

EQUILIBRIO QUÍMICO

- Indique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones, justificando su respuesta:
 - Una reacción espontánea nunca puede ser endotérmica.
 - Cuando aumenta la temperatura en un equilibrio exotérmico, la constante de velocidad de la reacción directa disminuye.
 - En una reacción entre gases del tipo $A + B \rightleftharpoons 2C$, los valores de K_p y K_c son iguales
 - En una reacción entre gases del tipo $A + B \rightleftharpoons 2C + D$, un aumento en la presión del recipiente a temperatura constante no modifica la cantidad de reactivos y productos presentes en el equilibrio.
 - En un reactor de 1 L se establece el siguiente equilibrio entre especies gaseosas: $\text{NO}_2(g) + \text{SO}_2(g) \rightleftharpoons \text{NO} + \text{SO}_3(g)$. Si se mezclan 1 mol de NO_2 y 3 mol de SO_2 , al llegar al equilibrio se forman 0,4 mol de SO_3 y la presión es de 10 atm.
 - Calcule la cantidad (en moles) de cada gas y sus presiones parciales en el equilibrio.
 - Determine el valor de K_p y K_c para esta reacción.
 - Justifique cómo se modifica el valor de K_p si la presión total aumenta. ¿Y el equilibrio?
 - En un recipiente cerrado de 10 L, que se encuentra a 305 K, se introducen 0,5 mol de $\text{N}_2\text{O}_4(g)$. Este gas se descompone parcialmente según la reacción $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$, cuya constante de equilibrio K_p es 0,25 a dicha temperatura.
 - Calcule el valor de la constante de equilibrio K_c .
 - Determine las fracciones molares de los componentes de la mezcla en el equilibrio.
 - Calcule la presión total en el recipiente cuando se ha alcanzado el equilibrio.
- Datos: $R = 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{l}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$
- Considerando la reacción $2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{SO}_3(g)$ razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.
 - Un aumento de la presión conduce a una mayor producción de SO_3 .

- b) Una vez alcanzado el equilibrio, dejan de reaccionar las moléculas de SO_2 y O_2 entre sí.
- c) El valor de K_p es superior al de K_c , a temperatura ambiente.
- d) La expresión de la constante de equilibrio en función de las presiones parciales es:

$$K_p = \frac{p^2(\text{SO}_2) \cdot p(\text{O}_2)}{p^2(\text{SO}_3)}$$

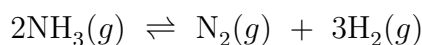
5. Considere el siguiente equilibrio: $\text{SbCl}_3(ac) + \text{H}_2\text{O}(l) \longrightarrow \text{SbCl}(s) + \text{HCl}(ac)$. Sabiendo que es endotérmico en el sentido en que está escrita la reacción, y teniendo en cuenta que no está ajustada:
- a) Razone cómo afecta a la cantidad de SbOCl un aumento en la cantidad de HCl .
 - b) Razone cómo afecta a la cantidad de SbOCl un aumento en la cantidad de SbCl_3 .
 - c) Escriba la expresión de K_c para esta reacción.
 - d) Razone cómo afecta un aumento de temperatura al valor de K_c .
6. El equilibrio $\text{PCl}_5(g) \longrightarrow \text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g)$ se alcanza calentando 3 g de pentacloruro de fósforo hasta 300°C en un recipiente de medio litro, siendo la presión final de 2 atm. Calcule:
- a) El grado de disociación del pentacloruro de fósforo.
 - b) El valor de K_p a dicha temperatura.

Datos: $R = 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{l}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$; Masas atómicas : $\text{Cl} = 35,5$; $\text{P} = 31,0$

7. Se introducen 2 moles de COBr_2 en un recipiente de 2 L y se calienta hasta 73°C . El valor de la constante K_c , a esa temperatura, para el equilibrio $\text{COBr}_2(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{Br}_2(g)$ es 0,09. Calcule en dichas condiciones:
- a) El número de moles de las tres sustancias en el equilibrio.
 - b) La presión total del sistema.
 - c) El valor de la constante K_p .

