

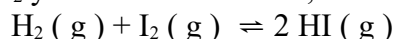
PROBLEMAS TIPO DE CINÉTICA Y EQUILIBRIO

De equilibrio con todas las cantidades iniciales

1) En un recipiente de un litro de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 0,1 moles de NO, 0,05 moles de H₂ y 0,1 moles de agua. Se calienta el matraz y se establece el equilibrio: $2 \text{NO} (\text{g}) + 2 \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$. Sabiendo que cuando se establece el equilibrio la concentración de NO es 0,062 M, calcula:

- a) La concentración de todas las especies en el equilibrio.
- b) El valor de la constante K_c a esa temperatura.

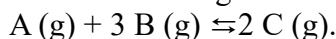
2) En un matraz de 7,5 litros, en el que se ha practicado previamente el vacío, se introducen 0,50 moles de H₂ y 0,50 moles de I₂ y se calienta a 448 °C, estableciéndose el siguiente equilibrio:



Sabiendo que el valor de K_c es 50, calcule:

- a) La constante K_p a esa temperatura.
- b) La presión total y el número de moles de cada sustancia presente en el equilibrio.

3) En un recipiente de 10 L 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:



Cuando se alcanza el equilibrio, el número de moles de B es igual al de C. Calcula:

- a) El número de moles de cada componente de la mezcla en equilibrio.
- b) El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

DATOS: R = 0,082 atm · L · mol⁻¹ · K⁻¹.

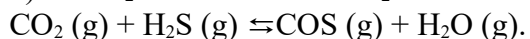
4) Dado el siguiente equilibrio: $\text{SO}_2 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3 (\text{g})$. Se introducen 128 g de SO₂ y 64 g de O₂ en un recipiente cerrado de 2 L en el que previamente se ha hecho el vacío. Se calienta la mezcla y cuando se ha alcanzado el equilibrio, a 830 °C, ha reaccionado el 80% del SO₂ inicial. Calcule:

- a) La composición (en moles) de la mezcla en equilibrio y el valor de K_c.
- b) La presión parcial de cada componente en la mezcla de equilibrio y, a partir de estas presiones parciales, calcule el valor de K_p.

Datos: Masas atómicas: S = 32; O = 16. R = 0,082 atm · L · mol⁻¹ · K⁻¹.

De equilibrio sin todas las cantidades iniciales

5) El CO₂ reacciona con el H₂S a altas temperaturas según la ecuación:



Se introducen 4,4 g de CO₂ en un recipiente de 2,5 L a 337 °C y una cantidad suficiente de H₂S para que, una vez alcanzado el equilibrio, la presión total sea de 10 atm. En la mezcla en equilibrio hay 0,01 moles de H₂O. Calcula:

- a) El número de moles de cada una de las especies en equilibrio.
- b) El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

DATOS: A_r (C) = 12 u; A_r (O) = 16 u; R = 0,082 atm · L · mol⁻¹ · K⁻¹.

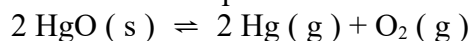
6) Para el proceso Haber: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$, el valor de K_p es $1'45 \cdot 10^{-5}$ a 500°C . En una mezcla en equilibrio de los tres gases, a esa temperatura, la presión parcial de H_2 es $0'928$ atmósferas y la de N_2 es $0'432$ atmósferas. Calcule:

a) La presión total en el equilibrio.

b) El valor de la constante K_c .

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

7) El óxido de mercurio (II) contenido en un recipiente cerrado se descompone a 380°C según:



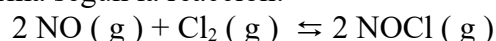
Sabiendo que a esa temperatura el valor de K_p es $0'186$, calcule:

a) Las presiones parciales de O_2 y de Hg en el equilibrio.

b) La presión total en el equilibrio y el valor de K_c a esa temperatura.

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

8) El cloruro de nitrosilo se forma según la reacción:



El valor de K_c es $4'6 \cdot 10^4$ a 298 K . Cuando se alcanza el equilibrio a esa temperatura, en un matraz de $1'5$ litros hay $4'125$ moles de NOCl y $0'1125$ moles de Cl_2 . Calcule:

a) La presión parcial de NO en el equilibrio.

b) La presión total del sistema en el equilibrio.

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

9) En un recipiente vacío se introduce cierta cantidad de NaHCO_3 y a 120°C se establece el siguiente equilibrio: $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$

Si la presión en el equilibrio es 1720 mm de Hg, calcule:

a) Las presiones parciales de CO_2 y H_2O en el equilibrio.

b) Los valores de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

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

10) A 670 K , un recipiente de un litro contiene una mezcla gaseosa en equilibrio de $0,003$ moles de hidrógeno, $0,003$ moles de yodo y $0,024$ moles de yoduro de hidrógeno, según el equilibrio: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$. En estas condiciones, calcula:

a) El valor de K_c y K_p .

b) La presión total en el recipiente y las presiones parciales de los gases de la mezcla.

