción:

- Aumenta al elevar la temperatura.
- Aumenta cuando se utiliza un catalizador.
- Aumenta al elevar la presión total, manteniendo constante la temperatura.

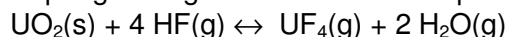
35. Para la reacción:



El valor de K_p a la temperatura de 900 K es 1,5 y a 1100 K es 10. Conteste razonadamente si para conseguir un mayor consumo de SnO_2 deberán emplearse:

- Temperaturas elevadas.
- Altas presiones.
- Un catalizador.

36. Suponga el siguiente sistema en equilibrio:



Explique hacia dónde se desplaza el equilibrio cuando:

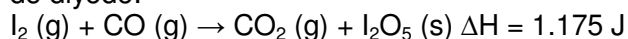
- Se adiciona $\text{UO}_2(\text{s})$ al sistema.
- Se elimina $\text{HF}(\text{g})$
- Se aumenta la capacidad del recipiente de reacción.

37. Se establece el siguiente equilibrio: $2 \text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H^\circ = - 221 \text{ kJ}$

Razone si la concentración de O_2 aumenta, disminuye o permanece invariable:

- Al añadir $\text{C}(\text{s})$
- Al aumentar el volumen del recipiente.
- Al elevar la temperatura.

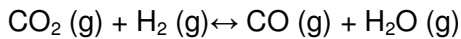
38. Al calentar yodo en una atmósfera de dióxido de carbono, se produce monóxido de carbono y pentóxido de diyodo:



Justifique el efecto que tendrán los cambios que se proponen:

- Disminución del volumen sobre el valor de la constante K_p .
- Adición de yodo sobre la cantidad de CO .
- Reducción de la temperatura sobre la cantidad de CO_2

39. En un recipiente de 2 L se introducen 2,1 mol de CO_2 y 1,6 mol de H_2 y se calienta a 1.800 °C. Una vez alcanzado el siguiente equilibrio:



Se analiza la mezcla y se encuentra que hay 0,9 mol de CO_2 . Calcule:

- a. La concentración de cada especie en equilibrio.
 - b. El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.
40. Cuando se mezclan 0,40 moles de gas xenón con 0,80 moles de gas flúor en un recipiente de 2 litros a cierta temperatura, se observa que el 60 % del xenón reacciona con el flúor formando XeF_4 gaseoso.
- a. Calcule el valor de K_c a esa temperatura, para la reacción:

$$\text{Xe}(\text{g}) + 2 \text{F}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{XeF}_4(\text{g})$$
 - b. ¿Cuántos moles de F_2 hay que añadir a la cantidad inicial para que la conversión sea del 75 %?
41. En un recipiente de 1 litro de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 0,1 mol de SbCl_3 , 0,1 mol de Cl_2 y 1 mol de SbCl_5 . A 200 °C se establece el equilibrio:
- $$\text{SbCl}_5(\text{g}) \leftrightarrow \text{SbCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$$
- Sabiendo que a esa temperatura K_c vale $2,2 \cdot 10^{-2}$:
- a. Determine si el sistema está en equilibrio y, si no lo está, el sentido en el que va a evolucionar.
 - b. La composición del sistema en equilibrio
42. La descomposición del HgO sólido a 420 °C se produce según:
- $$2 \text{HgO}(\text{s}) \leftrightarrow 2 \text{Hg}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$$
- En un matraz en el que previamente se ha hecho el vacío, se introduce una cierta cantidad de HgO y se calienta a 420 °C. Sabiendo que la presión total en el equilibrio es 0,510 atmósferas, calcule:
- a. El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.
 - b. La masa de HgO que se ha descompuesto si el matraz tiene una capacidad de 5 litros.
- Datos: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$. Masas atómicas: $\text{Hg} = 200,6$; $\text{O} = 16$.