Datos: $R = 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{l}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

8. A la temperatura de 400 °C y 710 mm de mercurio de presión, el amoníaco se encuentra disociado en un 40 % según la ecuación:



Calcule,

- La presión parcial de cada uno de los gases que constituyen la mezcla en equilibrio
- El valor de las constantes K_p y K_c a esa temperatura.

Datos: $R = 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{l}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

9. El dióxido de nitrógeno es un gas que se presenta en forma monómera a 100 °C. Cuando se disminuye la temperatura del reactor a 0 °C se dimeriza para dar tetraóxido de dinitrógeno gaseoso.

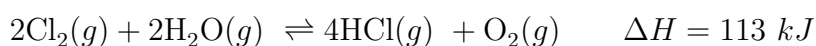
- Formule el equilibrio químico correspondiente a la reacción de dimerización
- ¿Es exotérmica o endotérmica la reacción de dimerización?
- Explique el efecto que produce sobre el equilibrio una disminución del volumen del reactor a temperatura constante.
- Explique cómo se verá afectado el equilibrio si disminuye la presión total, a temperatura constante.

10. En un recipiente de 14 L de volumen se introducen 3,2 moles de nitrógeno y 3 moles de hidrógeno. Cuando se alcanza el equilibrio a 200 °C se obtienen 1,6 moles de amoníaco.

- Formule y ajuste la reacción.
- Calcule el número de moles de H_2 y N_2 en el equilibrio.
- Calcule los valores de las presiones parciales en el equilibrio de H_2 , N_2 y NH_3 .
- Calcule K_c y K_p a 200°C.

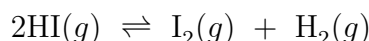
Datos: $R = 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{l}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

11. Se establece el siguiente equilibrio en un recipiente cerrado:



Razone cómo afectaría a la concentración de O_2 :

- a) La adición de Cl_2
 - b) El aumento del volumen del recipiente
 - c) El aumento de la temperatura
 - d) La utilización de un catalizador
12. En un matraz de un litro, a 440°C , se introducen 0,03 moles de yoduro de hidrógeno y se cierra, estableciéndose el equilibrio:

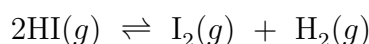


En estas condiciones la fracción molar del HI en la mezcla es 0,80. Calcule:

- a) Las concentraciones de cada gas y K_c
- b) La presión parcial de cada gas y K_p

Datos: Masas atómicas: $\text{H}=1$; $\text{I}=127$.

13. La constante K_c , para la reacción siguiente, vale 0,016 a 800 K;

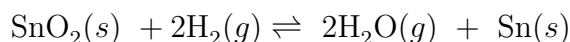


En una mezcla en equilibrio a 800 K, calcule:

- a) La concentración de HI, cuando las de H_2 , e I_2 sean iguales, si la presión total del sistema es de 1 atm.
- b) Las concentraciones de los componentes si se duplica la presión del sistema.

Datos: $R = 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{l}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

14. Para la reacción



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

- a) Temperaturas elevadas.
- b) Altas presiones.
- c) Un catalizador.

15. En el proceso en equilibrio:



Cuál o cuales de los siguientes factores aumentarán el rendimiento en la producción de metanol:

- Adición de un catalizador
 - Disminución de la concentración de hidrógeno.
 - Aumento de temperatura
16. A 600 K y a la presión de una atmósfera, el pentacloruro de fósforo se disocia un 40 % según la reacción:



Calcule

- Kp y Kc a esa temperatura.
- El grado de disociación a 4 atmósferas de presión.

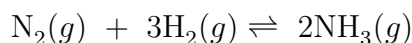
Dato: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

17. Se introducen 0,5 moles de pentacloruro de antimonio en un recipiente de 2 litros. Se calienta a 200°C y una vez alcanzado el equilibrio, hay presentes 0,436 moles del compuesto. Todas las sustancias son gaseosas a esa temperatura.