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

11) El NO_2 y el SO_2 reaccionan según la ecuación:

$\text{NO}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + \text{SO}_3(\text{g})$. Una vez alcanzado el equilibrio, la composición de la mezcla contenida en un recipiente de 1 L de capacidad es $0,6$ moles de SO_3 , $0,4$ moles de NO , $0,1$ moles de NO_2 y $0,8$ moles de SO_2 . Calcula:

a) El valor de K_p en esas condiciones de equilibrio.

b) La cantidad de moles de NO que habría que añadir al recipiente, en las mismas condiciones, para que la cantidad de NO_2 fuera $0,3$ moles.

12) Para la reacción en equilibrio:

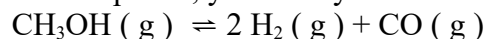
$\text{SnO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, a 750°C , la presión total del sistema es $32,0$ mmHg y la presión parcial del agua $23,7$ mmHg. Calcule:

a) El valor de la constante K_p para dicha reacción, a 750°C .

b) Los moles de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ y de $\text{H}_2(\text{g})$ presentes en el equilibrio, sabiendo que el volumen del reactor es de 2 L . Dato: $R = 0'082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

De grado de disociación

13) En un recipiente de 1 L de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 0,37 moles de metanol. Se cierra el recipiente, y a 20 °C y se establece el siguiente equilibrio:



Sabiendo que la presión total en el equilibrio es 9,4 atmósferas, calcule:

- El valor de las constantes K_p y K_c , a esa temperatura.
- El grado de disociación en las condiciones del equilibrio.

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

14) En un recipiente de 200 mL de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 0,40 g de N_2O_4 . Se cierra el recipiente, se calienta a 45 °C y se establece el siguiente equilibrio: $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2 (\text{g})$. Sabiendo que a esa temperatura el N_2O_4 se ha disociado en un 41,6 %, calcula:

- El valor de la constante K_c .
- El valor de la constante K_p .

DATOS: $A_r (\text{N}) = 14 \text{ u}$; $A_r (\text{O}) = 16 \text{ u}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

15) A 30 °C y 1 atm el N_2O_4 se encuentra disociado un 20 % según el equilibrio siguiente:

$\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2 (\text{g})$. Calcula:

- El valor de las constantes K_p y K_c a esa temperatura.
- El porcentaje de disociación a 30 °C y 0,1 atm de presión total.

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

16) Al calentar pentacloruro de fósforo a 250 °C, en un reactor de 1 litro de capacidad, se descompone según: $\text{PCl}_5 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3 (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$

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

- El número de moles de PCl_5 iniciales.
- La constante K_p a esa temperatura.

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

17) A 1000 K se establece el siguiente equilibrio: $\text{I}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{I} (\text{g})$. Sabiendo que cuando la concentración inicial de I_2 es 0,02 M, su grado de disociación es 2,14 %, calcula:

- El valor de K_c a esa temperatura.
- El grado de disociación del I_2 , cuando su concentración inicial es $5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$.

De alteración del equilibrio

18) En un matraz de 20 L, a 25 °C, se encuentran en equilibrio 2,14 moles de N_2O_4 y 0,50 moles de NO_2 según: $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2 (\text{g})$.

- Calcula el valor de las constantes a esa temperatura.
- ¿Cuál es la concentración de NO_2 cuando se restablece el equilibrio después de introducir 2 moles adicionales de N_2O_4 , a la misma temperatura?

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

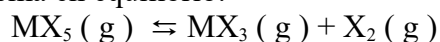
19) En un recipiente de 1 L, a 20 °C, se introducen 51 g de NH₄HS. Transcurrido un tiempo las concentraciones son 0'13 M para cada gas. Sabiendo que a esa temperatura el valor de K_c es 0'2 para el equilibrio: NH₄HS (s) ⇌ H₂S (g) + NH₃(g)

a) Demuestre que el sistema no se encuentra en equilibrio y calcule la concentración de cada especie una vez alcanzado el mismo.

b) Calcule la cantidad en gramos de NH₄HS que queda una vez alcanzado el equilibrio.

Masas atómicas: N = 14; H = 1; S = 32.

20) Considérese el siguiente sistema en equilibrio:



A 200 °C la constante de equilibrio K_c vale 0'022. En un momento dado las concentraciones de las sustancias presentes son: [MX₅] = 0'04 M, [MX₃] = 0'40 M y [X₂] = 0'20 M.

a) Razone si, en esas condiciones, el sistema está en equilibrio. En el caso en que no estuviera en equilibrio ¿cómo evolucionaría para alcanzarlo?