- Escriba la reacción de descomposición del pentacloruro de antimonio en cloro molecular y en tricloruro de antimonio.
- Calcule K_c para la reacción anterior.
- Calcule la presión total de la mezcla en el equilibrio.

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

18. 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:

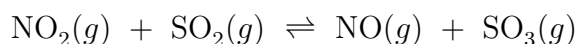


Encontrándose que se han formado 0,06 moles de amoniaco. Calcule:

- La composición de la mezcla gaseosa en equilibrio.
- Kc y Kp a la citada temperatura.

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

19. Para la reacción



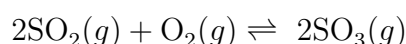
a 350 K, las concentraciones en el equilibrio son $[\text{NO}_2]=0,2 \text{ mol/L}$, $[\text{SO}_2]=0,6 \text{ mol/L}$, $[\text{NO}]=4,0 \text{ mol/L}$, $[\text{SO}_3]=1,2 \text{ mol/L}$.

- Calcule el valor de las constantes de equilibrio K_c y K_p
 - Calcule las nuevas concentraciones en el equilibrio si la mezcla anterior, contenida en un recipiente de 1 litro, se le añada un mol de SO_2 manteniendo la temperatura a 350 K.
20. En la tabla adjunta se recogen los valores, a distintas temperaturas, de la constante del equilibrio químico:



T(K)	298	400	600	800	1000
K_p	$2,82 \cdot 10^{-25}$	$1,78 \cdot 10^{-16}$	$1,98 \cdot 10^{-8}$	$1,29 \cdot 10^{-3}$	$2,64 \cdot 10^{-1}$

- Justifique si la reacción anterior es endotérmica o exotérmica.
- Explique cómo afecta al equilibrio un aumento de la presión, manteniendo constante la temperatura.
- Calcule, a 298 K, la constante K_P del equilibrio:



21. Una muestra de 653 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:



Una vez establecido el equilibrio la presión total en el interior del recipiente es 075 atm. Calcule:

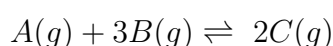
- Las constantes de equilibrio K_c y K_p .
- El porcentaje de hidrógenosulfuro de amonio que se ha descompuesto.

Datos: $R = 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{l}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Masas atómicas, H=1, N=14, S=32.

22. Responda las siguientes presuntas:

- Describa el efecto de un catalizador sobre el equilibrio químico.
- Defina cociente de reacción Q_c .
- Diferencie entre equilibrio homogéneo y heterogéneo.
- ¿Cómo varia la K_c de una reacción cuando esta queda multiplicada por 2?

23. En un recipiente de 10 litros de capacidad se introducen 2 moles del compuesto A y 1 mol del compuesto B. Se calienta a 300°C y se establece el siguiente equilibrio:



- El número de moles de cada componente en el equilibrio.
- El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

Datos: $R = 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{l}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

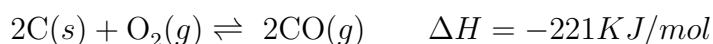
24. El etano, en presencia de un catalizador, se transforma en eteno e hidrógeno, estableciendo un equilibrio. A 900 K, la constante de equilibrio K_p es $5,1 \cdot 10^{-2}$. A la presión total de 1 atm, calcule:

- El grado de disociación del etano.
- La presión parcial del hidrógeno.

25. En un recipiente de un litro, a 500 K, se introduce 1 mol de cloruro de nitrosilo, ClNO. Cuando se alcanza el equilibrio, el ClNO, se encuentra disociado en un 9%. Calcule, para dicha temperatura, el valor de K_p y K_c correspondiente al equilibrio :



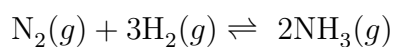
26. En un recipiente cerrado se establece el equilibrio:



Razone cómo varía la concentración de oxígeno:

- Al añadir C (s).
- Al aumentar el volumen del recipiente.
- Al elevar la temperatura.

27. Para el proceso de Haber

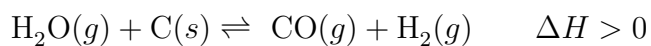


el valor de $K_p = 1,45 \cdot 10^{-5}$ a 500°C . En una mezcla en equilibrio de los tres gases, a esa temperatura, la presión parcial de H_2 es 0,928 atmósferas y la de N_2 es 0,432 atmósferas. Calcule:

- La presión total en el equilibrio.
- El valor de la constante K_c .

Datos: $R = 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{l}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

28. Dado el equilibrio:



Señale, razonadamente, cuál de las siguientes medidas produce un aumento de la concentración de monóxido de carbono:

- Elevar la temperatura.
- Retirar vapor de agua de la mezcla en el equilibrio.
- Introducir H_2 en la mezcla en equilibrio.

REACCIONES DE PRECIPITACIÓN

1. La solubilidad del cromato de plata en agua a 25° C es de $2,22 \cdot 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Calcula la constante de solubilidad, K_s , de la sal despreciando la hidrólisis del ion cromato. Dato: $P_m(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 332$.
2. Expresa los productos de solubilidad, despreciando la hidrólisis, de las siguientes sales poco solubles, en función de sus solubilidades molares: Ag_2S , PbCl_2 , PbSO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
3. Para los compuestos poco solubles CuBr , $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ y $\text{Fe}(\text{OH})_3$,
 - a) Escriba la ecuación de equilibrio de solubilidad en agua.
 - b) La expresión del producto de solubilidad.
 - c) El valor de la solubilidad en función del producto de solubilidad.
4. En un recipiente A se introduce 1 mol de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sólido y en otro recipiente B 1 mol de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ sólido, y se añade la misma cantidad de agua a cada uno de los recipientes.
 - a) Formule los equilibrios heterogéneos de disociación de estas sales y escriba las expresiones para sus constantes del producto de solubilidad en función de las solubilidades correspondientes.
 - b) Justifique, sin hacer cálculos, en qué disolución la concentración molar del catión es mayor.
 - c) Justifique cómo se modifica la concentración de Ca_2^+ en disolución si al recipiente A se le añade hidróxido de sodio sólido.
 - d) Justifique si se favorece la solubilidad del $\text{Ba}(\text{OH})_2$ si al recipiente B se le añade ácido clorhídrico.Datos: $K_{ps}(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1,0 \cdot 10^{-5}$; $K_{ps}(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 1,0 \cdot 10^{-2}$.
5. El hidróxido de cadmio(II) es una sustancia cuyo producto de solubilidad es $7,2 \cdot 10^{-15}$ a 25 °C, y aumenta al aumentar la temperatura. Justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:
 - a) El proceso de solubilización de esta sustancia es exotérmico.
 - b) La solubilidad a 25 °C tiene un valor de $1,24 \cdot 10^{-5} \text{ gL}^{-1}$
 - c) Esta sustancia se disuelve más fácilmente si se reduce el pH del medio.

Datos: Masa atómicas: H=1; O=16; Cd=112.

6. Como se modificará la solubilidad del carbonato de calcio (sólido blanco insoluble, CaCO_3) si a una disolución saturada de esta sal se le adiciona:
 - a) Carbonato de sodio
 - b) Carbonato Calcico
 - c) Cloruro de calcio
7. Se mezclan 20 mL de cloruro de bario 0,1 mol/L con 30 mL de cromato potásico 0,2 mol/L. Calcula:
 - a) La concentración de ión bario en la disolución resultante
 - b) La concentración de ión cromato.
 - c) ¿Se formará precipitado?. Justifícalo.

Datos: $K_{ps}(\text{BaCrO}_4) = 1,0 \cdot 10^{-10}$.