De precipitación

21) Se dispone de una disolución saturada de Fe(OH)₃, compuesto poco soluble.

a) Escribe la expresión del producto de solubilidad para este compuesto.

b) Deduce la expresión que permite conocer la solubilidad del hidróxido a partir del producto de solubilidad.

c) Razona como afectará a la solubilidad la adición de NaOH.

22) A 25 °C la solubilidad del PbI₂ en agua pura es 0'7 g/L. Calcule:

a) El producto de solubilidad.

b) La solubilidad del PbI₂ a esa temperatura en una disolución 0'1 M de KI.

Masas atómicas: I = 127; Pb = 207.

23) a) Sabiendo que el producto de solubilidad del Pb(OH)₂, a una temperatura dada es K_{ps} = 4 · 10⁻¹⁵, calcula la concentración del catión Pb²⁺ disuelto.

b) Justifica mediante el cálculo apropiado, si se formará un precipitado de PbI₂, cuando a 100 mL de una disolución 0,01 M de Pb(NO₃)₂ se le añaden 100 mL de una disolución de KI 0,02 M.

DATOS: K_{ps} (PbI₂) = 7,1 · 10⁻⁹.

24) A 25 °C el producto de solubilidad del MgF₂ es 8 · 10⁻⁸.

a) ¿Cuántos gramos de MgF₂ pueden disolverse en 250 mL de agua?

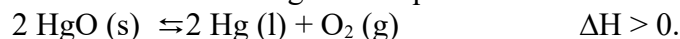
b) ¿Cuántos gramos de MgF₂ se disuelven en 250 mL de disolución 0,1 M de Mg(NO₃)₂?

Datos: Masas atómicas Mg = 24; F = 19.

25) Si el producto de solubilidad K_s del CaF₂ es 1'0 · 10⁻¹⁰, ¿qué cantidad en gramos de NaF hay que añadir a un litro de una disolución acuosa que contiene 20 mg de Ca²⁺ para que empiece a precipitar CaF₂? Masas atómicas: F=19; Na= 23; Ca=40.

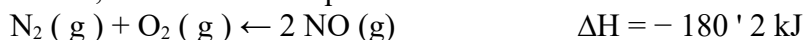
Cuestiones de equilibrio

26) En un recipiente cerrado se establece el siguiente equilibrio:



- Escribe las expresiones de las constantes K_c y K_p .
- ¿Cómo afecta al equilibrio un aumento de la presión parcial de oxígeno?
- ¿Qué le ocurrirá al equilibrio cuando se aumenta la temperatura?
- ¿Cómo afecta al equilibrio la adición de HgO? ¿Y de Hg? ¿Y de O_2 ?

27) A 25 °C y 1 atmósfera, se establece el equilibrio:



Razone sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- La constante de equilibrio se duplica si se duplica la presión.
- La reacción se desplaza hacia la izquierda si se aumenta la temperatura.
- Si se aumenta la concentración de NO la constante de equilibrio aumenta.
- La concentración de NO en el equilibrio aumenta con un catalizador.

28) Razona si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- El producto de solubilidad del FeCO_3 disminuye si se añade Na_2CO_3 a una disolución acuosa de la sal.
- La solubilidad de FeCO_3 en agua pura ($K_{ps} = 3,2 \cdot 10^{-11}$) es aproximadamente la misma que la del CaF_2 ($5,3 \cdot 10^{-9}$).
- La solubilidad de FeCO_3 aumenta si se añade Na_2CO_3 a una disolución acuosa de la sal.

29) A 25 °C la constante del equilibrio de solubilidad del Mg(OH)_2 sólido es $K_{ps} = 3,4 \cdot 10^{-11}$.

- Explica, razonadamente, como se podría disolver, a 25 °C y mediante procedimientos químicos un precipitado de Mg(OH)_2 .
- ¿Qué efecto tendría sobre la solubilidad del Mg(OH)_2 a 25 °C la adición de cloruro de magnesio, MgCl_2 ? Razona la respuesta.

Cuestiones de cinética

30) Para el proceso: $2 \text{NO (g)} + 2 \text{H}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{N}_2 \text{(g)} + 2 \text{H}_2\text{O (g)}$ la ecuación de velocidad es:

$$v = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{H}_2]$$

- Indica el orden de la reacción con respecto a cada uno de los reactivos.
- ¿Cuál es el orden total de la reacción?
- Deduce las unidades de la constante de velocidad.
- Indica si la constante k es independiente de la temperatura.
- Justifique cuál es el reactivo que se consume más rápidamente.
- ¿Influye la temperatura en la velocidad de reacción? Justifique la respuesta. En qué tipo de reacciones irá más rápido ¿en las exotérmicas o en las endotérmicas?
- ¿Se puede considerar que, durante el transcurso de la reacción química, la velocidad de la reacción permanece constante?
- ¿Qué factores pueden modificar la velocidad de esta reacción?