8. El producto de solubilidad del $\text{Pb}(\text{OH})_2$ es de $2,5 \cdot 10^{-13}$, calcule:
 - a) su solubilidad, expresada en mol/L
 - b) el pH de la disolución saturada
9. Se sabe que las solubilidades en agua a 25°C del PbI_2 (sólido amarillo insoluble) y Ag_3AsO_4 (sólido blanco insoluble) son respectivamente $1,84 \cdot 10^{-3}$ y $1,39 \cdot 10^{-6}$ M. Calcule:
 - a) El producto de solubilidad del ioduro de plomo a esa temperatura.
 - b) El producto de solubilidad del arseniato de plata a esa temperatura.
10. Calcule el producto de solubilidad del carbonato de magnesio, sabiendo que en 200 mL de una disolución saturada a 25°C se han disuelto 3,2 mg de sal. Datos: Masas atómicas, C=12, O=16, Mg=24,3.
11. El yoduro de bismuto (III) es una sal muy poco soluble en agua
 - a) Escriba el equilibrio de solubilidad del yoduro de bismuto sólido en agua.
 - b) Escriba la expresión para la solubilidad del compuesto BiI_3 en función de su producto de solubilidad.
 - c) Sabiendo que la sal presenta una solubilidad de 0,7761 mg en 100 mL de agua a 20 °C, calcule la constante del producto de solubilidad a esa temperatura.

Datos. Masas atómicas: Bi=209,0; I=126,9

12. Para las sales cloruro de plata y yoduro de plata, cuyas constantes de producto de solubilidad, a 25 °C, son $1,6 \cdot 10^{-10}$ y $8 \cdot 10^{-17}$, respectivamente:
- Formule los equilibrios heterogéneos de disociación y escriba las expresiones para las constantes del producto de solubilidad de cada una de las sales indicadas, en función de sus solubilidades.
 - Calcule la solubilidad de cada una de estas sales en $g \cdot L^{-1}$
 - ¿Qué efecto produce la adición de cloruro de sodio sobre una disolución saturada de cloruro de plata?
 - ¿Cómo varia la solubilidad de la mayoría de las sales al aumentar la temperatura? Justifique la respuesta.

Datos. Masas atómicas: Cl=35,5; Ag=108,0; I=127,0.

13. El hidróxido de magnesio es poco soluble en agua ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-11}$).
- Formule el equilibrio de disolución del hidróxido de magnesio y escriba la expresión para K_s .
 - Calcule la solubilidad en mol^{-1}
 - ¿Cómo afectaría a la solubilidad la adición de ácido clorhídrico?
 - ¿Cómo afectaría a la solubilidad la adición de cloruro de magnesio?
14. A 25 °C, la solubilidad del fluoruro de bario en agua es de 1,30 g/L. Calcule a esta temperatura:
- La solubilidad del fluoruro de bario expresada en mol/L.
 - La constante del producto de solubilidad, K_{ps} , del fluoruro de bario.
 - La solubilidad del fluoruro de bario, expresada en mol/L, en una disolución acuosa 0,5 mol/L de fluoruro de sodio (1 punto).

Datos: Masas atómicas: F=19 u; Ba=137,3 u.

15. El cloruro de plata (I) es una sal muy insoluble en agua.
- Formule el equilibrio heterogéneo de disociación
 - Escriba la expresión de la constante del equilibrio de solubilidad (K_s) y su relación con la solubilidad molar (s).
 - Dado que la solubilidad aumenta con la temperatura, justifique si el proceso de disolución es endotérmico o exotérmico.

- d) Razone si el cloruro de plata (I) se disuelve más o menos cuando en el agua hay cloruro de sodio en disolución.
16. La solubilidad del CaF_2 es de 86 mg/L a 25°C. Calcule:
- La concentración de Ca^{2+} y F^- en una disolución saturada de dicha sal.
 - El producto de solubilidad de dicha sal a esa temperatura.
17. Calcule la concentración de iones Pb^{2+} en las siguientes condiciones,
- En una disolución saturada de cloruro de plomo en agua.
 - En una disolución saturada de cloruro de plomo en presencia de cloruro a una concentración de 0,02 M.

Dato: $K_s(\text{PbCl}_2) = 1,6 \cdot 10^{-5}$